



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

06440-S

ID/108 (Part two)



ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

**INDUSTRIAS DEL MUEBLE  
Y DE LA EBANISTERIA  
PARA  
PAISES EN DESARROLLO**

**SEGUNDA PARTE  
TECNOLOGIA DE ELABORACION**

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards even though the best possible copy was used for preparing the master fiche

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

Las normas finlandesas sobre ebanistería anexas al artículo 18, "Tecnología de la industria de la carpintería y la ebanistería", por Juhani Jantunen, se han reproducido en esta publicación con permiso especial de la Suomen Standardisointilautakunta (Comisión Finlandesa de Normalización, Helsinki, Finlandia), que posee los derechos de autor, por lo que no se podrán tomar de este documento para nueva reproducción. El resto del material que aparece en este documento se podrá citar o reproducir con entera libertad, siempre que se mencione su origen y se adjunte un ejemplar de la publicación en que figure la cita o la reproducción.

## INTRODUCCION

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha organizado, en cooperación con el Gobierno de Finlandia, dos seminarios sobre las industrias del mueble y de la ebanistería. El primero se celebró en Lathi y Tausala, del 17 de agosto al 11 de septiembre de 1971, y el segundo en Lathi, del 6 al 16 de agosto de 1972. El éxito se debió en gran parte a la hospitalidad y comprensión de las autoridades finlandesas y de la industria finlandesa, que ofrecieron a los participantes una magnífica oportunidad para valerse de los vastos conocimientos de la industria finlandesa en las esferas de proyección, producción y comercialización de muebles.

El objeto de los seminarios fue familiarizar a gerentes de fábrica de países en desarrollo con plantas, equipo y técnicas de producción modernos, a fin de que pudieran perfeccionar sus propias operaciones y establecer las prioridades para este fin.

Asistieron a estos seminarios un total de 44 participantes procedentes de 26 países en desarrollo, la mayor parte de los cuales eran gerentes técnicos y supervisores de producción de plantas de elaboración de la madera.

Esta serie se basa en las conferencias pronunciadas en alguno o en ambos de estos seminarios. Muchas de ellas se completaron con material ilustrativo que no se presta a reproducción en la forma de esta publicación. Los seminarios consistieron en dichas conferencias y en demostraciones, debates y visitas a plantas de muebles y de ebanistería a pequeña y mediana escala, a fábricas de madera de construcción y madera terciada, a fábricas de espumas para tapizado, pinturas y maquinaria para trabajar la madera, así como instituciones de capacitación técnica y profesional.

Estos estudios constituyen un conjunto coherente, pero por razones de conveniencia se han agrupado en tres partes, editadas por separado, que versan respectivamente sobre los insumos de materiales, la tecnología de elaboración, las cuestiones de gestión.

La presente publicación es la segunda de dichas partes y versa sobre la tecnología de elaboración. En la misma se incluyen artículos sobre asuntos tales como diseño de muebles, desarrollo de productos, disposición física de las plantas, operaciones de acabado y automatización de las fábricas.

La parte ya publicada es la primera de la serie y se compone de artículos sobre los materiales con que se construyen muebles y productos de ebanistería, entre los que se cuentan la madera sólida, los tableros compuestos de diversas clases, los materiales de tapizado, y los adhesivos y accesorios metálicos utilizados para montaje y guarnición.

La tercera y última parte de esta serie versa sobre los problemas de gestión y las responsabilidades en las esferas de control de calidad, gestión de la producción, comercialización y comercio de exportación, y riesgos profesionales y seguridad en el trabajo.

Se espera que la publicación del material producido en el curso de los seminarios contribuirá a hacer ver los resultados que pueden conseguirse cuando se establecen empresas de fabricación de muebles y de ebanistería en países en desarrollo siguiendo procedimientos industriales

experimentales y racionales. También se espera que dicho material sea útil para los instructores de los institutos de capacitación de los países en desarrollo.

Los autores deberán tomar nota de que en algunos casos los ejemplos citados y las descripciones dadas reflejan las condiciones que existen en Finlandia y tal vez no se puedan aplicar directamente a otros países en desarrollo.

Las opiniones expresadas son las de los autores, y no reflejan necesariamente las de la ONU/CI.

## INDICE

### Página

Notas explicativas	1
11. Cómo satisfacer en los países en desarrollo las necesidades de sus industrias del mueble en materia de diseño Simo Peippo y Ahti Taskinen	7
12. Condiciones de trabajo de los diseñadores de muebles en los países escandinavos Ahti Taskinen	13
13. El desarrollo tecnológico de productos en una gran empresa de fabricación de muebles Asko Karttunen	21
14. La proyección técnica de productos Pekka Paavola	25
15. Planificación de proyectos en las industrias del mueble y de la ebanistería Antero Liusvaara	51
16. Trazado y distribución de la planta Pekka Paavola	63
17. Tecnología de la industria del mueble Pekka Paavola	77
18. Tecnología de la industria de la carpintería y la ebanistería Juhani Jantunen	103
19. Acabado de superficies de madera P.Å. Biström	157
20. Automatización a bajo costo en las industrias de transformación de la madera Juha Haakana	167
21. Mantenimiento de máquinas y equipo Ahti Akkanen	181
22. Las máquinas-herramientas para trabajar la madera y su mantenimiento Erik Winnlert	193

NOTAS EXPLICATIVAS

- F.            -    f. p. p. p.
- IP.           -    f. p. p. p.
- C. a. b.     -    franco a bordo
- C. a. f.     -    costo, seguro y flete
- F. a. a.     -    franco en puerto

## 11. EL ROL DEL DISEÑO EN LAS FÁBRICAS DE LA ROLLA LA INDUSTRIA DEL MUEBLE EN MATERIA DE DISEÑO\*

La introducción de la industria en un país con tradición industrial siempre trae consigo nuevas exigencias. Cuanto más desarrollada esté una rama de la industria y cuanto más se vendan sus productos a los consumidores al por menor, tanto mayor será la necesidad de buenos diseños. Cuanto más necesarios sean los mercados de exportación, más importante será que los diseños sean buenos.

El aumento de la demanda de los consumidores impone nuevas exigencias a la industria. En muchos países en desarrollo, aunque existe gran interés entre los fabricantes por conseguir buenos diseños, es difícil obtener los servicios de diseñadores capaces; no sólo éstos son escasos sino que, además, no resulta económico pagarles adecuadamente a causa del riesgo de que los competidores reproduzcan sus permisos o modelos.

La producción en serie sería una manera de cubrir los gastos de diseño, pero, lamentablemente, en muchos países en desarrollo los consumidores locales son muy individualistas y no quieren comprar muebles producidos en serie. Otro obstáculo es que las fábricas de muebles existentes suelen carecer de espacio para almacenamiento.

Los muebles fabricados en serie son siempre más baratos que los hechos de encargo, pero en la mayoría de los países en desarrollo los muebles se siguen fabricando uno a uno. Sin embargo, la población local aceptaría probablemente muebles fabricados en serie, al igual que acepta los automóviles, radios y otros artículos corrientes que sabe se producen en serie.

Tanto respecto de los muebles fabricados en serie como de los producidos individualmente, los diseños y sus autores tienen una función muy importante que desempeñar en el desarrollo de la industria del mueble de todo país en desarrollo. Existen varias maneras de satisfacer las necesidades en esta materia. En el análisis que sigue se muestran diversas posibilidades y se describe cada una de ellas, ilustrándose sus aspectos positivos y negativos.

### Formación de diseñadores locales

Casi todos los países industrializados tienen sus propios sistemas nacionales de formación en materia de diseño. En varios países la tradición se remonta al siglo pasado. Generalmente los institutos de formación atienden a diversas ramas industriales, y de ellos salen diseñadores o proyectistas industriales de todas clases. En muchos países la industria misma interviene bastante en estas actividades, que con frecuencia se realizan bajo los auspicios del Ministerio de Industria (o de Comercio) en lugar del Ministerio de Educación. Las aptitudes artísticas y la capacidad de pensar de manera creativa son los criterios principales para seleccionar a los candidatos, los cuales deberán haber completado la enseñanza secundaria por lo menos. Normalmente se organiza un curso especial de selección, de dos semanas de duración, para hacer una "criba" de los candidatos.

\* Monografía presentada al seminario por los Sres. Simo Feijoo y Ahti Taskinen, Lahti (Finlandia). (Publicado originalmente con signatura IB/WG.165/31/Rev.1.)

### Aspectos positivos

El establecimiento de un instituto de enseñanza y de un propio sistema de formación en materia de diseño, contribuirá a la satisfacción de las necesidades futuras de su industria. La competencia en el mundo más intensa que existe en los mercados mundiales exige normas de diseño más elevadas. Los diseñadores pueden tener en el tipo existente, pero sólo pueden darlos los diseñadores que han recibido una instrucción. La posibilidad de penetrar en mercados extranjeros es un gran avance. Al seleccionar artificialmente, los consumidores cada vez son más exigentes, lo que puede ser un incentivo.

El instituto de diseño establecido en un país en desarrollo deberá satisfacer las necesidades, tanto de lo posible, de otros países de la región o subregión.

### Aspectos negativos

Aunque los buenos diseñadores no actualmente escasean y en un futuro inmediato se van a necesitar muchos más, a la larga un nuevo instituto podría formar demasiados. Si la industria no puede proporcionar a los nuevos diseñadores trabajo suficiente a sueldos suficientemente altos, es posible que los que tengan más talento emigren a otros países en los que sus diseños podrían ser más apreciados. En este caso, se habrá perdido gran parte de las sumas invertidas en su instrucción. El fenómeno no es nuevo en algunos países de Europa; de hecho, éste es el problema del "éxodo intelectual".

Una de las principales dificultades para establecer un sistema de este tipo consiste en encontrar instructores realmente competentes, capaces y enterados de las últimas novedades. La falta de familiaridad con las condiciones locales, un conocimiento deficiente del país, y quizá ciertos factores políticos, podrían ser obstáculos para conseguir dichos instructores, incluso a sueldos elevados.

Los costos de establecimiento y funcionamiento de un instituto de diseño de este tipo serían elevados, y habrían de pasar 12 años para que reportara beneficios netos.

### Formación en el extranjero

Bien mirado todo, es muy recomendable enviar a la gente joven con talento al extranjero para que reciban allí su instrucción. En todos los países industrializados, especialmente en los Estados Unidos y en la mayor parte de los países europeos, son muy elevados los niveles de la formación en materia de diseño, que por lo general no sólo se imparte, en el idioma del país, sino también en inglés. La selección de los candidatos para esta capacitación se podría hacer por medio de exámenes eliminatorios y de un curso selectivo, como se sugirió anteriormente respecto de los institutos locales de diseño y proyección.

### Aspectos positivos

Del mismo modo que la formación local, la que se recibe en el extranjero podrá satisfacer las necesidades futuras de diseñadores si se puede enviar a un número suficiente de estudiantes. No habrá peligro en este caso de formar demasiado personal porque es fácil limitar el número de diseñadores capacitados al que necesite la industria local.

El nivel profesional de los diseñadores capacitados en el extranjero sería indudablemente más alto que el de los capacitados localmente en institutos de diseño recién establecidos, pues

la enseñanza impartida en los centros de países desarrollados. Su propia experiencia es claramente superior. Es muy importante que los diseñadores tengan muy de cerca las últimas novedades de la industria, establezcan contactos en los mercados internacionales y conozcan personalmente la competencia que existe en ellos. Durante sus vacaciones, los estudiantes de diseño podrían ganar experiencia en la industria moderna. Esta posibilidad es muy importante y conviene fomentar su realización.

Una vez terminada su formación en el extranjero, los nuevos diseñadores podrán transmitir su experiencia y conocimientos al personal local, lo que tendrá efectos positivos sobre la industria del país.

#### Aspectos negativos

Si el Gobierno ha de financiar la capacitación en materia de diseño, como suele ocurrir, los diseñadores normalmente se comprometen a permanecer durante cierto tiempo al servicio del Estado. En opinión del autor, el Estado muy rara vez les puede ofrecer un trabajo que corresponda a su nivel de instrucción, y por lo tanto existe el peligro de que se conviertan en meros funcionarios y no en diseñadores originales. Es muy importante que el diseñador emprenda un trabajo activo al servicio de la industria inmediatamente después de terminar su período de formación; su mayor incentivo será ver los resultados de su trabajo y el éxito de éste en el mercado.

Si la industria no puede emplear a tales diseñadores competentes, la consecuencia puede ser que éstos se queden en el país en el que recibieron su formación, especialmente si allí encuentran mejores perspectivas económicas, a menos que el Estado les exija que vuelvan a su país. Si se quedan en el extranjero, sus conocimientos y competencia no habrán reportado ningún provecho a sus países respectivos.

La instrucción en el extranjero requiere el mismo tiempo que la que se imparte en el país. En ambos casos, los resultados prácticos sólo se manifestarán al cabo de varios años, pero la calidad de los diseñadores formados en el extranjero será mejor que la de los otros, como se ha indicado anteriormente. Es preciso recordar que la educación en el extranjero es muy costosa, puesto que requiere un largo período de residencia, de tres a cuatro años por término medio.

#### Importación de diseñadores

La migración de diseñadores de un país a otro es muy corriente desde hace tiempo. Una de sus razones es la internacionalización de los productos. Las características nacionales de los artículos tienden a desaparecer, porque, para ser rentable, la producción ha de hacerse a gran escala.

Cuando varias fábricas están dispuestas a cooperar con diseñadores extranjeros, los resultados suelen ser buenos. Por ejemplo, la cooperación entre un diseñador de Tailandia y una empresa de muebles europea ha tenido mucho éxito y ofrece un interés internacional considerable en la esfera del mueble.

### Aspectos positivos

La importación de diseñadores permite crear nuevas colecciones vendibles en un período bastante breve. Se puede contar del momento en que los diseñadores llegan a pieles, crean, elaboran y detallan la fábrica y los métodos de producción. Adicionalmente, puede haber un "know-how". Este sistema puede ofrecer mucha información a la industria local respecto a su estructura y a la manera de hacerla.

### Aspectos negativos

Por lo general, a una cierta distancia de un país industrializado le va a resultar difícil competir con el trabajo local. Sus intentos de acostumbrarse a la manera de hacer las cosas en el extranjero por un tiempo y sus lentos progresos quizá le hagan perder interés por el desarrollo de la producción local. Además, si los sueldos locales son relativamente inferiores a los de su propio país, este hecho puede influir sobre el tiempo que tarde en regresar a su país de origen.

Si la remuneración del diseñador se basa en un canon, la producción en serie deberá ser realmente voluminosa para que aquél pueda ganar tanto como en su propio país, ya que los precios en fábrica locales son muy inferiores a los de los países industrializados. Si solamente tiene un contrato de trabajo de unos cuantos años, su remuneración tal vez llegue apenas a cubrir los gastos de viaje, de regreso a su país y de readaptación en éste de su trabajo. Además, al perder contacto con las principales tendencias y novedades en su esfera durante varios años, es muy posible que la calidad del trabajo del diseñador importado decline. La vida en un clima diferente y la interrupción de su vida social normal pueden acelerar esta disminución de su capacidad de trabajo. En resumen, es difícil importar del extranjero diseñadores realmente competentes e, incluso cuando puede hacerse, su utilidad a largo plazo suele ser limitada.

### Importación de planos y diseños

Es muy corriente utilizar planos y diseños importados. Se pueden obtener de diseñadores con los que se hayan establecido relaciones anteriormente, o acudiendo a diseñadores de reputación internacional.

### Aspectos positivos

Cuando se importan planos y diseños se puede conseguir una colección vendible en un período razonablemente breve. Sin embargo, es preciso proporcionar información acerca de las posibilidades de producción y ponerse de acuerdo respecto a la forma de pago. El nivel técnico de la industria local progresará con las nuevas demandas que se le hagan. Se puede decir que la industria mejorará a medida que disminuya la distancia entre los diseños internacionales y los locales.

### Aspectos negativos

El valor de los planos y diseños importados puede disminuir si las grandes distancias y la falta de contactos personales dan como resultado que el diseñador pierda interés, especialmente si su remuneración no se ha definido con exactitud. Esta falta de cooperación entre las partes puede dar lugar a malos resultados y conducir a la terminación de la relación de trabajo.

### Producción bajo licencia

La producción bajo licencia puede ser muy ventajosa y económica para las industrias internacionales. Este método permite a una empresa local conseguir productos bien conocidos y obtener "know-how" industrial.

#### Aspectos positivos

La producción bajo licencia permite producir buenos modelos bien conocidos. Cuando los productos seleccionados ya han tenido éxito en otros mercados, existe menor incertidumbre acerca de su aceptabilidad en el mercado nacional. Facilita los esfuerzos tendientes a modernizar y ampliar la producción y puede permitir la instalación de nuevas máquinas que podrían aumentar mucho la capacidad de producción. Proporciona nuevas posibilidades de exportación a los países en los que aún no existe un licenciario. En resumen, la producción bajo licencia es una manera muy económica de conseguir diseños realmente buenos si ambas partes proceden con buena fe y equidad.

#### Aspectos negativos

Por otra parte, cada empresa debe tener sus propios objetivos para el desarrollo de diseños. La producción bajo licencia, durante largos períodos y con éxito continuo, probablemente significará el fin de los planes del licenciario acerca de sus propios diseños futuros. Su independencia y originalidad correrán el peligro de desaparecer. Además, si el licenciario no tiene una política propia en materia de diseños y el licenciante interrumpe la cooperación, surgirán dificultades para reemplazar los productos que se dejan de producir.

Toda empresa local está obligada con su comunidad a no fabricar demasiados de sus productos bajo licencias extranjeras. A la larga, deberá contar con sus propios diseñadores, cosa que nunca conseguirá si su producción se realiza enteramente bajo licencia.

A menos de que se garanticen volúmenes de producción suficientemente grandes, será difícil conseguir una cooperación entre el licenciante y el licenciario. Además, el licenciante no puede controlar la calidad de los artículos que se producen localmente y quizá se sienta descontento a la larga.

### Manufactura basada en los diseños de clientes extranjeros

En Finlandia, varias cadenas importantes de venta de muebles y empresas de servicios interiores cuentan con sus propios diseñadores. Las cadenas compran sus colecciones a las fábricas que les suministran sus productos en las mejores condiciones. Las nuevas empresas de los países en desarrollo podrían competir con éxito de esta manera, aunque se presentarían problemas con respecto a los costos de transporte, incluso si los costos de producción fueran comparables y la calidad aceptable. Además, a las oficinas de diseño puede resultarles difícil satisfacer a sus clientes utilizando modelos especialmente ideados para entrega rápida. Las grandes fábricas han planeado su producción con años de anticipación y las pequeñas, si la entrega es urgente, piden precios demasiado elevados para que la operación sea rentable. Las fábricas locales podrían intervenir con éxito en esta situación, siempre que la calidad de sus productos fuera aceptable.

### Aspectos positivos

La manufactura basada en los diseños de clientes extranjeros obliga a la industria del mueble del país a producir artículos que satisfagan las normas internacionales de calidad. Además, evita la necesidad de realizar inversiones de comercialización en otros países. Preparación un sereno para la industria local y desarrolla mejores métodos de producción. También puede conducir a la adquisición de nuevas máquinas en sustitución de las antiguas.

### Aspectos negativos

Si las entregas se han de completar antes de un plazo acordado, quizá se trastorne el programa de la fábrica. Además, los clientes no siempre conocen las capacidades de producción locales y puede ocurrir que sólo parte de un pedido se pueda satisfacer en una fábrica local determinada. Cuando esto ocurre, los clientes suelen ampliar todo el pedido y hacérselo a otra fábrica.

### Concursos internacionales de diseños de muebles

Uno de los métodos que se emplean con frecuencia para adquirir una nueva colección de diseños, especialmente cuando una fábrica considere que necesita nuevas ideas, consiste en patrocinar un concurso internacional de diseños. En este caso es importante que el jurado disfrute de reputación internacional. El concurso puede tener varias partes; diseños de muebles para el hogar, de muebles para hoteles, etc. El programa debe dar descripciones muy exactas de las capacidades de producción y de los materiales que se puedan usar.

### Aspectos positivos

El resultado del concurso se debe conocer y publicar en un plazo relativamente breve. Si ha despertado un interés real entre diseñadores competentes, la colección será nueva y adecuada para los mercados internacionales. Los nuevos diseños pueden sugerir formas de modernizar los métodos de producción y de familiarizar a los fabricantes locales con diseños modernos.

### Aspectos negativos

Un inconveniente de los concursos internacionales de diseños es su costo, relativamente elevado no sólo en cuanto a su realización, sino también porque su influencia sobre la producción no suele durar mucho. Si los premios ofrecidos están por debajo del nivel internacional usual, el concurso despertará poco interés, con el resultado de que se presentarán a él viejos diseños que hayan resultado inservibles en otras fábricas.

Si las capacidades de producción no se especifican con claridad, los resultados podrían ser inciertos, puesto que los diseñadores que se presenten al concurso no conocerán la industria local.

### Conclusiones

Resumiendo todo lo anterior, el autor expone, a título personal, las conclusiones siguientes. La formación en el extranjero de diseñadores locales será la mejor solución pensando en un

futuro lejano, si la industria desea realmente diseñadores verdaderamente capaces. La rápida evolución de los métodos y mercados modernos obliga a la industria local a mantenerse al día. No basta con que la fábrica dé trabajo a sus diseñadores, sino que, además, debe mantener al mismo nivel que los de otros países. Esto se puede conseguir enviándolos periódicamente a las ferias, reuniones de diseñadores, etc., a fin de que estén al tanto de la evolución internacional en su propia rama. También es muy importante mantener contactos internacionales ininterrumpidos, si se desea que la producción compita con éxito en mercados que, ya de por sí, son difíciles. Las entrevistas y los contactos con los compradores son siempre útiles para los diseñadores. A corto plazo, la producción bajo licencia será la mejor manera de conseguir soluciones rápidas y útiles. Puesto que la industria local, por el momento, es incapaz de ofrecer productos de diseño propio, este sistema parece ofrecer una solución natural. Además, la producción bajo licencia es un arreglo equitativo y sus costos son muy razonables.



## 12. CONDICIONES DE TRABAJO DE LOS DISEÑADORES DE MUEBLES EN LOS PAISES ESCANDINAVOS\*

Se puede decir que, por razón de sus condiciones de trabajo, los diseñadores de Escandinavia, y especialmente los de Finlandia, entran en una de las tres categorías siguientes: los que trabajan por su cuenta y cuya remuneración consiste totalmente en cánones; los que perciben un sueldo fijo y además un canon por los productos manufacturados según sus diseños; y los que reciben solamente un sueldo (quizá con beneficios marginales como, por ejemplo, una vivienda o el uso de un automóvil). Desde luego, existen diseñadores que no encajan exactamente en ninguna de estas tres categorías; por ejemplo, un decorador de interiores puede ocasionalmente diseñar muebles, pero no sabe considerar a esta actividad como su profesión. Sin embargo, la división antes expuesta constituye un buen punto de partida para nuestro análisis.

Antes de seguir adelante conviene hacer una advertencia. Los diseñadores de muebles, por lo menos en Finlandia, tienen una gran movilidad, por lo que su distribución en las tres categorías mencionadas cambia constantemente. También existe la cuestión de definir qué es un diseñador profesional plenamente dedicado a este trabajo. En opinión del autor, en Finlandia sólo existen unos 40 diseñadores de muebles con dedicación total en activo, aunque este número no es más que alrededor del 23% del número de miembros de SIO, la sociedad de diseñadores de interiores.

Vamos a examinar las condiciones de trabajo de las tres categorías generales y comparar sus ventajas e inconvenientes.

### Sueldos y remuneraciones

#### Diseñadores que trabajan por cuenta propia

Los diseñadores que trabajan por cuenta propia reciben su remuneración en las distintas formas siguientes: 1) simples cánones, quizá con un pago previo inicial (anticipo); 2) una suma fija relativamente grande más un canon proporcionalmente pequeño; 3) inversamente, una suma fija relativamente pequeña y un canon relativamente grande; 4) una suma global por cada diseño aceptado; y 5) un sueldo por un plazo fijo (por ejemplo, dos años) con la obligación de completar un número determinado de diseños (por ejemplo, tres sillas).

Desde el punto de vista del diseñador, el sistema 1 ofrece la importante ventaja de permitirle conservar su independencia; si recibe un anticipo sobre sus cánones, quizá pueda dedicar un tiempo considerable a un diseño dado. Además, si trabaja, por ejemplo, con tres empresas diferentes, la cesación de la relación de trabajo con una de ellas no será catastrófica; habrá

---

\* Monografía presentada al seminario por Ahti Taskinen, Lahti (Finlandia). (Publicada originalmente con signatura ID/WG.105/47.)

perdido, al menos alrededor de una tercera parte de sus ingresos y tendrá libertad para establecer nuevas remuneraciones de trabajo. Existe, sin embargo, el inconveniente de que tendrá que pagar todos los costos del desarrollo tecnológico y correr todos los riesgos antes de que se venda su diseño, suponiendo que llegue a venderse. Por otra parte, los diseñadores tienen la impresión de que en este sistema su remuneración tiende a ser demasiado pequeña.

En el sistema 2, la suma fija relativamente elevada y menor relativamente pequeño- el proyectista tiene bastante independencia y la empresa que le emplea paga parte de los costos del desarrollo tecnológico. En cambio, se considera que la remuneración total del diseñador sigue siendo demasiado baja, y que también debe afrontar una proporción demasiado elevada de los riesgos.

En el sistema 3, cuando la suma fija es mayor y la suma fija menor, el diseñador sigue conservando la gran parte de su independencia. Cuando los cálculos son acertados, esta relación puede ser ventajosa para ambas partes. La dificultad estriba, naturalmente, en establecer las sumas a satisfacción de ambas partes; las negociaciones pueden degenerar en un regateo muy poco elegante.

Con el sistema 4 -suma global por cada diseño aceptado- el diseñador tiene la ventaja de que recibe su remuneración inmediatamente. En cambio, tiene que correr con todos los costos del desarrollo tecnológico. Además, también será preciso negociar la suma global, lo que puede originar el mismo tipo de regateo desagradable que el sistema 3 descrito anteriormente. Y encima ambas partes padecen el inconveniente de que el trabajo no es continuo.

Finalmente, con el sistema 5, si el diseñador que trabaja por su cuenta firma un contrato por cierto período, según el cual habrá de producir un volumen de trabajo determinado en un plazo dado y por una remuneración establecida, pierde su independencia mientras dure el contrato. Sin embargo, quizá pueda compensar esta desventaja con la posibilidad de realizar investigaciones libre de presiones financieras inmediatas.

#### Diseñadores que perciben un sueldo y cánones

El autor tiene entendido que en Finlandia no hay diseñadores cuyo trabajo se base en un arreglo con un fabricante de muebles por el cual reciban un sueldo y cánones. Sin embargo, dado que los arreglos de este tipo pueden ser muy ventajosos tanto para los diseñadores como para los fabricantes, es probable que se empiecen a concertar en el futuro; en realidad, ya se han hecho algunos experimentos en este sentido. Dichos arreglos son generalmente de dos tipos: 1) el pago de un sueldo fijo, complementado por cánones por los muebles diseñados durante la duración del contrato, y 2) el pago de un sueldo fijo más un canon normal. En este caso, se considera que el salario es un anticipo (pago previo) deducible de los cánones, pero esto no es totalmente exacto, puesto que el diseñador que se encuentre en esta situación tiene normalmente otras obligaciones, como la de participar en exposiciones.

Con el primero de estos sistemas, es decir el pago de un sueldo fijo más cánones por los muebles diseñados durante la duración del contrato, la principal ventaja para el diseñador es la continuidad de sus ingresos. Incluso si más tarde desea cambiar de empleo o trabajar por cuenta propia, seguirá recibiendo ingresos por su trabajo anterior. También puede dar prioridad a sus propias ideas con respecto a las de su empleador, lo que, por otra parte, para dicho empleador puede ser un inconveniente.

Seguendo el segundo sistema, es decir, el pago de un sueldo fijo más un canon normal, la situación es muy similar a la que se presenta con el primero. El principal inconveniente, desde el punto de vista del diseñador, es que su sueldo quizá sea demasiado bajo.

#### Diseñadores que sólo perciben un sueldo

Cuando un diseñador recibe un sueldo fijo, y quizá algunos beneficios marginales, como una vivienda o el uso de los automóviles de la empresa, pero no recibe cánones ni otras remuneraciones complementarias, es probable que su sueldo sea bastante considerable. Mientras continúa la relación, la situación del diseñador será satisfactoria. Sin embargo, una vez que ésta termine no conservará ningún derecho sobre su trabajo anterior ni recibirá ningún ingreso por el mismo.

#### Lugar y tiempo de trabajo

##### Diseñadores que trabajan por cuenta propia

El diseñador que trabaja por cuenta propia lo hace normalmente en su propio estudio y al ritmo que él decide. Sin embargo, sus ingresos tenderán a fluctuar si cambia su productividad, la situación en el mercado, la moda, etc. Además, quizá le resulte difícil mantener contacto con sus fuentes de encargos y corre el peligro de perder familiaridad con los métodos de producción de sus clientes. Otra cuestión es que pueden surgir dificultades cuando los ritmos de trabajo del diseñador y del fabricante son muy diferentes.

##### Diseñadores que perciben un sueldo y cánones o solamente un sueldo

Los diseñadores que reciben un sueldo, con o sin cánones, trabajan generalmente en una fábrica con un horario de trabajo normal. Tienen la ventaja de estar en estrecho contacto con el resto del personal y recibir su ayuda en el trabajo. Además, están al tanto de los métodos de producción y los recursos, mecánicos y de otro tipo, del fabricante. En cambio, algunos encuentran deprimente el ambiente de la fábrica. Además, consideran a veces que pierden contacto con el mundo exterior y les resulta imposible considerar su trabajo en relación con la vida humana.

Un horario de trabajo fijo es especialmente desagradable para personas creadoras como los diseñadores. Seguendo un sistema en el que se controle el tiempo durante el horario de trabajo normal, el diseñador debe atender a su desarrollo profesional y buscar estímulos externos en su tiempo libre. Desde luego, existen las visitas a ferias, pero suelen ser breves y en esas ocasiones el diseñador está muy ocupado.

#### Relaciones de trabajo y empresas

##### Diseñadores que trabajan por cuenta propia

El diseñador que trabaja por cuenta propia suele recibir sus encargos directamente del gerente de una fábrica. Conserva su independencia y no necesita limitarse a ciertos tipos de muebles. A medida que se desarrolla esta relación, la confianza entre ellos tiende a aumentar, y el intercambio de información es más libre y abierto. Los riesgos están divididos entre ambas

partes. Además, cuando un diseñador independiente acepta encargos de varios fabricantes distintos, le resulta más fácil proponer soluciones adecuadas a la situación general de la industria, sin transmitir información sobre un proveedor a otro de la competencia. Por otra parte, si no se desarrolla esta relación continua, a largo plazo los contactos del diseñador con las fuentes de encargos serán casuales y breves y éste se encontrará con que tiene que correr con todos los riesgos.

Así pues, el diseñador que trabaja por cuenta propia tiene que acabar concentrándose en uno o pocos fabricantes, y por lo tanto dependerá de ellos hasta cierto punto. Con frecuencia, no le divinizan las verdaderas necesidades del cliente, pues este último quizá no desee darle información que podría ser valiosa para un competidor. Tal vez su principal desventaja sea que no participa en el proceso de adopción de decisiones; el cliente puede aceptar o rechazar sus diseños según le parezca. Además, por razones de costo, los fabricantes suelen mostrarse remisos a aceptar un diseño de un diseñador independiente que pudiera convertirse en un éxito de venta; la remuneración y/o el canon serían demasiado grandes. El trabajo de este tipo generalmente se encarga a un diseñador a sueldo.

#### Diseñadores que perciben un sueldo y cánones o solamente un sueldo

Un diseñador que trabaja a sueldo, con o sin cánones, generalmente trabaja por encargo. Lo más corriente es que forme parte del equipo de desarrollo tecnológico de un fabricante. Participa en todas las decisiones cuando se empieza a producir un artículo, incluida la compra de nuevos materiales, pinturas y accesorios. Normalmente, el empleador corre con todos los riesgos y proporciona información exacta sobre las necesidades y capacidades de la fábrica. En este caso, el diseñador cuenta con el apoyo de toda la organización y tendrá muchas posibilidades de realizar trabajo de equipo, de investigación especializado.

Por otra parte, este trabajo en equipo pocas veces da buenos resultados, y la relación empleador-empleado suele ser desagradable para una persona creadora como el diseñador. Este tendrá que seguir los planes de desarrollo de su empleador y quizá tenga que dedicarse a tareas rutinarias o poco gratas, como por ejemplo modificar los diseños de empresas competidoras, resultándole difícil negarse a hacerlo.

Con suma frecuencia, cuando un diseñador a sueldo ofrece una idea nueva y original, los encargados de tomar las decisiones la rechazan inmediatamente, ya que tienden a menospreciar la competencia de sus propios empleados. Cuando esto ocurre, el diseñador no puede ofrecer la idea a otros fabricantes, y ese es el fin de dicha idea.

Puede decirse que la relación empleador-empleado suele ser poco estimulante para un diseñador. Este evalúa y trabaja siempre con las mismas personas, año tras año, y acaba por parecerse a ellas puesto que conoce sus opiniones, actitudes y reacciones de antemano. Además, corre el riesgo de encontrarse enredado en las diversas intrigas que hay en la mayoría de las grandes organizaciones.

Relaciones con los consumidores, detallistas  
y agentes de la fábrica

Diseñadores que trabajan por su cuenta

Cuando un diseñador independiente está en contacto con diversos fabricantes, puede conseguir una amplia gama de información. Por lo tanto, puede observar la situación con una perspectiva más amplia que otro que se encuentre vinculado a una empresa, y puede intentar ver las cosas desde el punto de vista del consumidor.

Por otra parte, sus verdaderos contactos con el público consumidor son generalmente bastante superficiales, y la información que recibe suele estar anticuada. No puede haber encuestas entre los consumidores, los vendedores al por menor o los representantes de fábricas, por lo cual no dispone de información actualizada acerca de lo que se vende, dónde y cómo.

Diseñadores que perciben un sueldo y  
cánones o solamente el sueldo

Los diseñadores que se encuentran en la situación de empleados de una empresa tienen muchas posibilidades de establecer contactos con los consumidores. Además, reciben directamente información del mercado. Sin embargo, parte de esta información pierde exactitud al perder precisión, a medida que transcurre el tiempo y va pasando del consumidor al vendedor al por menor, al gerente de ventas al por menor, al representante de la fábrica, al gerente de ventas y finalmente al diseñador. Además, gran parte de la información acumulada de este modo no es adecuada para utilizarla en fábrica y nunca se llega a usar.

Investigación y desarrollo tecnológico

Hasta el momento, la investigación y el desarrollo tecnológico han desempeñado papeles insignificantes en la industria del mueble. El procedimiento tradicional ha sido y sigue siendo el método empírico del tanteo. Sin embargo, la investigación y el desarrollo tecnológico tienen su importancia.

Diseñadores que trabajan por cuenta propia

Si un diseñador independiente realiza por cuenta propia algún trabajo de investigación y desarrollo tecnológico, puede basar sus diseños en el mismo y ofrecerlos a la empresa que considere más capaz de utilizarlos al máximo. Si le rechazan esta oferta, puede presentarse a otras empresas con las mismas ideas. Sin embargo, en la práctica, el diseñador que trabaja por su cuenta carece de los recursos necesarios para realizar investigaciones de este tipo.

Diseñadores que perciben un sueldo y  
cánones o solamente un sueldo

Los diseñadores que trabajan para una empresa a sueldo, o con un sueldo más cánones, disponen de toda la información sobre los nuevos materiales y otras novedades de la rama del mueble, puesto que todos estos datos se presentan en primer lugar a los fabricantes. Por otra parte, sigue siendo cierto que la mayoría de las empresas de fabricación de muebles no tienen mucho interés en el trabajo de investigación y desarrollo tecnológico. A pesar de todo, no es improbable que si sigue la evolución actual de la industria del mueble, llegue un momento en el que el trabajo de investigación y desarrollo tecnológico resulte tan importante en ella como ya lo es en muchas otras ramas industriales.

Conclusión

Aunque el punto de vista del autor ha sido primordialmente el del diseñador, ha procurado hacer también un estudio de los intereses del fabricante. En realidad, así es como debe ser; los intereses de las dos partes son más convergentes que divergentes. A fin de cuentas, lo que ambos desean es producir muebles atractivos y prácticos a precios asequibles, de una manera que resulte beneficiosa para todos.

## EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE PRODUCTOS EN UNA GRAN EMPRESA DE FABRICACION DE MUEBLES

Es muy típico y serena muy moderno tener que el desarrollo de productos está orientado hacia el diseño, pero en la práctica a los diseñadores determinando con las posibilidades de la planta de producción, en la empresa del autor, por ejemplo, el personal de producción entra en la oficina de proyección y dice "El consumidor quiere un nuevo de oro, así es que ya pueden empezar a producirlo". Más bien preguntará "¿Tenemos alguna posibilidad de ponerlo a producir de otra manera, nuevos de oro?". Si la respuesta es "No", se le dice al consumidor que en realidad no desea un nuevo de oro, e intentamos convencerle de que compre alguna otra cosa que podamos producir.

Por lo tanto, sería más correcto decir que el desarrollo tecnológico de productos está orientado hacia el diseño. Aunque la palabra "diseño" tiene muchos significados, el fundamental es técnico, es decir, la creación del modelo de algún objeto. Sin embargo, en Finlandia y en los demás países escandinavos la palabra indica algo más; tiene un valor casi místico. Está muy relacionado con las artes en general y con la escultura en particular. Cuando un finlandés oye la palabra "diseño" entiende que no sólo se toma en cuenta la técnica sino también la estética. Así ocurre respecto a los diseños de cualquier clase, sea de muebles, artículos de cristalería, de cerámica, o de cualquier otro tipo.

También se ha de admitir que la palabra "diseño" se ha convertido en un término publicitario. En el presente trabajo se la utiliza en el contexto de la comercialización y la utilidad, y no en un sentido puramente técnico.

El desarrollo tecnológico de productos en la fábrica del autor también está orientado hacia los materiales, en cuanto que la materia prima principal es el abedul finlandés; todo lo que ocurre en la fábrica se deriva en última instancia del hecho de que el abedul abunda en Finlandia. Incluso cuando se utiliza metal, fibra de vidrio y plásticos, estos materiales no representan más que experimentos ajenos a la actividad diaria, sobre la que se basa la economía de la empresa, de la elaboración del abedul. Incluso las pinturas y los materiales de tapizado se subordinan siempre a la madera de abedul. Por otra parte, es de observar que el desarrollo tecnológico de productos está orientado hacia los materiales, en el sentido de que aceptamos el hecho de que se va disponiendo de materiales nuevos. Estamos casi impacientes por experimentar con ellos; pero no estamos dispuestos a incorporarlos a nuestras instalaciones de producción final mientras no tengamos la seguridad de que se seguirán utilizando en la producción de muebles, por lo cual nuestra producción ha seguido basada en la madera incluso después de la aparición de los plásticos y otros materiales.

<sup>1</sup> Biografía presentada al seminario por Aho Erttunen, Aho, Ltd., Lahti (Finlandia). (Publicada originalmente con signatura II/50, 103/44).

El desarrollo de productos tecnológicos de productos intervinen directamente  
en el desarrollo de productos diferentes, como la fabricación, ingeniería, materiales y productos  
de desarrollo. Estas tareas se trata de la empresa y esta es la más importante.  
El desarrollo de productos se realiza una vez por semana y en él participan también representantes  
de la ingeniería de productos, ingeniería de fabricación, ingeniería del personal de venta al por menor  
y el personal de marketing. El gerente de nuestra planta de transformación de madera preside estas  
reuniones. El personal de ingeniería de productos, ingeniería de fabricación, ingeniería de marketing,  
ingeniería de personal de venta al por menor y el personal de marketing se reparten entre dos  
grupos de trabajo que se ocupan de los muebles para el hogar y el grupo de los muebles fabricados  
para las instituciones. Naturalmente, parte del personal trabaja en ambas esferas,  
pero en las reuniones de ambos grupos. En ambas esferas las personas que en su trabajo diario  
trabajan en una esfera sólo participan en las reuniones del grupo correspondiente.  
El personal de ingeniería de productos, ingeniería de fabricación, ingeniería de marketing y el personal  
de ingeniería de personal de venta al por menor se ocupan de los muebles para el hogar. El personal de ingeniería  
de productos, ingeniería de fabricación, ingeniería de marketing y el personal de ingeniería de personal de venta al por menor  
se ocupan de los muebles para las instituciones. El personal de ingeniería de productos, ingeniería de fabricación,  
ingeniería de marketing y el personal de ingeniería de personal de venta al por menor se ocupan de los muebles para el hogar. El personal de ingeniería  
de productos, ingeniería de fabricación, ingeniería de marketing y el personal de ingeniería de personal de venta al por menor se ocupan de los muebles para las instituciones.

La responsabilidad recae sobre el director de comercialización. Proporciona  
los recursos necesarios para las operaciones, aunque no es más que un miembro del comité. No es el  
presidente del comité ni tiene especial autoridad en éste.

El desarrollo de productos parece ser algo que se pueda encontrar en los libros de texto  
de ingeniería de productos tecnológicos de productos; es algo que se ha ido desarrollando  
a lo largo del tiempo por la empresa, en reacción a la evolución de sus necesidades y de acuerdo con  
las capacidades de su personal. Por lo tanto, no es un concepto que se haya impuesto a la  
comercialización, por considerarse que es así como debe realizarse el desarrollo tecnológico de  
los productos; es algo que hemos ido desarrollando a lo largo de años de experimentos y consi-  
deramos que siempre estará sujeto a modificaciones. Puede modificarse en cualquier momento en  
que sura una situación en la que un sistema diferente parezca mejor. Creemos que la caracte-  
rística más importante de nuestro sistema de desarrollo tecnológico de productos es que con él  
hemos conseguido los resultados que se pueden observar en nuestras salas de exposición y en  
nuestro almacén. La razón principal es que hemos procedido de un modo flexible y que hemos  
procurado estar siempre al tanto de lo que ocurre por medio de diferentes tipos de personas que  
participan en las reuniones, como por ejemplo alguien que conozca el mercado americano, otro  
que conozca el mercado finlandés, etc; finalmente, estas personas, en cooperación, han desarro-  
llado nuevos productos. Nunca ha sido la actuación de una sola persona; la clave ha sido  
siempre el trabajo en equipo.

Volvamos a la cuestión del diseño, especialmente al significado casi artístico de esta  
palabra para los finlandeses. El comité de desarrollo tecnológico de productos no realiza  
sus propios diseños; sólo examina los dibujos y prototipos que se le presentan. Utilizamos  
mucho los servicios de diseñadores que trabajan por cuenta propia; apenas disponemos de  
diseñadores de plantilla a los que el comité pueda decir "Puesto que Asko paga su sueldo, haga  
esto para nosotros". No, sigue siendo una relación muy liberal, muy democrática, en la que el  
diseñador puede negarse categóricamente a hacer algo si no le interesa lo que dice la gente  
de Asko. Esto es muy importante, porque nos permite conseguir diseños que las secciones de

comercialización o producción nunca podrían imaginar. Estas personas son especialistas en las materias, pero no necesariamente en diseño, y por lo menos en las tentativas tentativas de hacer los diseños son los que han de hacer este trabajo, y por lo tanto utilizamos todo posible con servicios de diseñadores independientes.

Desde luego, a veces les decimos: "Nuestro departamento de comercialización le ventaría una silla de este tamaño y esta forma y que sólo costara tanto", y el diseñador intenta resolver el problema. Pero también se considera en libertad para imaginar cualquier artefacto que sea va a ser del agrado del público, y puede acudir al comité y presentarle sus diseños.

Podría decirse que la mayoría de los diseños de nuestra colección que han alcanzado una gran aceptación internacional, y son frecuentemente han sido objeto de anuncios, fotografías y publicidad en el plano internacional, son diseños que nunca hemos encargado nosotros; más bien nos los encargó alguien que afirmaba tener una idea que encajaría bien en nuestra colección.

Sin embargo, existe otra faceta de la cuestión. Del mismo modo que una cometa necesita una estabilización que le da su cola, la libertad creadora del proyectista se ha de refrenar con los hechos esquetos y fríos que revela el análisis de productos. Esta última función se realiza actualmente por medio de datos computarizados sobre los resultados que hemos obtenido en el pasado y los proyectados, basados en nuestras operaciones cotidianas. Así, aunque por una parte decimos al diseñador "a ver si se le ocurre algo nuevo para nosotros", nuestros datos operacionales nos pueden decir si algunas de las novedades son realizables. Este conflicto es el que dificulta el trabajo del comité; se han de conseguir resultados equilibrados aunque se opera con una mano libre y la otra atada.

Dado el gran volumen de datos computarizados de que disponemos, sería muy fácil decir "Seguros, estas son las cifras; pueden ver lo que va a ocurrir, o sea que hagan esto y lo otro", pero hay que evitar esta manera de proceder. El personal técnico y de comercialización puede estudiar las cifras y decirse que  $2 + 2 = 4$ , pero si el proyectista dice que  $2 + 2 = 5$ , han de aceptarlo. Este enfoque es difícil de explicar y desde luego no figura en los libros de texto. En realidad, puede parecer muy poco comercial, pero es una actitud muy finlandesa y que impulsa el crecimiento de las industrias de exportación de Finlandia.

La investigación de mercados se relaciona principalmente con las actitudes de los consumidores respecto de los muebles, no con el dinero que piensan gastar en ellos. Realizamos investigaciones de mercado y los datos obtenidos son importantes para el funcionamiento del comité de diseño. Seguimos preguntando a la gente si se proponen amueblar un dormitorio el año que viene y qué muebles comprarían para ello, y si preferirían que la cama midiera  $2 \times 2$  metros, ó  $2 \times 2,5$  metros. Recibimos respuestas confusas, porque la gente en realidad no comprende estas preguntas, pero hemos descubierto la forma de analizar las actitudes generales acerca de los muebles, como, por ejemplo, qué piensa la gente al respecto, y si prefieren comprarse un nuevo automóvil o irse de vacaciones a las Canarias en lugar de comprar muebles. De este modo, nos resulta más fácil determinar qué es lo que hace al mueble atractivo para el consumidor.

Volvamos a nuestra actitud respecto al diseño. No estamos de acuerdo en que el funcionalismo en sí mismo sea hermoso; consideramos que es una característica adicional de los muebles, que resulta atractiva. La proyección técnica con frecuencia ha de resolver problemas creados por el diseño estético, a pesar de las muchas dificultades que esto puede suponer.

Por regla general, la estética es la consideración primordial, o quizá no la estética sino la forma dada por el diseñador y aceptada por el comité de desarrollo tecnológico de productos. Prevalere aun en el caso de que el personal de planificación técnica afirme, lisa y llanamente, "no podemos hacer esto". Esta distinción es la que nos autoriza a decir que estamos más orientados hacia la comercialización y el diseño que hacia la producción. Naturalmente, todos estos factores se han de tener en cuenta para que la empresa tenga éxito.

La remuneración de nuestros diseñadores se basa en un canon; reciben cierto porcentaje de los ingresos brutos procedentes de los artículos que han diseñado. No reciben pago inicial, ni anticipo sobre los cánones, ni beneficios adicionales, ni nada más. Por lo tanto, el diseñador corre riesgos. Los hay que acuden a nosotros y nos dicen "Si me entregaran tal cantidad tendría libertad para diseñarles algo extraordinario", pero no queremos correr este riesgo, y hasta ahora hemos tenido éxito. Sabemos que en otros países de Europa, especialmente en Italia y en Francia, se suele pagar cierta cantidad al diseñador, incluso antes de empezar la relación de trabajo, y posteriormente se le paga un canon. No hemos adoptado este sistema, y creemos que es conveniente que el diseñador no esté sometido a presiones. Consideramos que si entregamos al proyectista 5.000 ó 10.000 marcos tendrá la impresión de que ha de producir algo, y cuando estas personas se creen obligadas a hacer algo lo hacen peor que cuando se sienten en libertad para hacerlo o no hacerlo. Creo que estas ideas básicas sobre diseño son muy corrientes, no sólo en mi empresa sino prácticamente en toda Finlandia.

#### 14. LA PROYECCION TECNICA DE PRODUCTOS<sup>2</sup>

Proyección técnica de productos significa la planificación y proyección de cada uno de los detalles de sus partes, de tal manera que su producción en serie sea lo más racional posible, es decir, se pueda realizar al costo más bajo posible. La calidad de cada producto debe cumplir los requisitos que se exijan generalmente al tipo de producto de que se trate; esta calidad no debe ser demasiado elevada ni demasiado baja. La producción en serie es un proceso manufacturero en el que se fabrican numerosos ejemplares de un artículo en una sola tanda, sometiéndose cada ejemplar de la serie a la misma operación en la misma fase del proceso. El número de ejemplares que se fabriquen en cada tanda dependerá mucho de las características del producto, y por lo tanto de su demanda. Por ejemplo, se pueden fabricar sillas de cocina baratas en lotes de 5.000, pero escritorios caros para despachos de directores sólo se pueden hacer en lotes de unos 50. La situación de los almacenes de la fábrica determinará en qué momento se ha de producir una nueva serie de un artículo determinado.

El punto de partida de la proyección técnica de un producto es la idea de este producto, que se habrá obtenido quizá de un diseñador que trabaje por cuenta propia, al que normalmente se le paga un derecho o canon según el número de ejemplares del producto que se fabrique. Desarrollar la idea para adaptarla a la producción en serie exige del personal de proyección técnica un grado elevado de conocimientos especializados y de experiencia respecto a las materias primas, sistemas de fabricación, mecanizado, acabado de superficies, etc. Es especialmente importante que los proyectistas industriales estén plenamente familiarizados con los tamaños, las dimensiones y los precios de las materias primas, las semimanufacturas y los suministros disponibles en el mercado.

#### Necesidad de la proyección técnica de productos

Entre las principales razones que hacen necesaria la proyección técnica de productos en las industrias de ebanistería y de fabricación de muebles figuran las siguientes:

- a) La necesidad de mantener una posición competitiva en el mercado;
- b) La introducción de muchos materiales nuevos, que ha originado la necesidad de desarrollar nuevas formas de producción adecuadas a ellos;
- c) La influencia de los nuevos métodos de producción y de las nuevas máquinas especiales, y la disminución paralela del trabajo manual;
- d) La importancia creciente de la automatización;
- e) El aumento pronunciado del comercio de exportación, especialmente en los países del norte de Europa.

Incluso las fábricas más pequeñas procuran hoy en día realizar sistemáticamente la proyección o el desarrollo tecnológico de productos, estudiando a fondo todos los detalles de la proyección y fabricación de cada producto.

---

<sup>2</sup> Monografía presentada al seminario por el Sr. Pekka Paavola, Instituto Técnico de Lathi (Finlandia). (Publicada originalmente con signatura ID/WG.105/30/Rev.1.)

Requisitos para la producción de productos manufacturados en serie

Los métodos de producción deben ser tales que se cumpla los requisitos siguientes:

- 1) El diseño de los productos para los procesos de manufactura de la planta debe de estar normalizado, por ejemplo, utilizar eficazmente las máquinas de línea automática (como, por ejemplo, las máquinas de hacer espigas por los extremos de las máquinas para el contrachapado de las bordes).
- 2) No debe ser necesario emplear trabajo manual; en la fase de montaje los puntos no se tomarán que hacer a mano.
- 3) El acabado de las superficies se hará dentro de lo posible, antes del montaje (por ejemplo, utilizando máquinas de lijado a "cortina" o de pintado por inmersión).
- 4) En los países en los que la madera es cara y los costos de la mano de obra elevados, la madera maciza se sustituirá, dentro de lo posible, por materiales semimanufacturados de diversas clases que se puedan contrachapar, cubrir con hojas de plástico o pintar. El nivel de desarrollo de la industria y su grado de automatización son factores adicionales que se han de tener en cuenta al seleccionar los materiales.
- 5) Dentro de lo posible, los productos deben ser plegables o desmontables a fin de reducir los costos de almacenamiento y de envío, especialmente en el comercio de exportación.
- 6) Se deben poder utilizar como componentes piezas similares en tantas partes de un producto y en tantos productos como sea posible.
- 7) Las dimensiones, ensambles, accesorios de metal, etc., deben estar normalizados todo lo posible. Los perfiles, piezas redondas, etc., han de estar normalizados de acuerdo con las máquinas herramientas de que se disponga en la fábrica.
- 8) Las dimensiones de las piezas de los productos deben permitir utilizar con un mínimo de desperdicio los productos semimanufacturados disponibles en el mercado (figura I).
- 9) Las piezas y los ensambles de un producto estarán proyectados de modo que el mecanizado de cada parte se pueda hacer en una operación de avance pasante (figura II). También es conveniente que se puedan realizar al mismo tiempo varias operaciones de mecanizado, por ejemplo con una máquina conformadora por las cuatro caras (figura III).

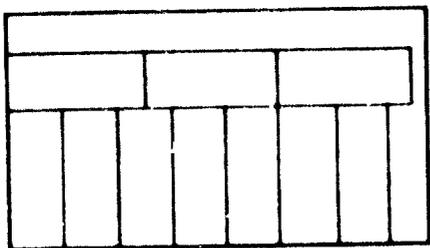
Materias primas para diferentes conjuntos

Con la introducción de los tableros de partículas y de muchos otros productos semimanufacturados se han abandonado muchas materias primas que se empleaban tradicionalmente para la fabricación de diversos elementos. Las materias primas utilizadas hoy en día para elementos planos, como por ejemplo los lados de armario y las estanterías para libros, son principalmente los tableros de partículas y diversos tipos de tableros combinados; es frecuente que la madera maciza se utilice sólo para sillas, cajones, componentes estructurales y bases. Los muebles de madera maciza a base de maderas tropicales se venden a mejores precios en el mercado de exportación y su demanda tiene un perfil diferente.

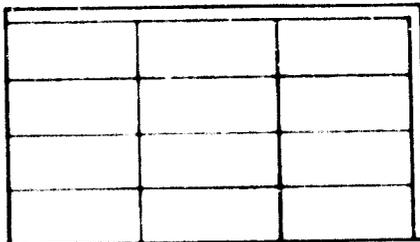
A continuación se pasa revista brevemente a los usos de diversas materias primas en la fabricación de distintos elementos, y a sus características:

- a) Los elementos de muebles de una sola pieza de madera maciza rara vez tienen más de 100 mm de ancho. Entre estos elementos se cuentan las patas y largueros de mesas y sillas, piezas de cajones y otras piezas estrechas.

**Figura I.** Piezas obtenidas aserrando un tablero de partículas de dimensiones estándar de modo que el desperdicio sea mínimo

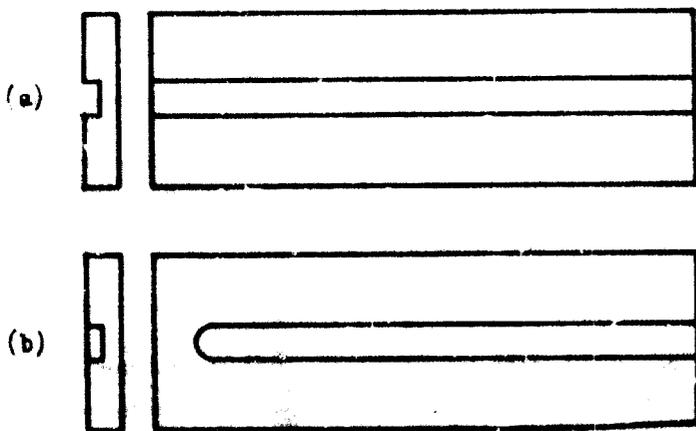


Se obtienen 10 piezas

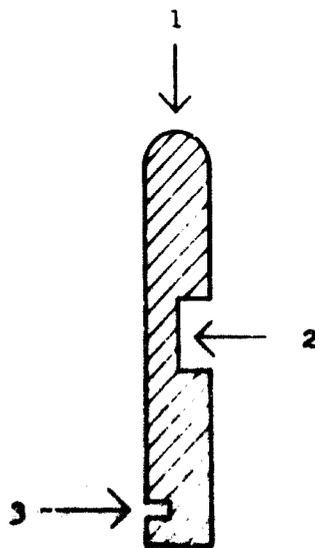


Se obtienen 12 piezas

**Figura II.** Mecanizado de ranuras en operación continua  
a) posible con máquinas estándar  
b) imposible con máquinas estándar



**Figura III.** Un perfil final que requiere tres fases de mecanizado, producido por medio de una máquina conformadora por las cuatro caras



- 1) A fin de reducir los costos, la madera maciza se recubre con frecuencia de chapa. La madera interior puede ser de baja calidad, con tal de que ofrezca suficiente resistencia. Si las piezas de madera interiores son estrechas, por lo general se encolan previamente para formar un panel y después se lijaban y se cubren de chapa. El panel contrachapado se sierra para formar las piezas necesarias y los bordes se cubren también de chapa, como se muestra en la figura IV.
- 2) Los elementos alveolares (figura V) se utilizan con frecuencia en los productos de carpintería (puertas, muebles de cocina); sin embargo, también se usan para las puertas y construcciones a base de marco y paneles. En los elementos fabricados con materiales alveolares las esquinas del marco se engrapillan (sin ensamble) para mantenerlas unidas durante el proceso. El marco se rellena con papel alveolar que se recubre con tablero de fibra, y el conjunto se encola en una prensa hidráulica de encolado.
- 3) Los paneles más utilizados en la fabricación de muebles son los siguientes: el panel de madera maciza, el panel de madera maciza contrachapada, el tablero de partículas contrachapado y el panel con marco. Todos ellos se muestran en la figura VI. Los paneles de madera maciza se contraen y expanden transversalmente a la dirección de la fibra, y por lo tanto se unirán, por ejemplo a una base de mesa, de tal forma que puedan moverse ("buttoning"). En ninguno de los dos tipos de paneles contrachapados se produce contracción y las dimensiones externas de los marcos de paneles también son prácticamente constantes.
- 4) Actualmente los paneles posteriores de armarios y cómodas y los fondos de cajones se hacen generalmente con tableros de fibra duros o semiduros, que se pintan o se cubren de chapa. La madera terciada es mucho más cara.

#### Ensamblés

El ensamble de espiga (figura VII) ha ido ganando rápidamente popularidad como método general de ensamblar elementos estructurales de muebles. Sus principales ventajas son las siguientes:

- a) Su mecanizado se puede hacer con sencillez y exactitud con una máquina de taladrar múltiple; los dos componentes del ensamble encajan siempre con precisión.
- b) La introducción de las espigas se realiza rápidamente con un dispositivo especial.
- c) El ensamble es fácil de montar.
- d) Las perforaciones no influyen apenas sobre la resistencia de la madera porque sólo se cortan las fibras de una superficie muy pequeña.
- e) El acabado de la superficie se puede realizar con una máquina de revestimiento a cortina, después de practicar las perforaciones pero antes del montaje, puesto que la laca que entre en las perforaciones no influirá sobre el proceso de encolado (a menos, naturalmente, que existan grandes superficies abiertas en las superficies que se han de unir).
- f) El consumo de materia prima se reduce, por utilizarse desechos de madera para hacer las espigas.
- g) El uso de los ensambles de espiga facilita la racionalización y la automatización.
- h) El ensamble de espiga es el más adecuado para los conjuntos a base de tableros de partículas.

Entre los ensambles tradicionales, los siguientes son bastante adecuados para los procesos de manufactura modernos: el ensamble de espiga derecha, el de ramura y lengüeta y el de inglete; en la figura VIII se muestran sus diagramas.

El ensamble de espiga invisible (figura IX) se ha utilizado tradicionalmente en la fabricación de muebles, pero actualmente se emplea menos porque su mecanizado requiere mucho tiempo y porque la ecopleadora de formón hueco que se utiliza produce superficies interiores bastas, lo que reduce la resistencia del ensamble encolado.

Figura IV. Componentes de la madera maciza contracapada

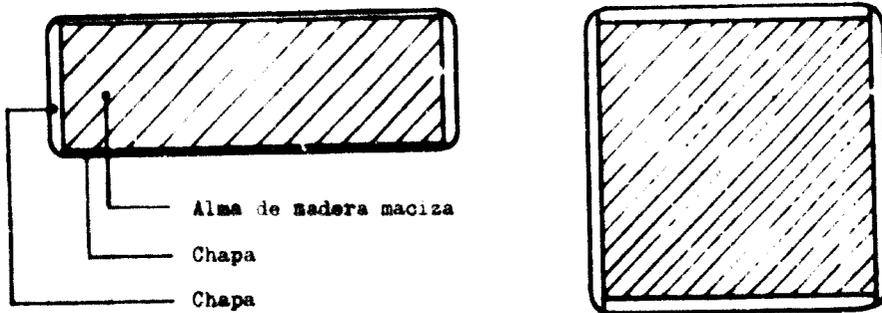


Figura V. Construcción de marco y material alveolar  
utilizada frecuentemente en puertas y  
muebles de cocina

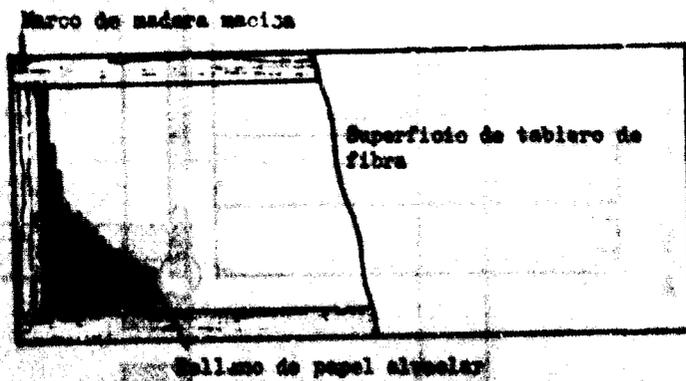
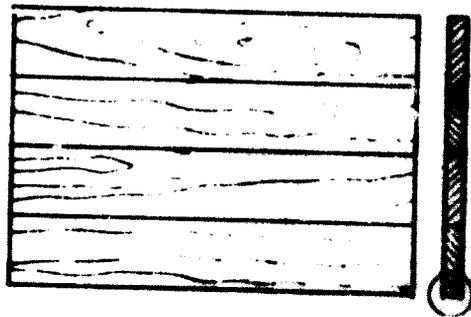
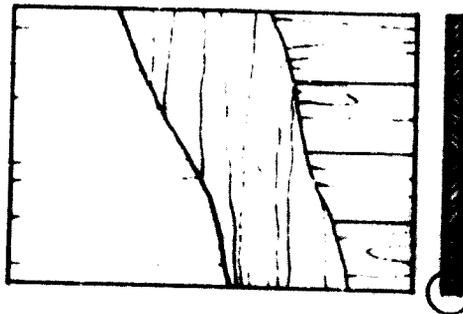


Figura VI. Cuatro tipos corrientes de paneles para muebles

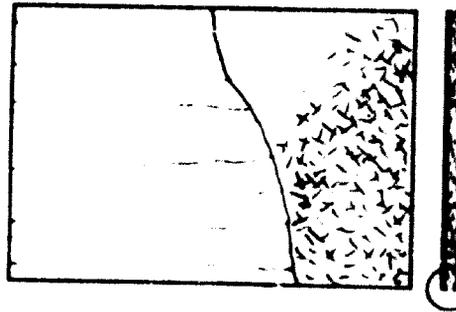
Madera maciza encolada



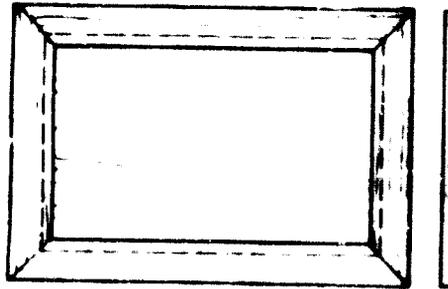
Madera maciza contrachapada



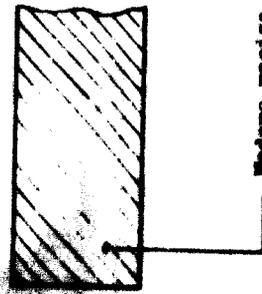
Tablero de partículas contrachapado



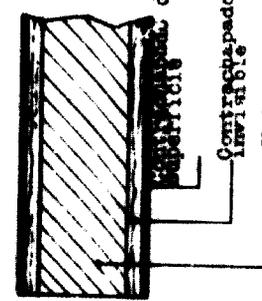
Construcción con marco



Madera maciza



Superficie de



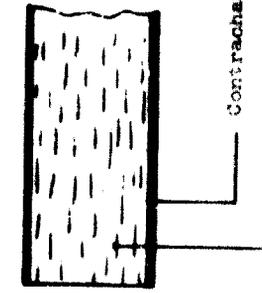
Contrachapado

limpiado

Madera maciza

Contrachapado de superficie

Tablero de partículas





Para facilitar los ensambles, enclavados se están utilizando diversos tipos de piezas de fijación (ver figuras I y XI). Su uso ofrece la ventaja de que el producto se puede enviar desmontado, completamente desmontado y en un paquete compacto. Las piezas se pueden montar fácilmente en el punto de destino, incluso sin habilidad especial. Una ventaja adicional es que el estado de superficie de las piezas se hace cuando éstas se encuentran desmontadas. El tipo de fijación que se muestra en la figura XI, la tuerca cilíndrica de acero empotrada (se muestra con el cargador), es muy resistente y por lo tanto muy adecuado para unir superficies de las mesas y las sillas. Estos se ajustan por medio de dos espigas gúfas. El tipo B, de tuerca ordinaria, no es tan resistente. El tipo C, de tuercas de nilón, sólo es adecuado para cargas ligeras. El tipo D es un tipo de fijación corriente para patas de mesa (ver detalles de las espigas gúfas).

Para simplificar el diseño y la fabricación, los ensambles de un producto deberán ser de tipos simples y estar normalizados. Las dimensiones de mecanizado de los ensambles seleccionados también deberán estar normalizadas. En el cuadro 1 se indican las tolerancias prácticas recomendadas para los ensambles de caja y espiga.

Cuadro 1  
Límites superior e inferior de las dimensiones  
del ensamble de caja y espiga  
(La dimensión nominal del ensamble es 8 mm)

<u>Dureza de la madera</u>	<u>Perforación o mortaja (mm)</u>	<u>Clavija o espiga (mm)</u>
Blanda (pino, pinabeto)	+0,05 -0,0	+0,3 +0,2
Semidura (abetul, haya)	+0,05 -0,0	+0,2 +0,1
Dura (roble, teca)	+0,05 -0,0	+0,1 +0,0
Muy dura (palisandro, wengé)	+0,05 -0,0	+0,0 -0,1

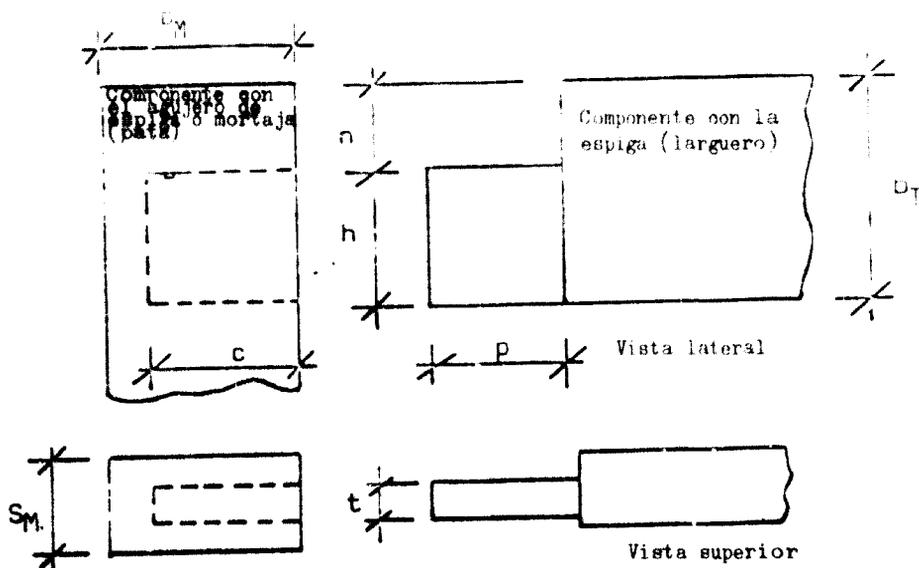
El sistema modular y las combinaciones de muebles por elementos

Un módulo es una unidad básica de medida de la que son múltiplos todas las dimensiones mayores (figura XII). Actualmente, gran parte de los muebles de oficina, de cocina o para el hogar en general, tanto movibles como fijos, se suele basar en el principio modular. Los clientes pueden combinar las piezas básicas de mobiliario, fabricadas según el principio modular y llamadas muebles por elementos, para formar conjuntos de diversos tamaños, según sus necesidades y gustos personales. En muchos de los sistemas de muebles por elementos, la variedad de combinaciones posibles es muy grande.

Disimulo de las inexactitudes dimensionales por medios estructurales

Las inexactitudes resultantes de desviaciones dimensionales de las materias primas, como variaciones en el grueso de los tableros de partículas, o un mecanizado inexacto, se pueden disimular y hacer prácticamente invisibles si se proyectan bien los conjuntos. Al mismo tiempo se evitan los ajustes manuales en la fase de montaje. Entre estos medios estructurales se encuentra la juntura imbricante, la juntura a rebajo y la juntura biselada (figura XIII).

Figura IX. Dimensiones de un ensamble de caja y espiga invisible.  
La espiga debe ser lo más larga posible y unos 0,2 mm  
más gruesa que la mortaja



Milímetros

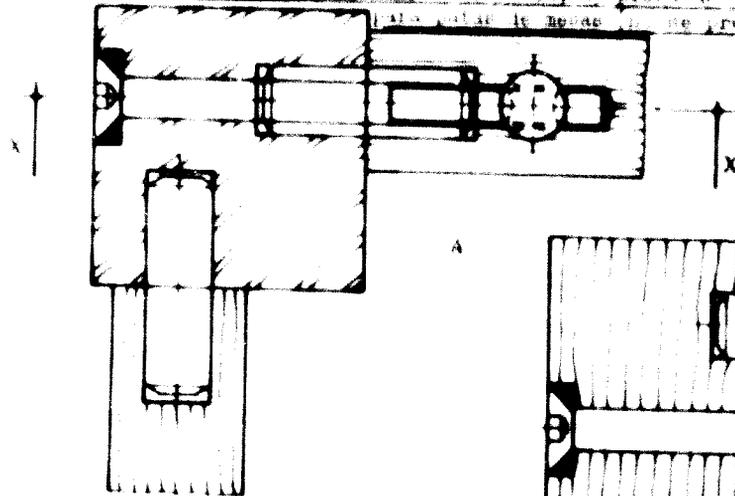
$S_M$	$t$
6	3
8	4
11	5
14	6
17	8
20	8
26	10
32	14
38	16
44	20
50	23
56	28

Milímetros

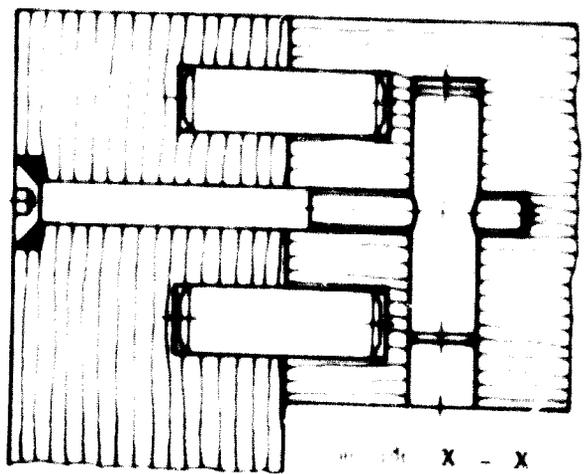
$b_T$	$h$	$n$
14	8	6
17	10	7
20	12	8
26	16	10
32	20	12
38	22	16
44	26	18
50	30	20
56	34	22
60	36	24
70	42	28
80	48	32
100	60	40
120	72	48

0,2 to 0,5 mm

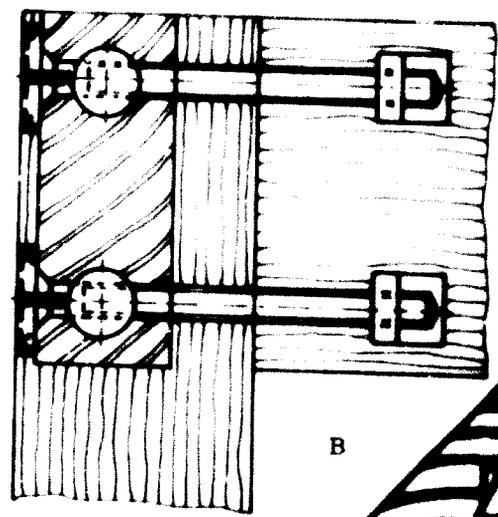
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..



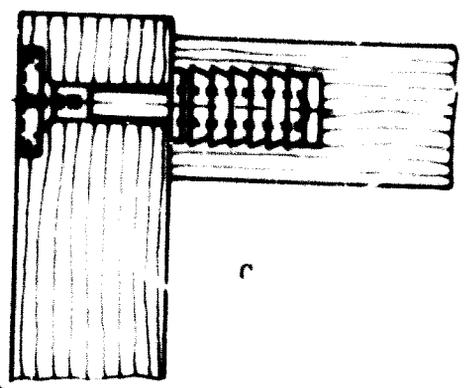
A



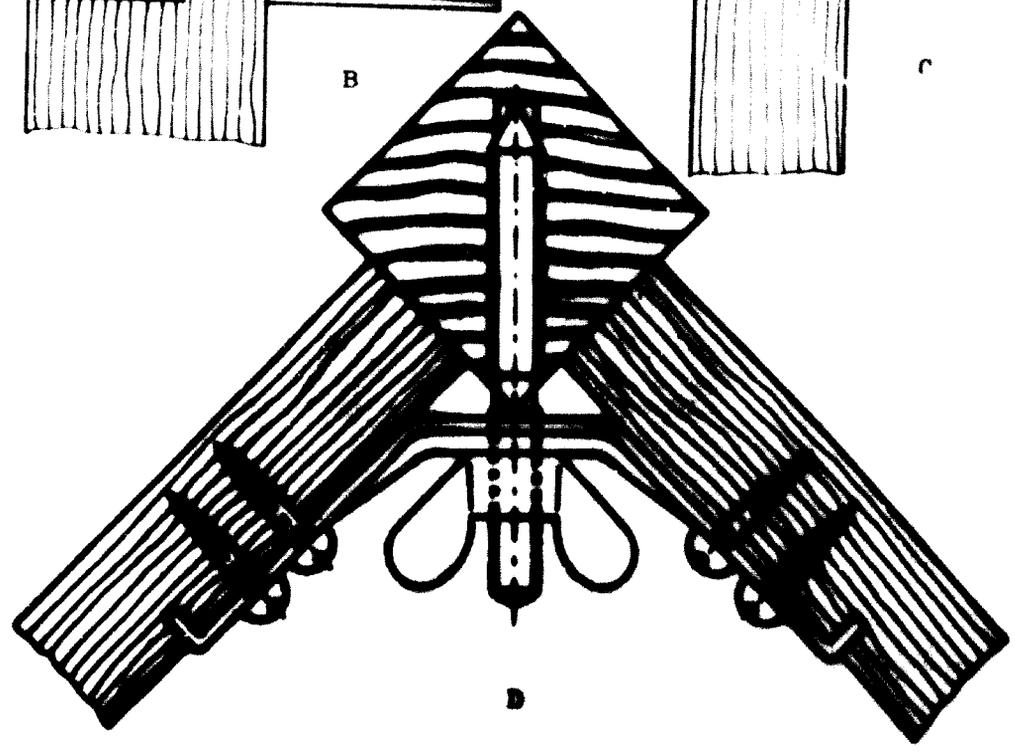
X - X



B



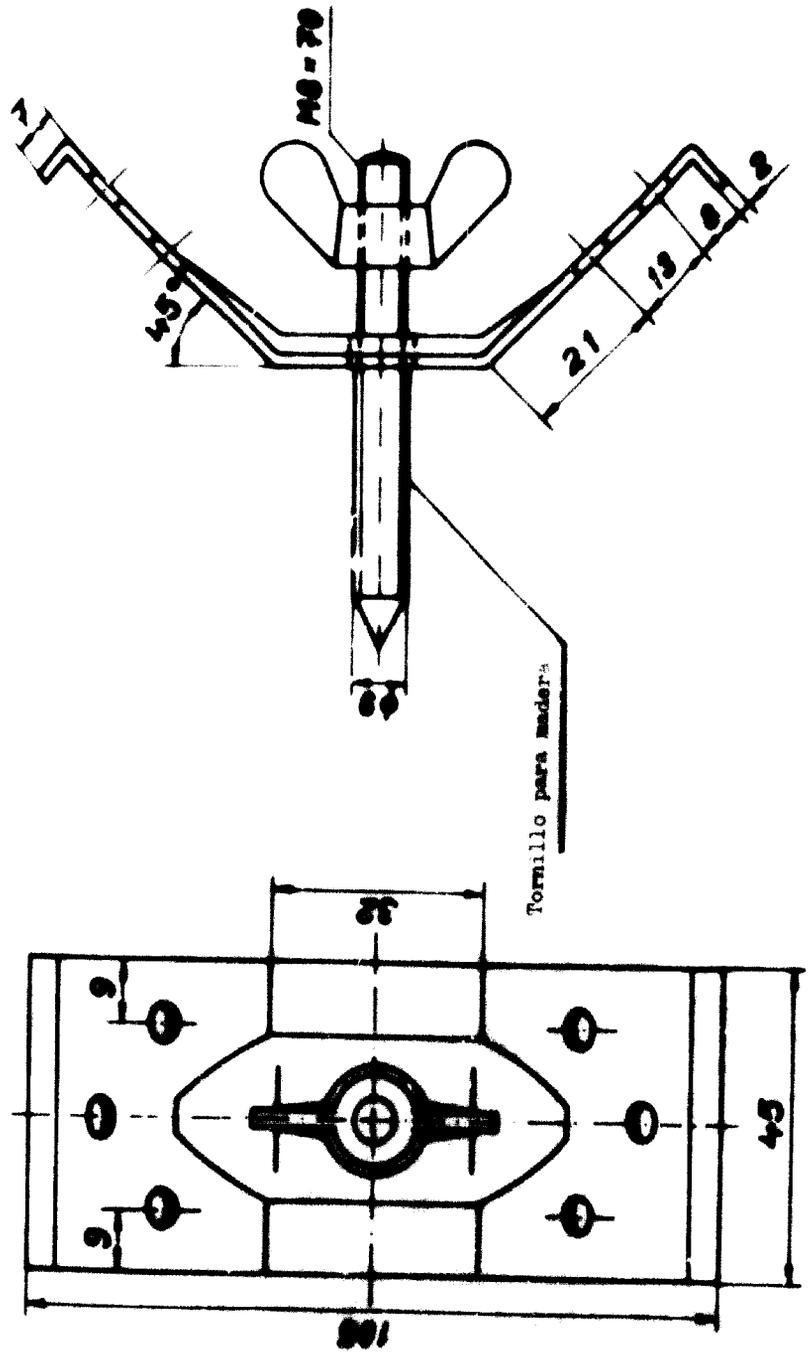
C



D



Figura XI (cont.)



En los dibujos a tamaño natural se fabrican los prototipos de los detalles de las piezas en un material barato, por ser la capa superficial muy delgada, mientras que los detalles de las piezas se fabrican en un material más caro y resistente, para la fabricación de los detalles.

### Dibujos y Dimensiones

Los dibujos utilizados en las industrias de abastecimiento y de fabricación de máquinas son de los tipos principales:

#### Dibujos a tamaño natural (escala 1:1)

- Cuando se ajusta la máquina para las operaciones de mecanizado se toman las dimensiones de la pieza de trabajo directamente del dibujo a tamaño natural.
- En el dibujo no se indican las dimensiones.
- La manufactura es poco exacta.
- En general, estos dibujos a 1:1 no son adecuados para la producción moderna en serie. Sin embargo, son útiles para presentar las dimensiones, por ejemplo, de detalles curvos y complicados de piezas de sillias, perfiles y otros similares.

#### Dibujos a escala

- Se traza un dibujo completo de cada pieza del producto a una escala dada (1:2, 5:1, 1:5, 1:10; los detalles a 1:1).
- Los dibujos por secciones de los detalles (a escala 1:1) suelen ser muy ilustrativos.
- El mejor método consiste en trazar por separado el dibujo de cada pieza en una hoja estándar (tamaño A4), que es fácil de archivar y de copiar con los aparatos modernos. Luego se envían las copias a los puntos correspondientes de la fábrica.
- Las cifras correspondientes a las dimensiones que figuran en el dibujo son las que hacen *f6*, no las que se obtengan midiendo con una regla a escala sobre el dibujo.
- Sólo se habrán de modificar las cifras relativas a las dimensiones si es necesario alterar éstas.
- Se hace un dibujo del montaje de todo el producto en el que se indican las posiciones de las diferentes piezas.
- Los tipos de ensamble se pueden indicar en los dibujos por medio de abreviaturas y símbolos adecuados.

En la serie de dibujos de las figuras XIV a XVIII se presenta un producto sencillo con un dibujo de montaje y cuatro de piezas (uno de cada elemento del producto). Los dibujos también indican la calidad del recubrimiento (II, IV) y la dirección de la fibra ()

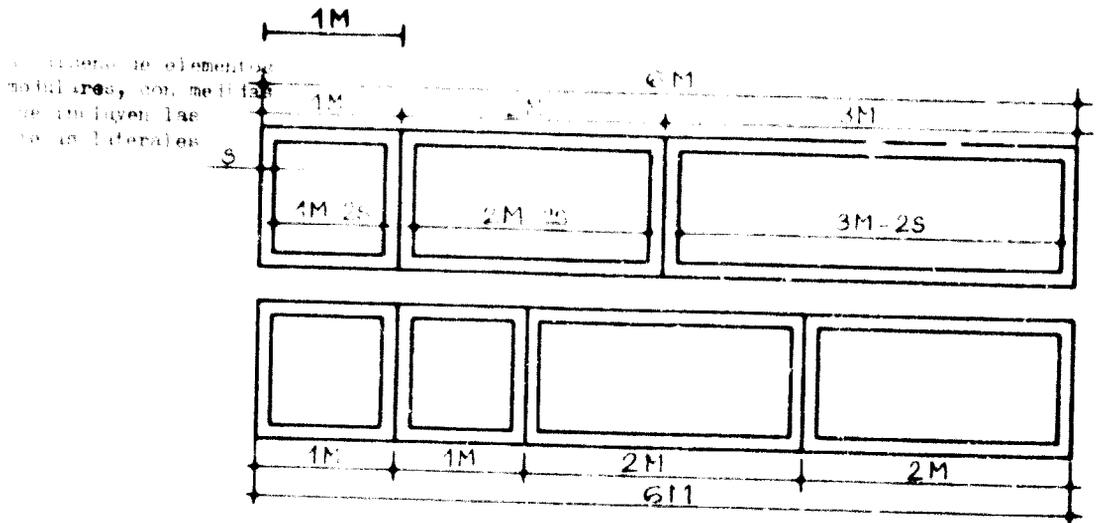
### Prototipos

Antes de empezar la producción en serie de cualquier objeto, es necesario hacer un prototipo a fin de evitar errores costosos en la fase de manufactura. Los puntos principales de la fabricación de prototipos son los siguientes:

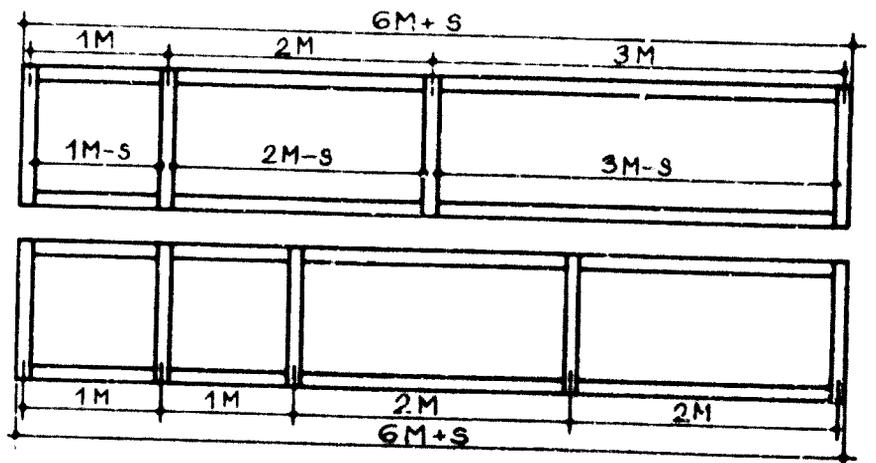
El prototipo debe ser similar en todos los aspectos (ensambles, etc.) al producto en serie que se pretende fabricar, a fin de que se pueda descubrir cualquier defecto de proyección o fabricación.

El prototipo se utiliza para examinar y ensayar las propiedades del producto cuando se ponga en servicio: dimensiones, resistencia, rigidez, aspecto, etc.

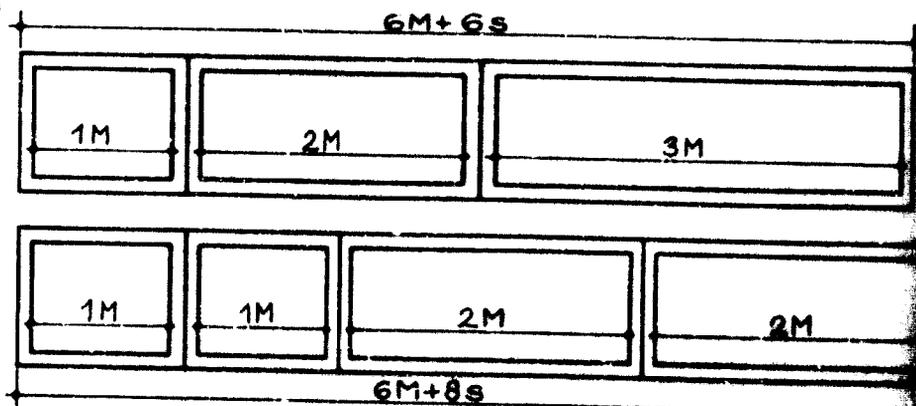
Figura VII. Algunos sistemas utilizados comúnmente para expresar las combinaciones de anchuras, que muestran la importancia de incluir o excluir las piezas laterales en el cálculo de las necesidades de espacio (M = módulo, S = pieza lateral)



b) diseño de elementos modulares, con medidas tomadas de centro a centro



c) diseño de elementos modulares, con medidas que no incluyen las piezas laterales (componentes contiguos)



Medios de elementos modulares, con medidas que no incluyan las piezas laterales (un componente)

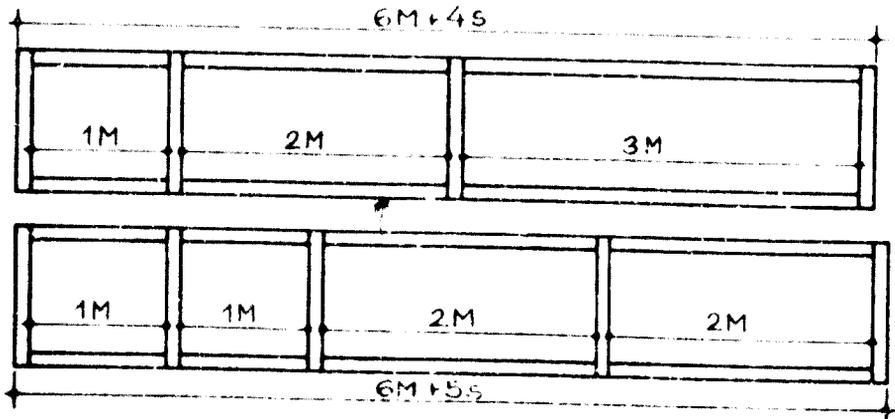
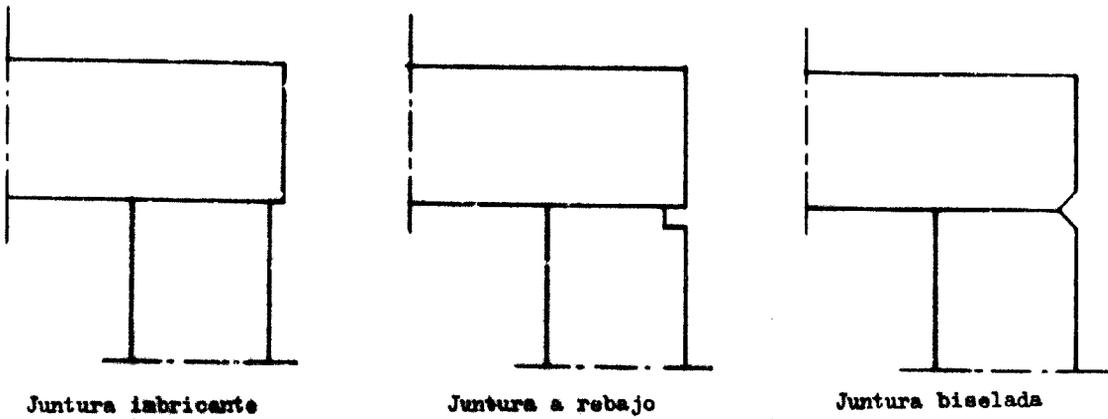


Figura XIII. Medios estructurales de disimular inexactitudes dimensionales

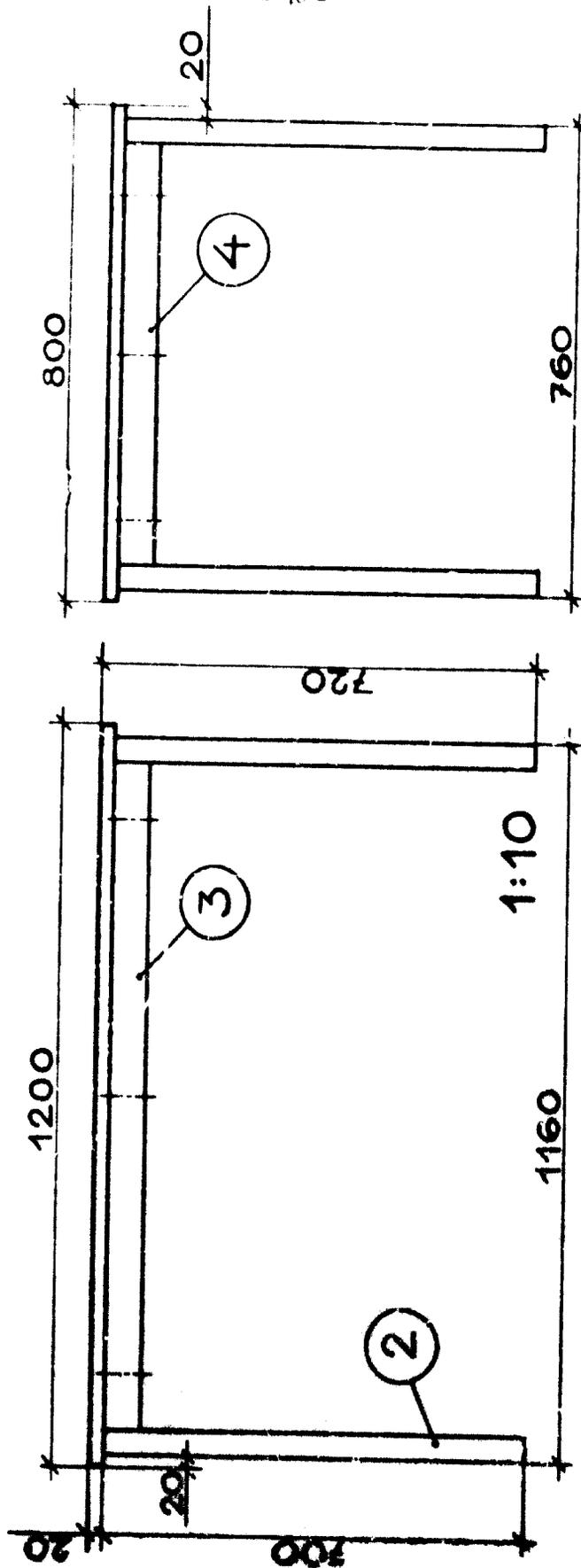


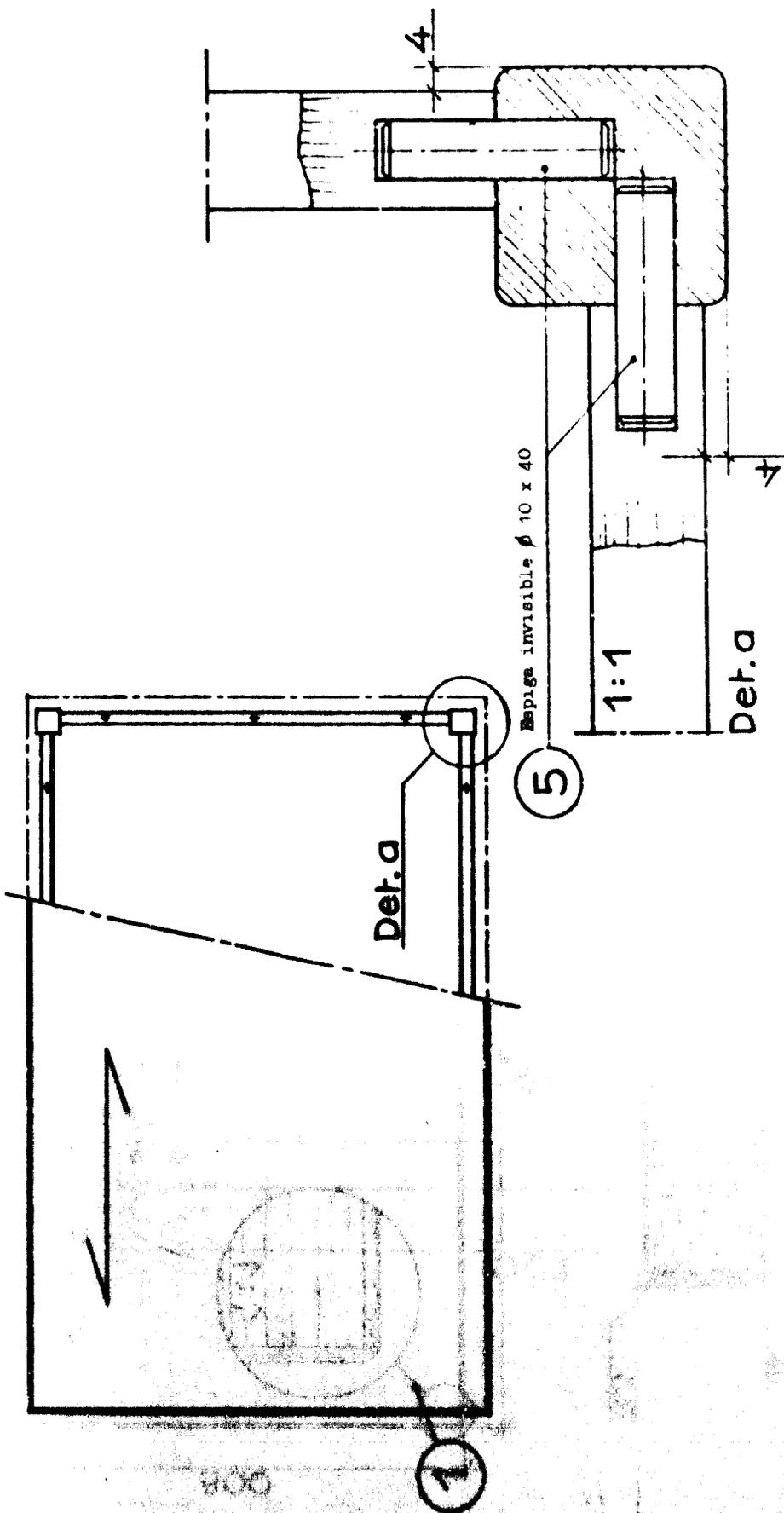
Juntura imbricante

Juntura a rebajo

Juntura biselada

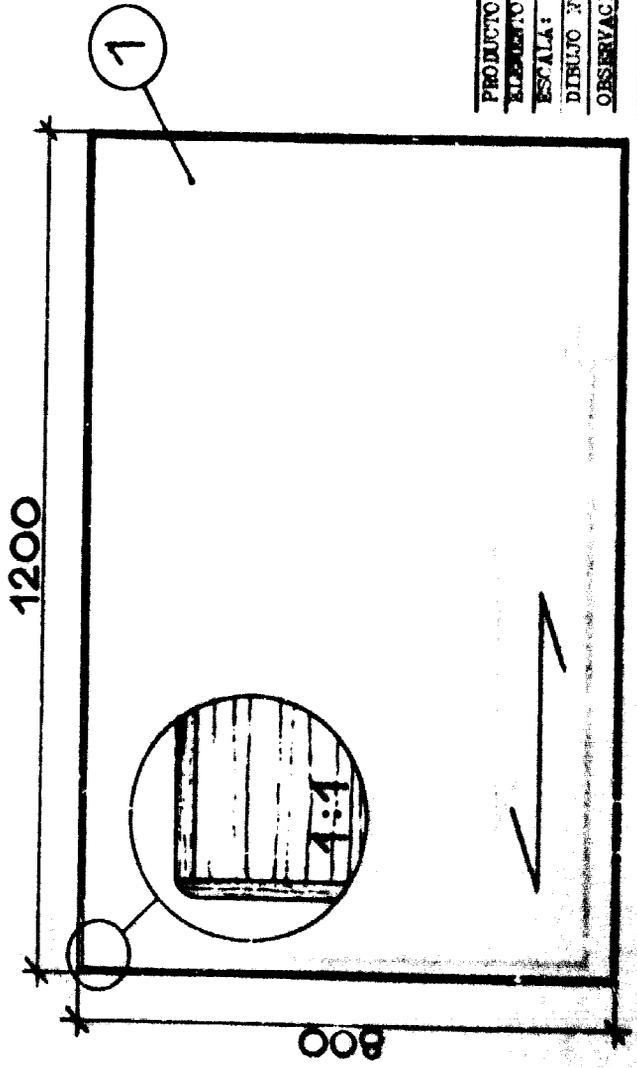
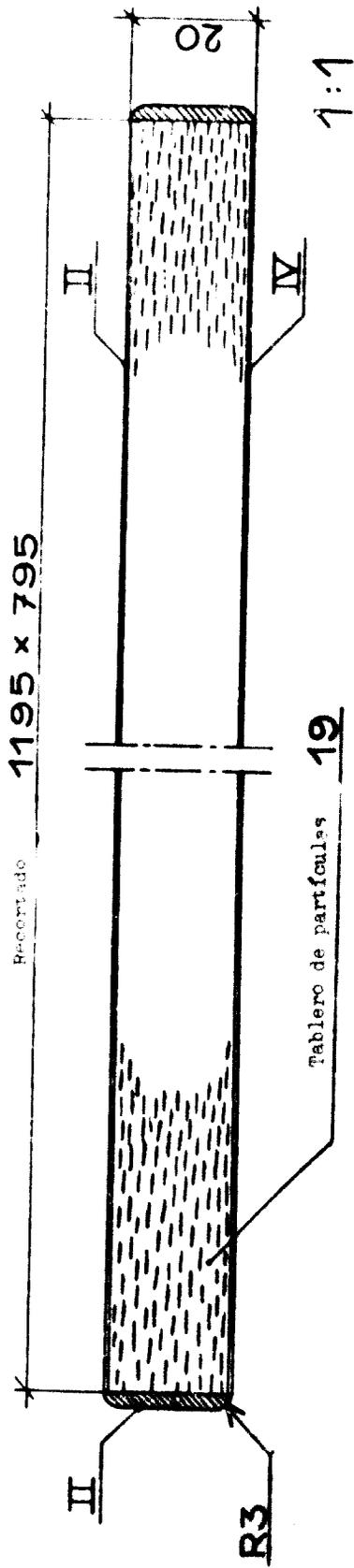
Figura XIV. Dibujo de montaje de una mesa sencilla. (Los dibujos de las piezas I, II, III y IV son las figuras XV, XVI, XVII y XVIII, respectivamente)





PRODUCTO:	mesa
CALEFACCIÓN:	dibujo de montaje
ESCALA:	1:10
DIBUJO N°:	TRAZADO:
OBSERVACIONES:	MODIFICADO:

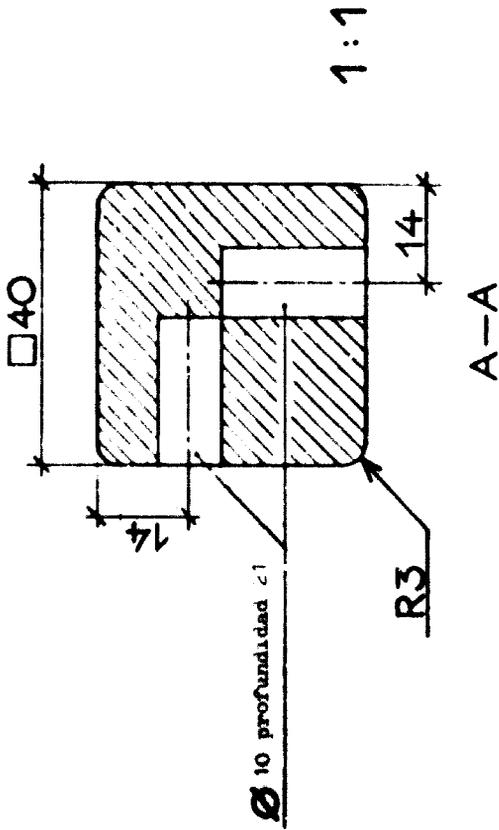
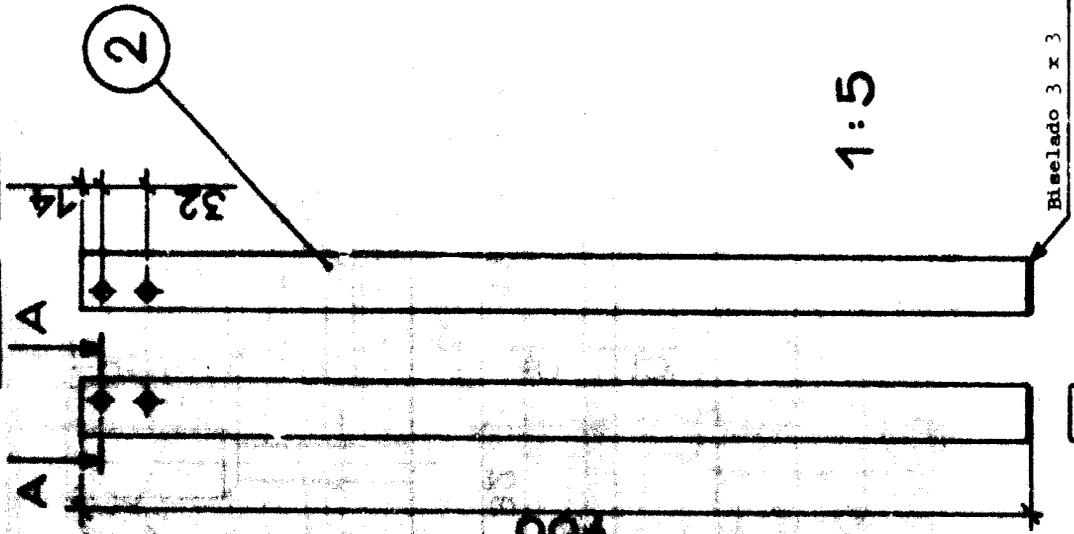
Figura XV. Dibujo de la pieza I del dibujo de montaje de una mesa superior (Figura XIV).



Clap.	Al. superior	Al. inferior
Superficie	0.7	0.5
Reborde	2.8	2.5

PRODUCTO:	Mesa
ADIVISION:	Panel superior (1)
ESCALA:	1:10
DIBUJO N.º:	1957A
OBSERVACIONES:	TRAZADO:

Figura XVI. Dibujo de la pieza 2 del dibujo de montaje de una mesa sencilla (Figura XIV)

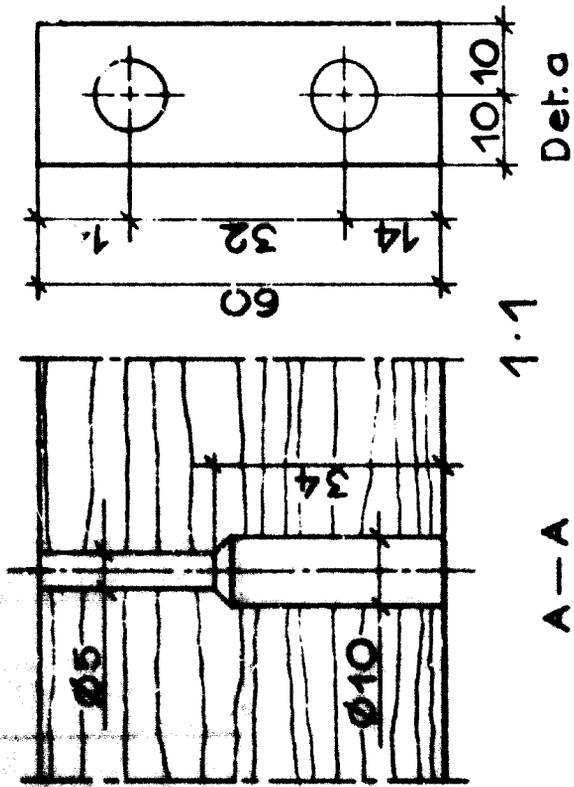
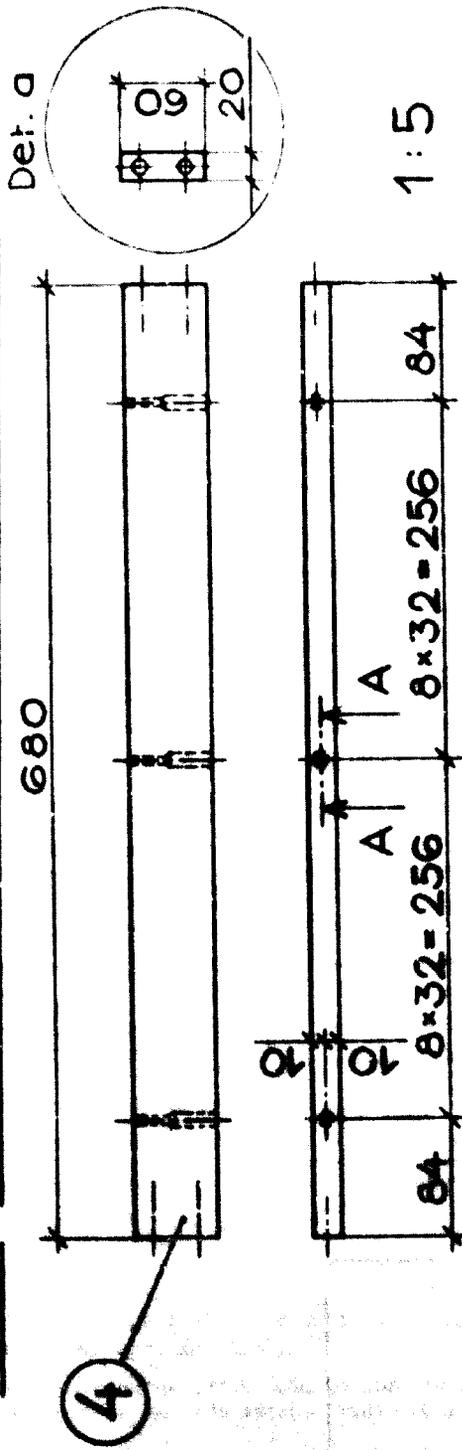


PRODUCTO:	Mesa
ELEMENTO:	Pata (2)
ESCALA:	1:5
FECHA:	
TRAZADO:	
MODIFICADO:	
OBSERVACIONES:	





Placa VIII. Dibujo de la pieza 4 del dibujo de montaje de una mesa sencilla (Figura XII).



$\varnothing 10$  profundidad 21

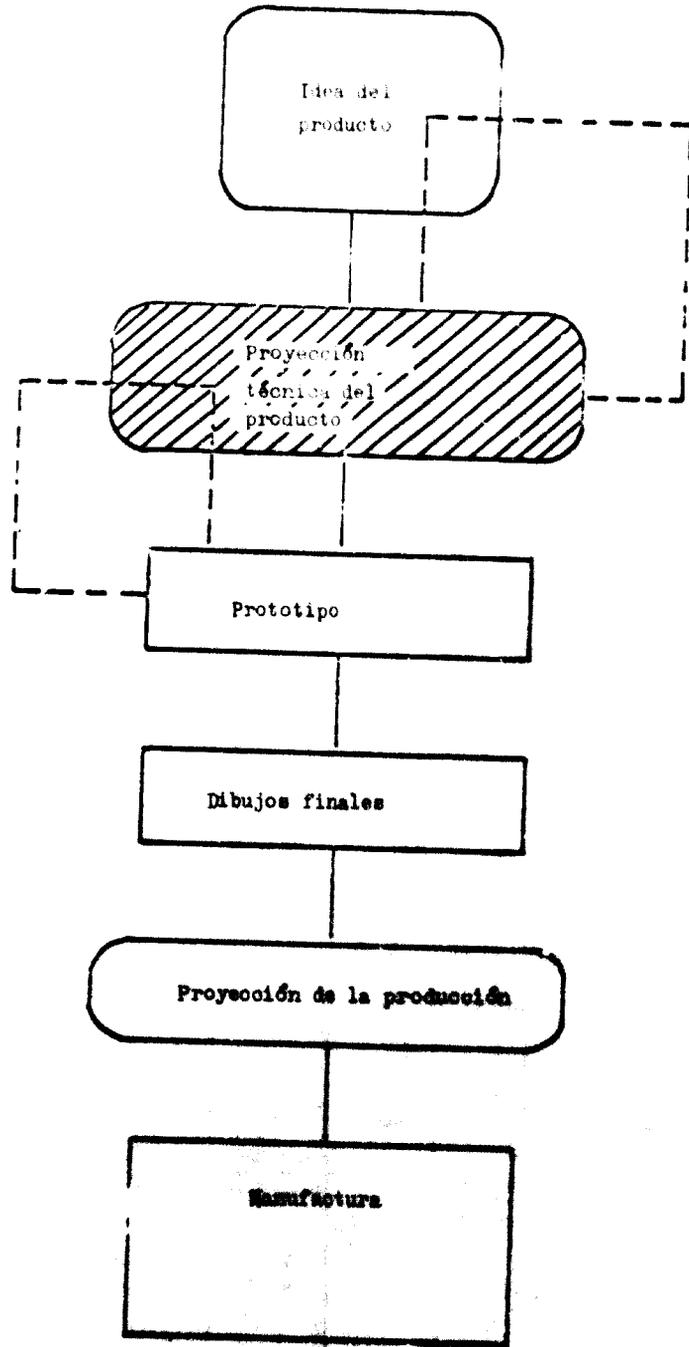
PRODUCTO:	Mesa
ELEMENTO:	Larguero de los extremos (4)
ESCALA:	1:5
DIBUJO Nº:	TRAZADO
OBSERVACIONES:	FECHA: _____ MODIFICADO: _____

1:1

Det. a

A-A

Figura XIX. Representación esquemática de las fases del desarrollo tecnológico de un producto.



### Organización de la planificación técnica de productos

Lo normal es que un diseñador de productos con una formación en artes aplicadas, reúna con la presente a una fábrica. El personal pertinente de la fábrica desarrolla el plan técnico del producto y construye un prototipo que se somete a examen crítico y de alteración. Si el prototipo se considera listo para la producción o se rechaza. Las fases de todo el desarrollo de un producto, desde la idea original hasta su manufactura se muestran esquemáticamente en la figura XIX.

Es más eficaz realizar la planificación de productos en equipo. El desarrollo técnico de los productos se facilita mucho cuando a lo largo de todo el proceso de planificación se pueden tener en cuenta los diversos aspectos de la producción técnica.

### Proyección de la producción

La proyección de la producción es una de las etapas preliminares a la manufactura. Una proyección cuidadosa de la producción permite utilizar económicamente las materias primas, así como emplear con la máxima eficiencia la capacidad de producción de la fábrica. La tarea principal es compilar dos clases de listas; en primer lugar, listas de todas las materias primas y demás necesidades y de las dimensiones y número de las piezas necesarias (listas de piezas para las operaciones de troceo, canteo, corte de la chapa y de los tableros de partícutas, etc.); y, en segundo lugar, listas de las operaciones (es decir, listas de las fases de trabajo) de mecanizado, montaje, acabado de superficies y todas las demás fases de la producción, por separado para cada pieza diferente. Estas listas se escriben en tarjetas que se van marcando a medida que se completa cada una de las fases de la manufactura de un lote de productos determinado. Las listas de operaciones ofrecen la información siguiente:

Las máquinas y otros tipos de equipo que se han de utilizar en el orden que exijan las fases de trabajo. Las máquinas y el resto del equipo se indican por medio de números clave. Las capacidades de algunas máquinas básicas de transformación de la madera se indican en el cuadro 2.

Los detalles de cada fase de la manufactura (herramientas especiales, número de grano de la correa lijadora que se ha de utilizar, etc.).

Las fases de trabajo, completas e incompletas. En cada tarjeta se hace una marca cuando se completa la fase correspondiente.

El control de la producción también comprende un calendario de operaciones, a fin de que cada lote de producción se complete en el plazo previsto. Esto es de la mayor importancia para la competitividad de la fábrica. Con respecto a la capacidad de producción, se deben tener en cuenta los puntos siguientes:

La capacidad de producción de una fábrica de muebles que utilice máquinas básicas y otros elementos de equipo individuales queda determinada por los llamados embotellamientos (figura XX). (También aquí puede decirse que "la cadena no es más fuerte que su eslabón más débil".)

La capacidad de producción de las máquinas sólo puede aumentarse por múltiplos de las capacidades de cada máquina individual (figura XXI).

Figura XX. Representación gráfica de la formación de un embotellamiento en una línea de producción.

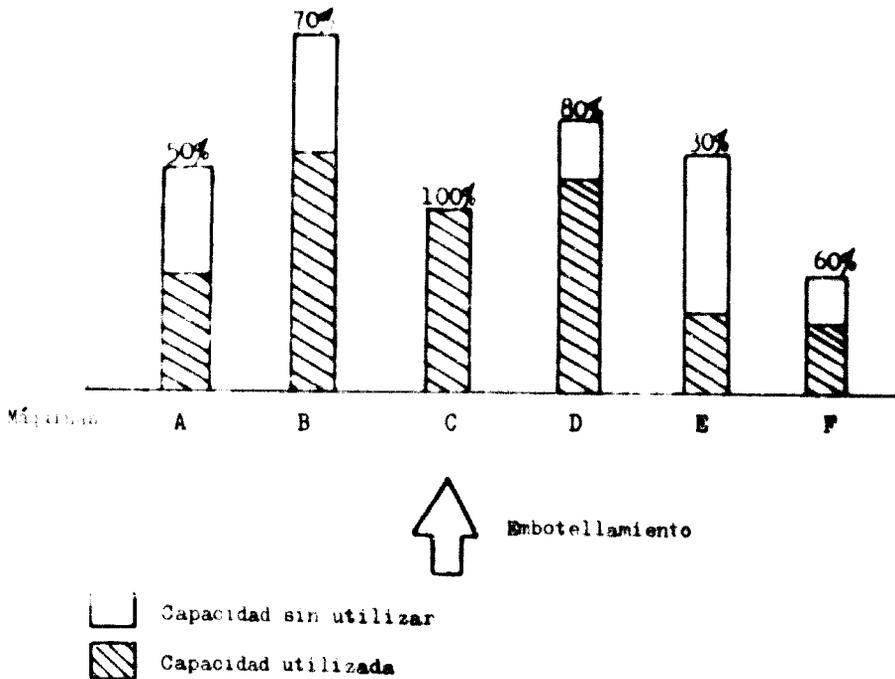
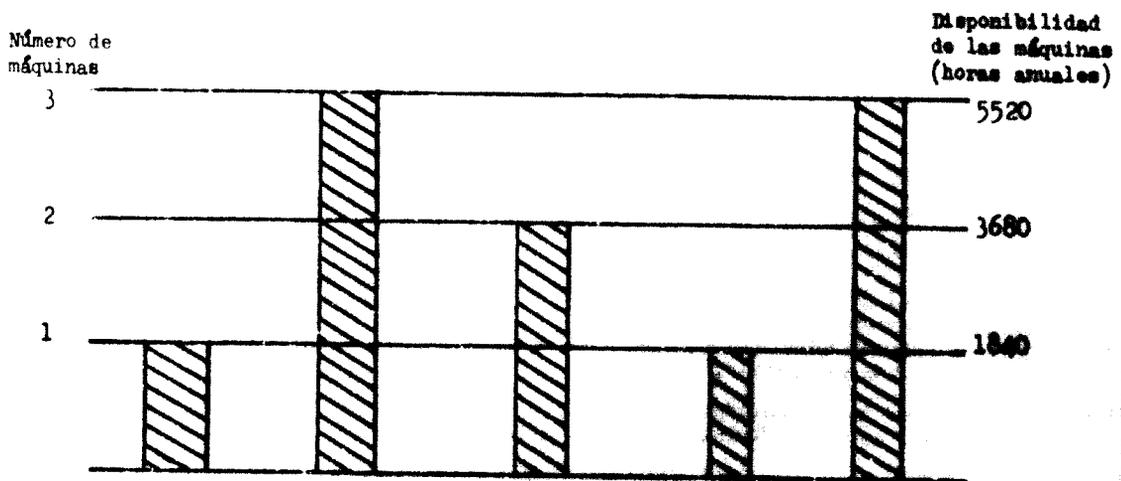


Figura XXI. Representación gráfica del hecho de que la capacidad de un grupo de máquinas sólo se puede aumentar en múltiplos de las capacidades de las máquinas individuales.



CuadroCapacidades medias de algunas máquinas básicas de  
transformación de la madera<sup>a</sup>

<u>Máquinas</u>	<u>Capacidades (metros cúbicos anuales)</u>
Sierra transversal	2.000
Sierra de canteo, alimentación por cadena	2.000
Cepilladora de superficies	1.400
Cepilladora de poner al grueso	4, 7/8 mm de anchura
Conformadora por las cuatro caras	2.300 a 4.700
Sierra de recortado de una hoja	1.400 a 1.900
Sierra de recortado de doble hoja	2.800 a 3.700
Sierra sin fin	2.300 a 4.700
Dupf	700 a 1.400
Ranuradora	2.300
Mortajadoras a cincel	.400 a 1.900
Lijadora de correa horizontal	1.900 a 2.800

<sup>a</sup>/ Estas cifras rigen para la producción normal de muebles cuando se fabrican diversos tipos a base de madera macisa.

Para eliminar los embotellamientos en la producción se recurre a lo siguiente:

- Adquirir máquinas adicionales
- Adquirir máquinas más eficientes
- Contratar personal más competente
- Trabajar horas extraordinarias
- Trabajar en turnos
- Subcontratar parte del trabajo

Por lo general, cuando se elimina un embotellamiento en la producción suele surgir uno nuevo en algún otro punto del proceso.

Factores que influyen sobre la proyección de la producción

Los factores más importantes que influyen sobre la proyección de la producción son los siguientes:

- Las máquinas y el equipo disponibles.
- El volumen del lote de producción.
- La calidad que se pretende conseguir.
- Las materias primas y otros elementos necesarios disponibles.
- La competencia profesional de la fuerza de trabajo.

En la figura XIII se muestra esquemáticamente la relación entre la proyección de la producción, el diseño de los productos y el proceso de manufactura.

Figura A.M.I. Representación esquemática de la proyección de la producción en el proceso de fabricación de muebles

- 1. PRODUCTO NUEVO
- 2. Idea del producto
- 3. Equipo de desarrollo tecnológico de productos
- 4. Proyección técnica del producto
- 5. Dibujos
  - montaje
  - mecanizado
- 6. Ventas previstas
- 7. Nuevo producto
- 8. PRODUCTO ESTANDAR EXISTENTE
- 9. Situación del almacén
- 10. Ventas previstas
- 11. Pedidos especiales (contratos)
- 12. Producto estándar existente
- 13. PROYECCION DE LA PRODUCCION
- 14. Lista de piezas:
- 15. Para cortado y canteado
- 16. Para contrachapado
- 17. Tableros de partículas para almacenamiento
- 18. Otros materiales
- 19. Listas de operaciones para los diferentes componentes;  
(Se indican en tarjetas las operaciones de los distintos componentes)
- 20. Calendario de fabricación
- 21. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA PRODUCCION
- 22. 1. Máquinas y dispositivos disponibles
- 23. 2. Número de piezas en cada serie
- 24. 3. Calidad deseada
- 25. 4. Materiales utilizados
- 26. 5. Competencia de los operarios
- 27. a'. Control
- 28. b'. Manufactura
- 29. c'. Subcontratista

## III. PLANIFICACION DE PROYECTOS EN LAS INDUSTRIAS DEL MUEBLE Y DE LA EBANISTERIA\*

### Principios generales de estudios de inversión

La decisión de invertir suele ser resultado de una cadena de investigaciones que entraña sucesivos estudios y decisiones a diferentes niveles. Al principio, parecerá que existen varias posibilidades igualmente prometedoras. Para identificar la más interesante y poder hacer investigaciones más detalladas, debe contarse con un sistema que permita eliminar cuanto antes los proyectos menos atractivos. En la figura I se muestra el principio de una cadena de investigaciones en la que se eliminan las posibilidades menos convenientes. Esta cadena consta de tres fases: identificación del proyecto, estudio de previabilidad y estudio de viabilidad. Cada fase va seguida de una decisión de interrumpir o continuar las investigaciones.

La finalidad de tal cadena de investigaciones es dirigir el potencial de investigación principalmente hacia aquellos objetivos que primero afectan a la viabilidad de los diversos proyectos posibles. Este método permite ahorrar dinero y recursos, y elegir probablemente la mejor posibilidad para su estudio ulterior. En el caso de una empresa grande orientada hacia la exportación, como, por ejemplo, una fábrica de celulosa y papel, se precisa un estudio a fondo, pero también pueden establecerse empresas muy grandes, como fábricas de muebles, que van creciendo poco a poco.

El presente trabajo trata de la planificación de proyectos, es decir, de la parte de la cadena de investigación ya realizada y cuyos resultados han indicado que las industrias del mueble y de la ebanistería constituyen las posibilidades más prometedoras.

### Estudio de previabilidad

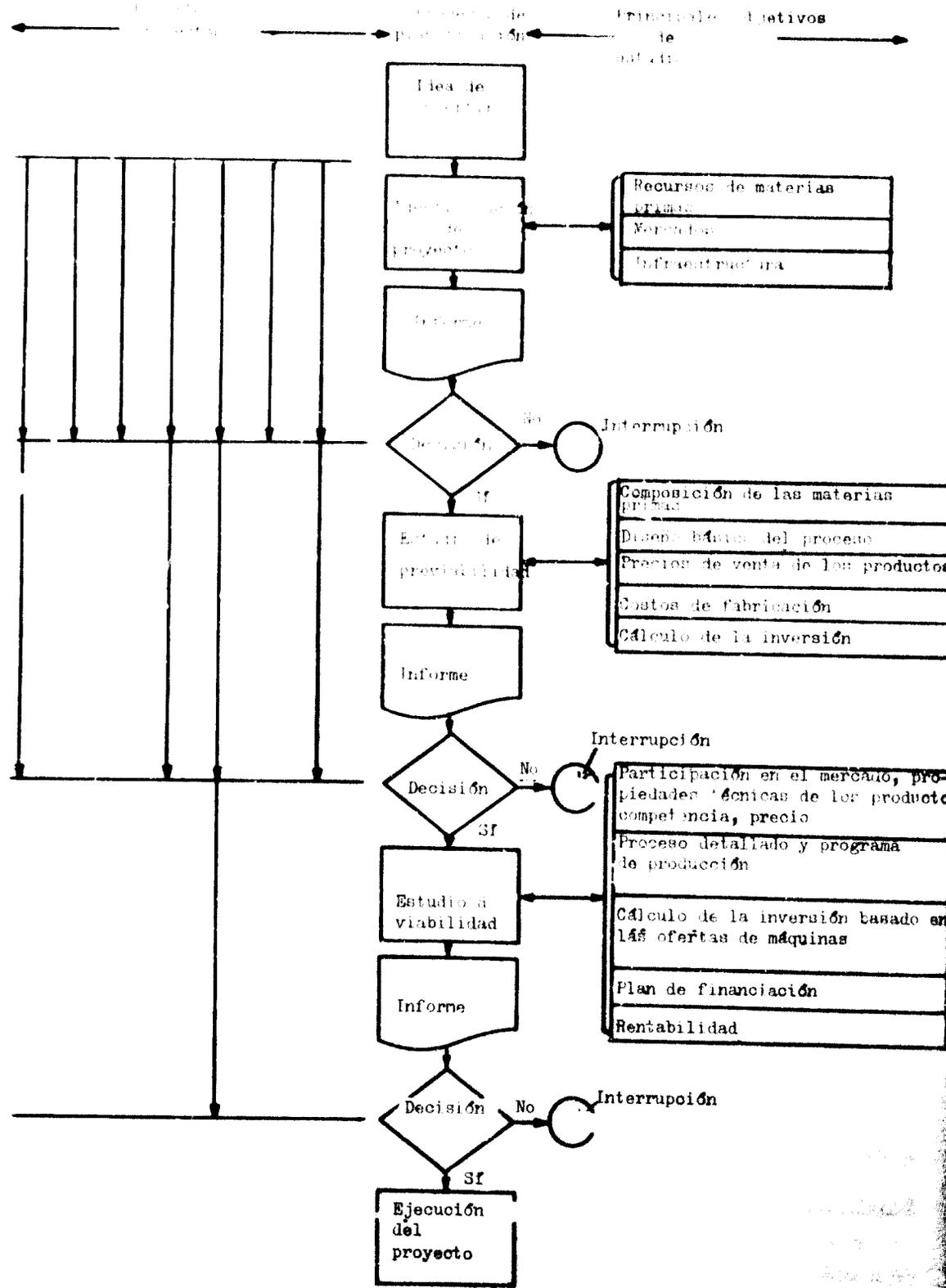
El objeto del estudio de previabilidad es dar a conocer las condiciones tecnoeconómicas de proyectos identificados en estudios anteriores preparados por las industrias del mueble y de la ebanistería. En el anexo al presente artículo figura el índice de un estudio típico de esta clase. La evaluación económica de diversos proyectos posibles se basa en una detallada proyección del mercado, en un inventario de materias primas razonablemente completo y en una descripción del programa y de los procesos de producción. Los cálculos económicos proporcionan una base para establecer un orden de prioridades entre las posibilidades identificadas en relación con las fábricas previstas, indicándose su rentabilidad aproximada. Los riesgos económicos que entraña la ejecución de los proyectos se indican mediante análisis de sensibilidad.

### Estudio del mercado

El estudio del mercado debe incluir una descripción de la evolución histórica de la producción, el comercio y el consumo en las industrias del mueble y de la ebanistería. A base de este material, se hace una proyección de la demanda interna, la producción futura y el

\* Memoria presentada al seminario por Antero Liusvaara, Jaakko Pöyry and Co, Ingenieros Consultores, Helsinki, Finlandia. (Originalmente publicada con signatura ID/WG.105/40.)

Diagrama de flujo de la selección de posibles proyectos  
dentro del estudio de inversión



comercio exterior. Según sea la situación de la oferta y la demanda, se estudiará interminablemente la posibilidad de exportación. El análisis incluye factores tales como precios, cantidades y calidad, así como incentivos y barreras al comercio exterior. La evaluación de la competitividad del proyecto es la tarea más delicada del estudio. Este deberá ofrecer un análisis completo de cada uno de los posibles mercados de la fábrica proyectada, con las ventas totales para cada zona, los precios de venta, las participaciones en el mercado y la situación competitiva. El valor del proyecto para la economía nacional deberá expresarse en términos cuantitativos (ingresos por concepto de exportaciones/sustitución de importaciones), pues esta consideración tendrá importancia al tratar de obtener recursos financieros.

#### Recursos de materias primas

Si se realiza en debida forma, el inventario de recursos será razonablemente completo; el volumen total, por lo menos, no estará sujeto a variación. Con frecuencia, también se tiene acceso a los resultados de investigaciones especiales relacionadas con la disponibilidad de materias primas (por ejemplo, el consumo actual). Análogamente, debe estudiarse a fondo la disponibilidad de chapa y paneles a base de madera. (Deberá prestarse atención, sobre todo, a la posibilidad de utilizar piezas de madera más pequeñas y más cortas.) Los resultados de este estudio servirán de base para decidir respecto de las diversas posibilidades de utilización de materias primas y de la posible ubicación de las unidades industriales previstas. Los factores sobresalientes que determinen o limiten el suministro de materias primas deberán exponerse y evaluarse con gran detalle.

#### Descripción técnica

Estudio del emplazamiento de la fábrica. No deben considerarse más de dos o tres emplazamientos. Los factores relativos al emplazamiento han de estudiarse más a fondo que en los estudios preliminares. La finalidad del estudio es proporcionar una base de comparación técnica y económica de los emplazamientos. Para la comparación económica se precisa una estimación de los precios unitarios de las materias primas, de la energía y de los servicios. Se tiene en cuenta el efecto del transporte de las materias primas en la selección final del emplazamiento de la fábrica. Las cargas y capacidades máximas de los elementos de transporte, tales como enlaces viales, puertos y equipo existente, se evalúan con objeto de calcular los costos unitarios de transporte. Además, es necesario formular sugerencias respecto de la forma en que los costos de inversión en infraestructura, tal como carreteras y desarrollo de la comunidad, deben ser compartidos entre la empresa y el gobierno.

Descripción del programa y del proceso de producción. Esta sección tiene por finalidad proporcionar toda la información técnica necesaria para establecer un orden de prioridades entre diversos proyectos, y servir con ello de base para un estudio de viabilidad. Los programas deben constituir una síntesis racional de la información ya reunida. Se especifican los tipos de fábricas, productos finales y capacidades. Se aportan diagramas de bloques, hojas de flujo del proceso, listas del equipo principal y distribución en planta, general y de los diversos departamentos. Se requiere una breve descripción por escrito con objeto de enlazar los diversos elementos y dar al lector, quizá un posible inversionista, una idea clara del proceso y de las líneas de producción. Se entiende que sólo se estudian los aspectos esenciales del proceso y en el grado suficiente para un análisis económico comparativo. En el programa de producción deben definirse, además de las tasas de producción de artículos intermedios y finales y sus

operaciones, las relaciones de funcionamiento de las diversas líneas de producción y el flujo de insumos por el servicio. En la figura II se muestra en forma esquemática, a modo de ejemplo, el flujo del proceso en una planta de abanistería.

#### Medios de financiación

Necesidades de inversión. A base de la descripción técnica, se determinan las necesidades de inversión por departamento o función, teniendo en cuenta los factores regionales (condiciones climáticas reinantes para el proyecto). El cálculo del importe de la inversión debe hacerse en los límites disponibles sobre costos, pudiendo proporcionarse a veces especificaciones de la maquinaria principal. La finalidad de estimar el importe de la inversión es determinar las necesidades totales de inversión de la planta a un determinado nivel de costos. De esta manera, las necesidades de inversión se distribuyen a lo largo de varios períodos o se reparten entre diferentes grupos para fines de amortización. Además, se tienen en cuenta los aspectos relativos a la financiación.

Costos de producción. Los costos de producción anuales se calculan a base del programa de actividades de producción planeadas. Se toman en consideración, como variables, las materias primas, los materiales de empaque y los costos de energía y combustibles; se consideran como costos fijos los relativos a salarios, mantenimiento y administración.

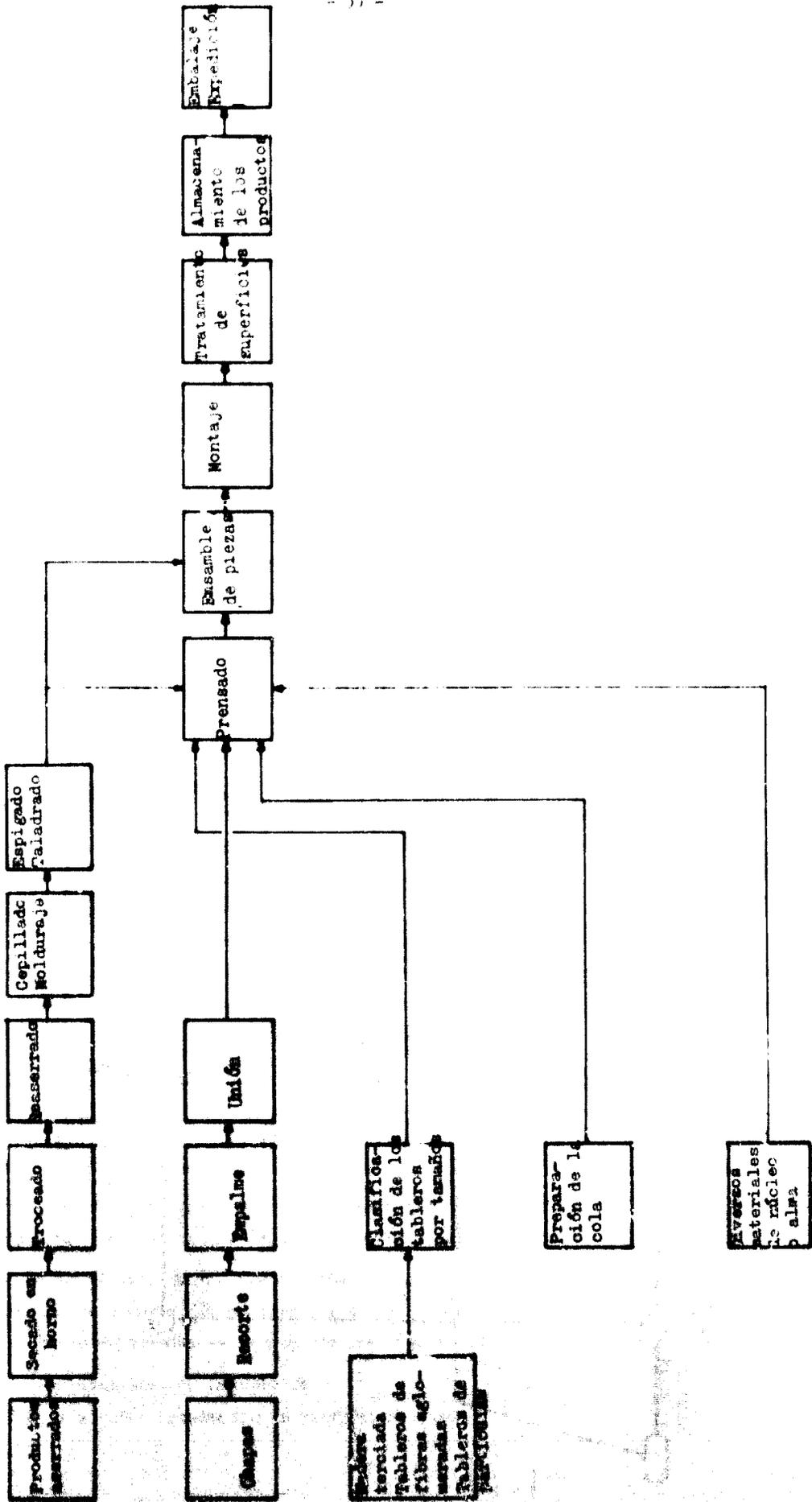
Cálculo de la rentabilidad y costos financieros. El cálculo de la rentabilidad se efectúa por el método de la corriente de efectivo actualizada. Así pues, suele estimarse que la vida económica del proyecto es de quince años, calculándose para este período los beneficios anuales. La tasa de corriente de efectivo actualizada se determina antes y después de la tributación, tanto sobre el capital total invertido como sobre el capital propio. Para evaluar los determinantes principales de la rentabilidad se efectúa un análisis de sensibilidad.

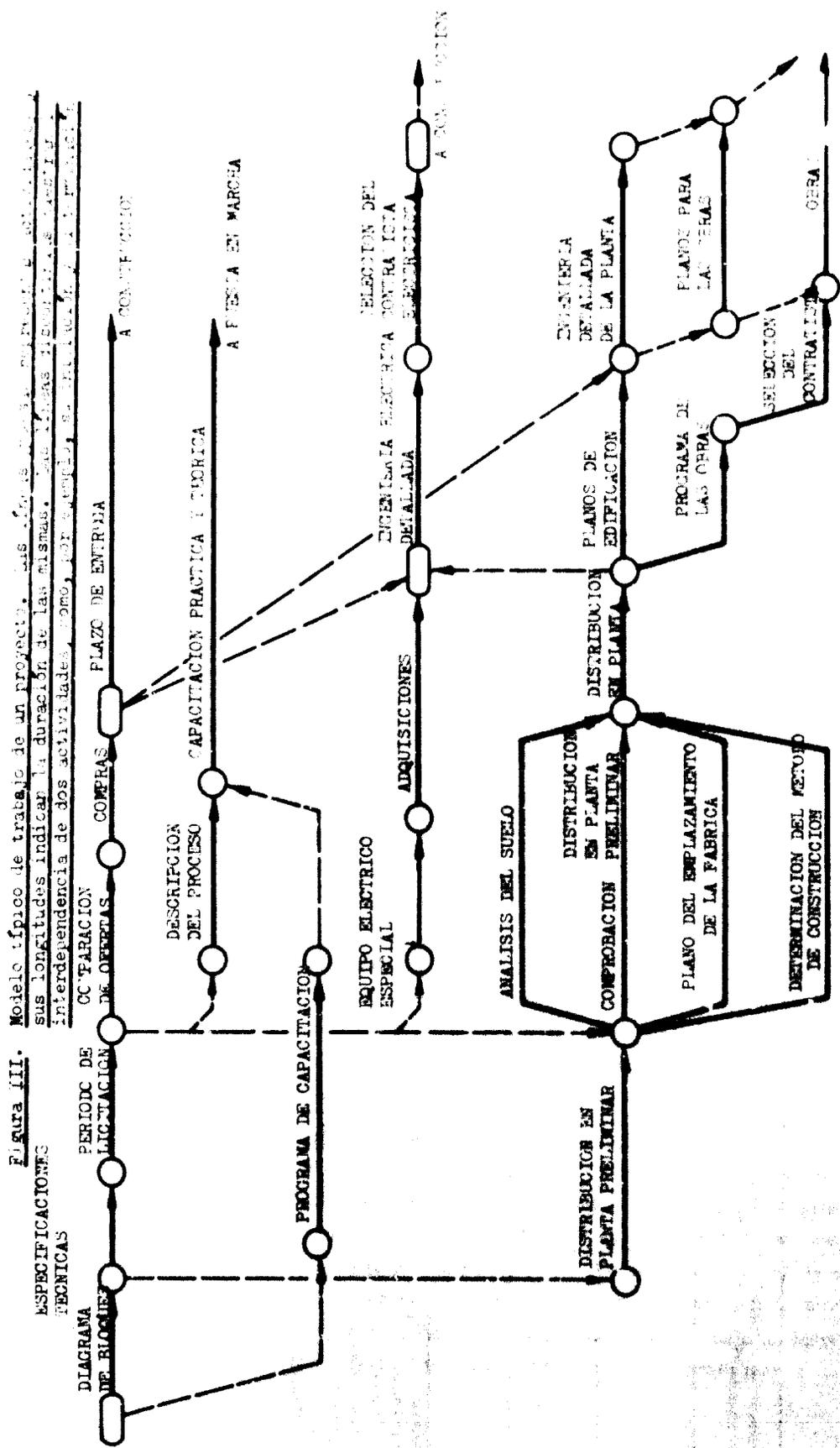
#### Planificación de la financiación del proyecto

El plan de financiación constituye parte integrante de la evaluación económica de todo proyecto. Debe completarse antes de que se adopte la decisión de invertir; previamente, debe disponerse del calendario de ejecución del proyecto. La estimación de la inversión sólo indica la necesidad de fondos, mientras que el plan de financiación señala las fuentes de donde podría obtenerse. La planificación de la financiación tiene dos aspectos: el de la cantidad y el del tiempo. Por ejemplo, un proyecto que prometa buena rentabilidad puede indicar, en las primeras fases, una corriente de efectivo negativa; en otras palabras, la liquidez no está garantizada y el proyecto puede fracasar. La liquidez debe garantizarse en todo momento, por lo que ha de procederse con gran cautela al planificar la financiación.

En esta labor, la experiencia desempeña un papel de gran importancia. Todos los factores que afecten a la financiación deben sopesarse cuidadosamente. La experiencia demuestra que, por un excesivo optimismo en la planificación de la financiación, que representa un gran peligro en los países en desarrollo, puede darse el caso de que se agoten los fondos cuando tan sólo se haya realizado la mitad del proyecto o de que, una vez completado éste, no se disponga de capital de explotación. Los proyectos industriales para regiones en desarrollo no sólo deben ser técnicamente sólidos, sino también económicamente seguros. Además, deben reportar pronto beneficios tanto al inversionista como a la economía en general.

Figura II. Diagrama esquemático del flujo del proceso en una planta de estantería





**Figura III.**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

Modelo típico de trabajo de un proyecto. Sus líneas horizontales representan el tiempo y sus longitudes indican la duración de las mismas. Las líneas horizontales paralelas indican interdependencia de dos actividades como, por ejemplo, seleccionar el contratista y la preparación de los planos.

### Estudio de viabilidad

El estudio de viabilidad ha de contener toda la información necesaria para adoptar la decisión de invertir. En consecuencia, el informe debe convencer a los posibles inversionistas de que el proyecto es técnica, económica y financieramente viable, y, si fuera necesario, de que el clima de inversión del país satisface a los posibles participantes extranjeros.

En esta fase, ya se han comparado las posibilidades viables, y sólo se propone una solución única. La labor se realiza teniendo en cuenta a inversionistas concretos, por lo que también se tienen en consideración sus respectivos conceptos del proyecto. En principio, la estructura del estudio de viabilidad es similar a la del estudio de pre-viabilidad, diferenciándose únicamente de éste por el detalle de la exposición. Así, pues, el informe comprende los mismos elementos del estudio de pre-viabilidad.

### Ejecución del proyecto

A base de la información contenida en el estudio de viabilidad se toma la decisión de invertir, tras lo cual puede empezarse a planificar la ejecución del proyecto propiamente dicha. Esta fase se inicia por lo general con una exposición del trabajo que entrañará la ejecución del proyecto. Conviene señalar, a este respecto, que es importante para dicha ejecución en conjunto que la descripción de las diversas fases del trabajo sea lo más exacta posible. Partiendo de esta descripción, se prepara un calendario para todo el proyecto, programándose por orden cronológico los diversos grupos de trabajo. El tiempo total previsto en dicho calendario se divide después en secciones de acuerdo con el diagrama de bloques de la fábrica, y estas secciones vuelven a dividirse y a subdividirse en secciones y tareas cada vez más pequeñas. Cuanto más concreto sea el calendario en una fase temprana, más fácil resultará supervisar la ejecución del proyecto y menores serán también los retrasos onerosos. En la preparación de un calendario para la ejecución de un proyecto de tal envergadura como, por ejemplo, una fábrica de muebles o una planta de ebanistería, deberá utilizarse la red de técnica de evaluación y control de proyectos (PERT). En las primeras fases del proyecto debe prestarse gran atención a los llamados tiempos críticos, es decir, al tiempo necesario para ejecutar cada una de aquellas secciones de trabajo que, si no se ajustaran al calendario previsto, podrían demorar todo el proyecto. La figura III representa un modelo típico de trabajo de un proyecto.

El inversionista puede adquirir la maquinaria de varias maneras, según los conocimientos prácticos (know-how) de que disponga. En general, lo más fácil para él será adquirir toda la maquinaria de una vez, pero lo más fácil no es siempre lo mejor, ni económica ni técnicamente. Si el inversionista posee suficiente know-how técnico y económico, y utiliza tal vez los servicios de un consultor, podrá adquirir la maquinaria que necesite artículo por artículo, comprando de diversas fuentes las máquinas mejores y más idóneas.

A efectos de planificación, adquisición de maquinaria, etc., la fábrica debe dividirse en departamentos de acuerdo con la producción. En una planta de manufactura de muebles y de ebanistería, tales departamentos pueden ser los siguientes:

Zona de emplazamiento de la fábrica

Recepción y almacén intermedio de material serrado

- Sección de material aserrado
- Departamento de transformación de materias
- Departamento de prensado
- Departamento de ensamble y montaje
- Departamento de tratamiento de superficies
- Departamento de almacenamiento y expedición de productos
- Generación de energía
- Equipo e instrumentos eléctricos
- Sistemas de calefacción, agua, aire acondicionado y aire comprimido
- Servicios e instalaciones sociales
- Zona para mantenimiento y afilado de cuchillas

Si se examina la labor necesaria para ejecutar el proyecto, se verá que las diversas etapas pueden escalonarse por orden cronológico, aunque algunas de las actividades sean simultáneas y su duración pueda variar. Esto se hace en la lista que figura a continuación, que en general se ajusta a la información básica proporcionada en el estudio de viabilidad.

#### Análisis del suelo

- Especificación técnica de máquinas y equipo necesarios para el proceso
- Preparación de solicitudes de ofertas y presentación de las mismas a los vendedores
- Diagramas de bloques preliminares
- Plano del emplazamiento definitivo de la fábrica
- Especificación de los métodos de construcción de los edificios de la planta
- Comparación de ofertas de máquinas y equipo y negociaciones con vendedores acerca de los detalles técnicos y comerciales de las ofertas
- Comienzo del proyecto de distribución de las instalaciones eléctricas y de los instrumentos eléctricos
- Presupuesto de inversión preliminar
- Preparación definitiva de diagramas de bloques y elaboración del presupuesto de los costos de construcción
- Adquisición de la maquinaria y del equipo principales
- Descripción del proceso y preparación de la distribución en planta de los diversos departamentos
- Preparación de especificaciones para subcontratos de edificación
- Comprobación de las estimaciones de costos de los edificios
- Iniciación de los trabajos de construcción

Tras esto, se verifican los detalles técnicos durante la fase de construcción.

Además de los trabajos de ingeniería técnica propiamente dicha, deben prepararse, desde el principio mismo del proyecto, planes para la contratación de personal y, en caso necesario, para su capacitación. El período de capacitación debe finalizar al iniciarse la fase de instalación de la maquinaria, a fin de que los empleados puedan participar en ella junto con los representantes de los proveedores de máquinas. De esta forma, pueden adquirir rápidamente y con la mayor eficiencia los conocimientos especiales sobre el trabajo, las máquinas y el equipo que necesitarán cuando la fábrica entre en funcionamiento.

Al terminar los edificios de la planta, se inicia en ellos la instalación de la maquinaria y la instalación general de los sistemas eléctrico, de agua, calefacción y aire acondicionado, procediéndose asimismo a la instalación del sistema de aire comprimido y del aspersor y demás equipo de protección contra incendios. Cuando la instalación de la maquinaria esté a punto de completarse, puede efectuarse el tendido eléctrico y el de las conducciones de aire comprimido de las máquinas, así como la instalación de los sistemas de extracción de viruta y de polvo.

Una vez instaladas las máquinas, se realiza un ensayo mecánico y el ajuste de la maquinaria del equipo. A continuación se hace un ensayo de las materias primas, tras lo cual se va pasando progresivamente a la fase de producción propiamente dicha.

Anexo

INDICE DE UN ESTUDIO TIPO DE PREVIABILIDAD

1. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO
  - 1.1 Marco de referencia
  - 1.2 Justificación del proyecto
2. SUMARIO
  - 2.1 Conclusiones
    - 2.1.1 Idoneidad de los recursos de materias primas fibrosas
    - 2.1.2 Programa y procesos de producción propuestos
    - 2.1.3 Aspectos económicos (mercados y comercialización, necesidades de inversión y rentabilidad, análisis del riesgo)
  - 2.2 Recomendaciones
  - 2.3 Calendario para la ejecución del proyecto (Mini-PERT)
3. ANTECEDENTES CULTURALES, POLITICOS Y ECONOMICOS
  - 3.1 Geografía, clima y población
  - 3.2 Enseñanza e instituciones sociales
  - 3.3 Sistema político
  - 3.4 Economía
    - 3.4.1 Estructura y crecimiento
    - 3.4.2 Comercio exterior
    - 3.4.3 Integración económica
    - 3.4.4 Políticas y tendencias del desarrollo
4. MERCADOS
  - 4.1 Demanda nacional proyectada y estructura del mercado
    - 4.1.1 Cantidades, calidades y precios
    - 4.1.2 Situación competitiva y estructura del mercado
    - 4.1.3 Sustitución de importaciones
  - 4.2 Mercados de exportación
    - 4.2.1 Cantidades, calidades y precios
    - 4.2.2 Incentivos y barreras
    - 4.2.3 Ingresos por concepto de exportación
5. RECURSOS DE MATERIAS PRIMAS
  - 5.1 Recursos forestales
    - 5.1.1 Bosques naturales
    - 5.1.2 Plantaciones
  - 5.2 Otras materias primas
  - 5.3 Tala de árboles y transporte de los troncos

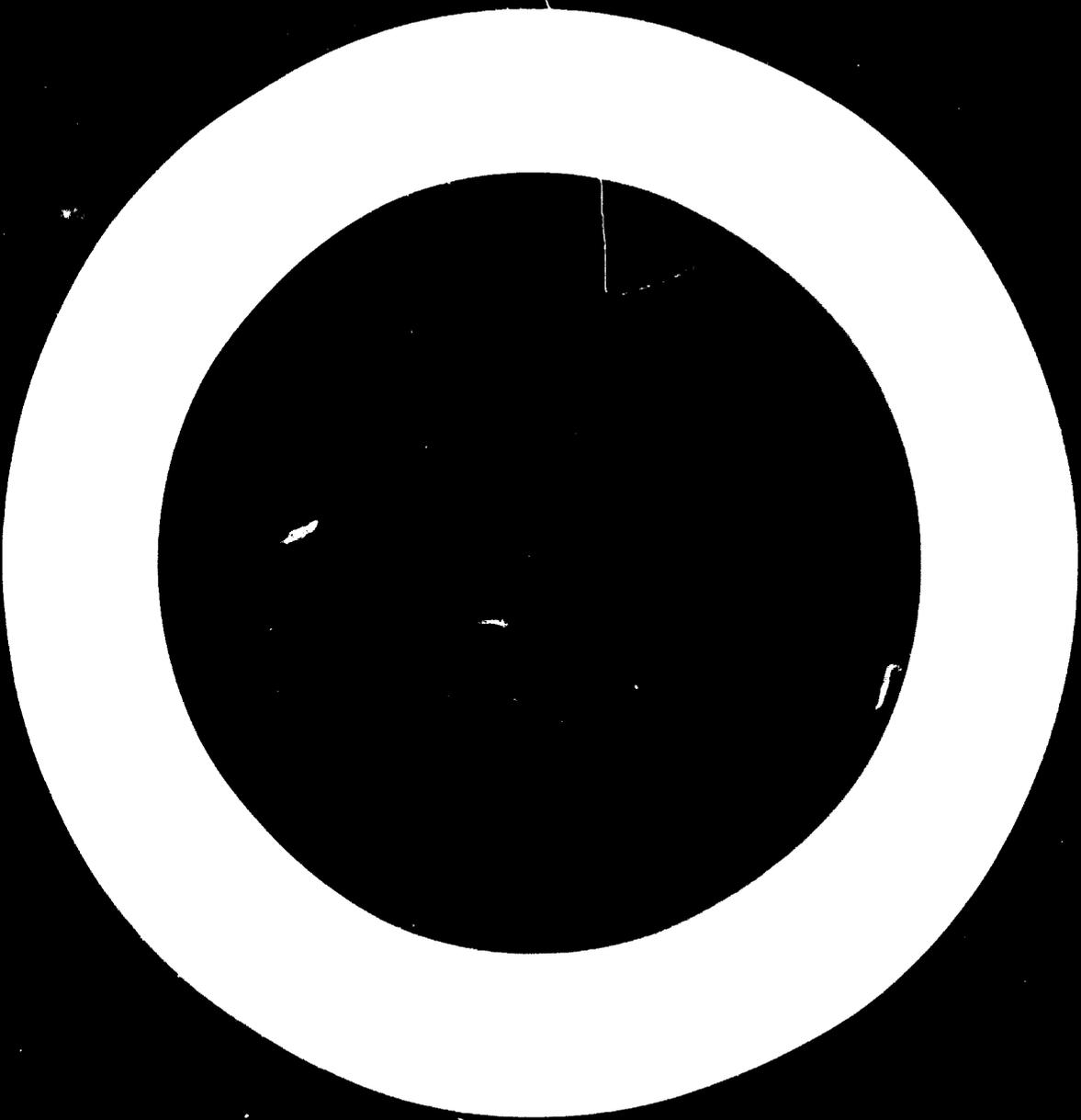
6. DESCRIPCION TECNICA

- 6.1 Emplazamientos de la fábrica
- 6.2 Descripción del programa y del proceso de producción
  - 6.2.1 Programa
  - 6.2.2 Descripción de la fábrica
  - 6.2.3 Manutención de materiales en la fábrica
  - 6.2.4 Calor y energía, agua y eliminación de efluentes
  - 6.2.5 Necesidades y capacitación de personal

7. CALCULOS ECONOMICOS

- 7.1 Necesidades de inversión
- 7.2 Costos de producción
- 7.3 Rentabilidad y análisis de sensibilidad, estado de corrientes de efectivo
- 7.4 Presupuesto de financiación y hojas de balance proforma
- 7.5 Evaluación económica

8. ASPECTOS JURIDICOS



## 10. TRAZADO Y DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA\*

El trazado y distribución de la planta (ya sea se entienda la trazada en general o la distribución y la ubicación de las máquinas, equipos y puestos de trabajo) influyen en la eficiencia del transporte interno y del propio edificio de la fábrica. Un mal trazado puede ocasionar problemas para el proceso de fabricación.

El trabajo de trazado y distribución de una planta puede tener distintos grados de importancia, por ejemplo:

- Planificación completa de una nueva planta;
- Cambios necesarios en la distribución de la planta cuando ésta se instala en un edificio que ya estaba construido;
- Reorganización de una fábrica en el contexto de un plan total;
- Pequeñas reorganizaciones en diversas secciones de una planta.

Los principios del trazado y la distribución de plantas que se ofrecen a continuación son independientes de la rama industrial de que se trate y suelen ser aplicables a cualquier tipo de planta o establecimiento (por ejemplo, una estación de servicios, una granja, una escuela o un laboratorio fotográfico). El trazado y la distribución de una planta no debe considerarse como un proceso que tiene lugar de una vez para siempre, sino como una actividad continua de la que depende la capacidad de competir de la empresa.

### El trazado de una planta y su objeto

El trazado de una planta tiene una serie de elementos que se pueden agrupar del siguiente modo:

- Métodos y puestos de trabajo
- Ordenación de los mismos en una secuencia operacional
- Planificación de grupos y secciones de maquinaria
- Ubicación de las diferentes secciones en lugares apropiados
- Proyecto de los edificios de la fábrica en función de la maquinaria y de los procesos
- Proyecto de la instalación eléctrica y de la red de tuberías (agua, calefacción, vapor, evacuación de aguas cloacales, aire comprimido, extracción de virutas y de polvo, etc.)
- Instalación de un grupo generador de energía (o fuente de alimentación)
- Planificación de la manipulación de desperdicios
- Trazado y distribución de la zona de la planta

---

\* Memoria presentada al seminario por Pekka Paavola, Instituto Técnico de Lahti, Lahti (Finlandia). (Publicada originalmente con signatura ID/NO.133/27.)

### Puntos de partida para el trazado de una planta

La información básica necesaria para planificar el trazado de una planta hace referencia a los siguientes puntos:

- Programa de producción actual y previsto;
- Tipos, concentración y materiales de los productos;
- Nivel de calidad deseado;
- Capacidad de producción deseada.

### Características especiales de la producción en las industrias del mueble y la ebanistería

Las características importantes de la industria del mueble que afectan al trazado de la planta son las siguientes:

- La gama de productos suele ser amplia;
- Las series de producción suelen ser más bien pequeñas;
- La vida de la mayoría de los diseños suele ser corta;
- No suele ser posible la producción continua de un mismo modelo;
- Aparte de la madera maciza, se utilizan como materias primas muchas semimanufacturas de la madera, como maderas terciadas, etc., y también plásticos y metales.

En la industria de la carpintería y ebanistería la gama de productos es bastante más reducida que en la del mueble. Aunque varíe el tamaño de los productos, como sucede con las ventanas y las puertas, muchos de ellos están normalizados -al menos en Finlandia- lo que suele hacer posible su fabricación continua. Por consiguiente, suele ser más fácil diseñar una planta de ebanistería que una fábrica de muebles. La vida del producto (p.ej. puertas lisas) es larga, y la materia prima principal es la madera maciza.

### Ordenación de la producción

Pueden distinguirse los siguientes principios de ordenación:

Puestos de trabajo estacionarios, como en la fabricación de accesorios (figura I)

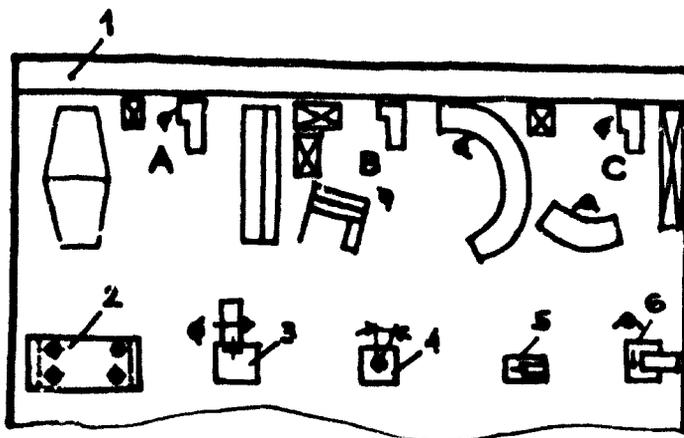
Ordenación por métodos de fabricación; por ejemplo, según los tipos de máquinas para el mecanizado básico de la madera en la industria del mueble (figura II)

Cadenas de producción (figura III): zonas de trabajo separadas (p.ej. máquinas) ordenadas conforme a las fases sucesivas del trabajo (arriba), una correa transportadora, como en el montaje de muebles (centro), o cadenas de producción automatizadas o semiautomatizadas (abajo). (La automatización secuencial es corriente en las industrias del mueble y de la ebanistería.)

### Capacidad de producción

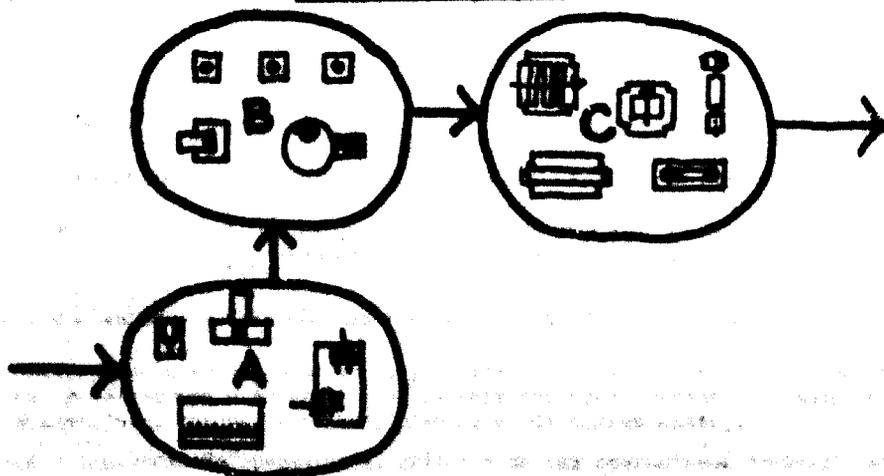
En la producción habitual, en la que se utilizan máquinas y equipo independientes, la capacidad de mecanizado o de fabricación de toda la cadena está determinada por la producción del eslabón menos productivo de la misma (es decir, por el punto de estrangulamiento). Esto significa que una máquina o elemento de equipo puede estar funcionando al 100% de su capacidad mientras el resto del equipo funciona por debajo de la suya. El estrangulamiento sólo podrá eliminarse mediante la adición de otra máquina en este punto crítico. De ello resultaría un

Figura I. Producción con puestos de trabajo estacionarios



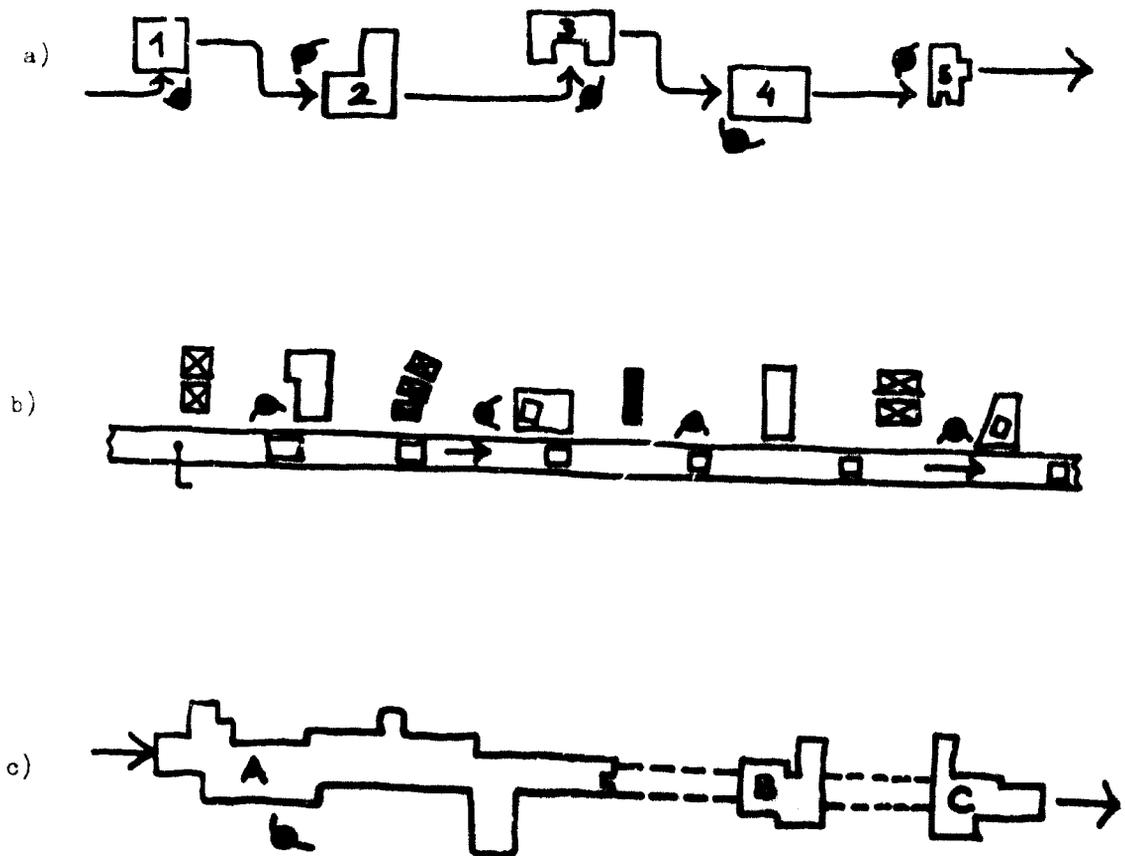
- Clave:
- |  |  |
|--|--|
| 1. mesa de diseño y proyección;              | A. taladradora y mortajadoras;           |
| 2. prensa de una vía;                        | B. acepilladoras y máquinas de soldurar; |
| 3. sierra circular con mesa de alimentación; | C. máquinas de lijar.                    |
| 4. tupo con mesa inclinable;                 |  |
| 5. taladradora horizontal;                   |  |
| 6. sierra de cinta;                          |  |

Figura II. Producción ordenada en función de los métodos de fabricación



- Clave:
- |  |
|--|
| A. taladradoras y mortajadoras;          |
| B. acepilladoras y máquinas de soldurar; |
| C. lijadoras.                            |

Figura III. Métodos de producción.



- Clave:**
- a) zonas de trabajo separadas, tales como máquinas, ordenadas de acuerdo con las fases sucesivas del trabajo;
  - b) cadena de producción continua con correa transportadora o banco de trabajo corredizo;
  - c) cadena de producción automatizada o semiautomatizada. Obsérvese que un solo operario controla las máquinas A, B y C.

en primer lugar un aumento en la capacidad global del equipo, y en segundo lugar que el estancamiento se desplazaría a otro eslabón de la cadena de producción. Por ello, en las cadenas automatizadas convencionales sólo es posible aumentar la capacidad en múltiplos de la capacidad individual de sus distintas máquinas.<sup>1/</sup>

Los requisitos de una línea de máquinas pueden calcularse o bien sobre la base del número de horas de mecanizado por máquina y año para un programa de producción determinado o bien por la capacidad de labrado de la madera (expresada en metros cúbicos anuales) de las diversas máquinas (véase el cuadro). Sin embargo, en una cadena automatizada la capacidad se mantiene idéntica en todos sus eslabones.

Capacidades medias de algunas máquinas básicas de transformación de madera<sup>a/</sup>

Máquina	Metros cúbicos/año
Sierra de tronzar	2.300
Sierra de cantear, alimentada en cadena	2.300
Acepilladora desbastadora	1.400
Acepilladora regruesadora	4,7/mm de anchura
Acepilladora de labrado por cuatro caras	2.300 a 4.700
Formatadora de una sola hoja	1.400 a 1.900
Formatadora de dos hojas	2.800 a 3.700
Sierra de cinta	2.300 a 4.700
Tupf	700 a 1.400
Molduradora	2.300
Mortajadora de cincel	1.400 a 1.900
Lijadora de correa horizontal	1.900 a 2.800

<sup>a/</sup> Estos valores son válidos para la práctica más usual de producción de muebles, consistente en fabricar distintos tipos de muebles a partir de madera maciza en un régimen de un solo turno de trabajo.

Geometría de la cadena de producción

Por lo general, la cadena de producción suele adoptar una de las cinco formas siguientes: en línea recta, en zigzag, en forma de U, en forma de anillo o en ángulos dispares (figura IV).

Procedimientos y medios de trazado de plantas

Los procedimientos y medios más importantes de trazado de plantas son:

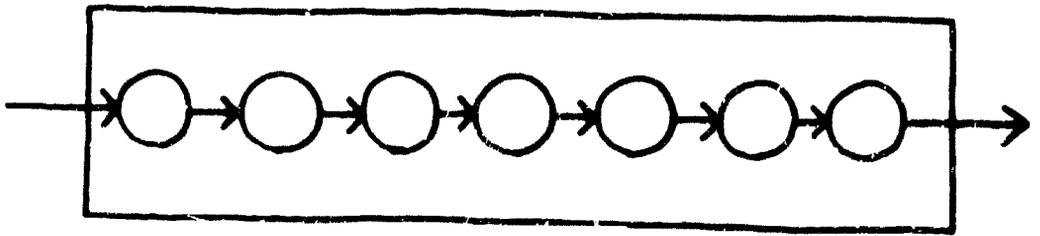
La normalización interna (de productos, materiales, métodos de trabajo, partes de los edificios y del equipo y accesorios de la fábrica, como paletas de transporte, estanterías de almacenamiento, bancos de trabajo y armarios de herramientas);

Gráficos del proceso de operaciones, gráficos de las operaciones de mecanizado, planos y diseños (figuras V y VI);

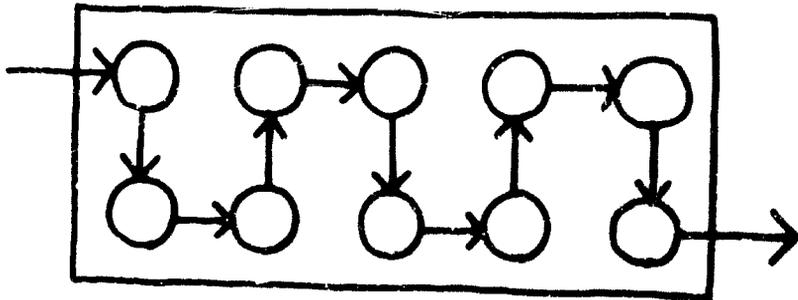
Maquetas (figura VII).

<sup>1/</sup> Véase la última sección, sobre proyección de la producción, del artículo 14 (Pekka Paavola "Proyección técnica de productos").

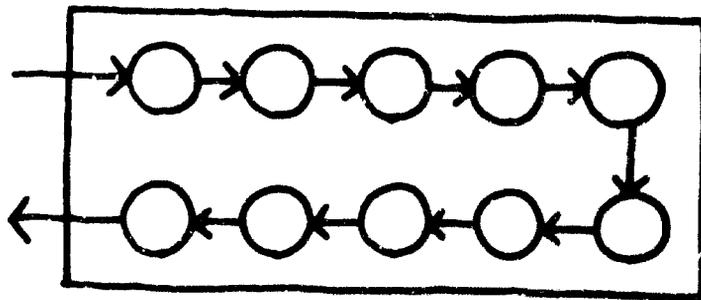
Figura IV. Algunas configuraciones de sistemas de producción



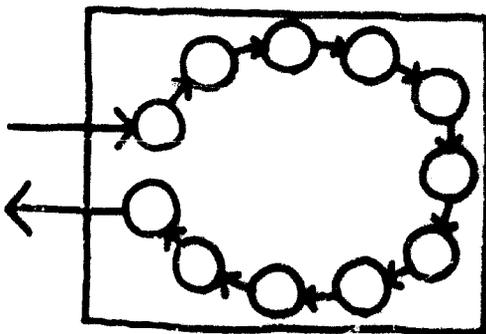
De avance en línea recta



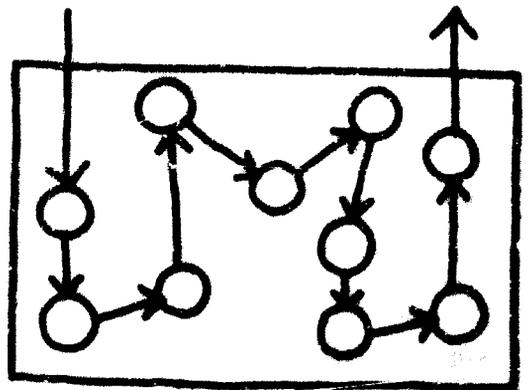
De avance en zigzag



De avance en forma de U



De avance en forma de anillo



De avance en ángulos

Figura 4. Imágenes de operaciones típicas de mecanizado  
 que operan en referencia al cuadro que aparece en la figura XIV  
 (el código de la Fabela Pavola "Proposición + Enciclopedia de productos")

OPERACIONES DE MECANIZADO

Módulo de Operación	Fabela superior (1) Plano de Arma de la- super- Plote	Fabela (2)	Larguero lateral (3)	Larguero de fondo (4)
1	Operación de mecanizado			
2	Operación de mecanizado			
3	Operación de mecanizado			
4	Operación de mecanizado			
5	Operación de mecanizado			
11	Operación de mecanizado			
12	Operación de mecanizado			
13	Operación de mecanizado			
14	Operación de mecanizado			
15	Operación de mecanizado			
16	Operación de mecanizado			
17	Operación de mecanizado			
6.1	Operación de mecanizado			
18	Operación de mecanizado			
7	Operación de mecanizado			
3	Operación de mecanizado			
9.1	Operación de mecanizado			
9.2	Operación de mecanizado			
10.1	Operación de mecanizado			
10.2	Operación de mecanizado			
10.3	Operación de mecanizado			

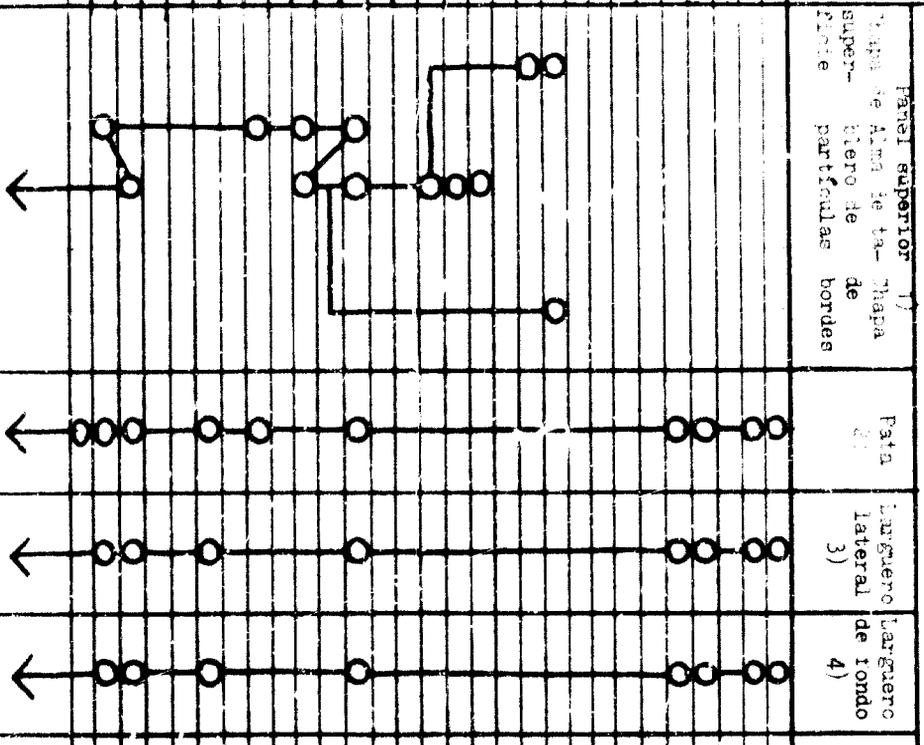


Figura VI. Dibujos típicos para la sección de mecanizado de una fábrica de muebles pequeña (Los números indicados corresponden a los números de las máquinas de la figura V)

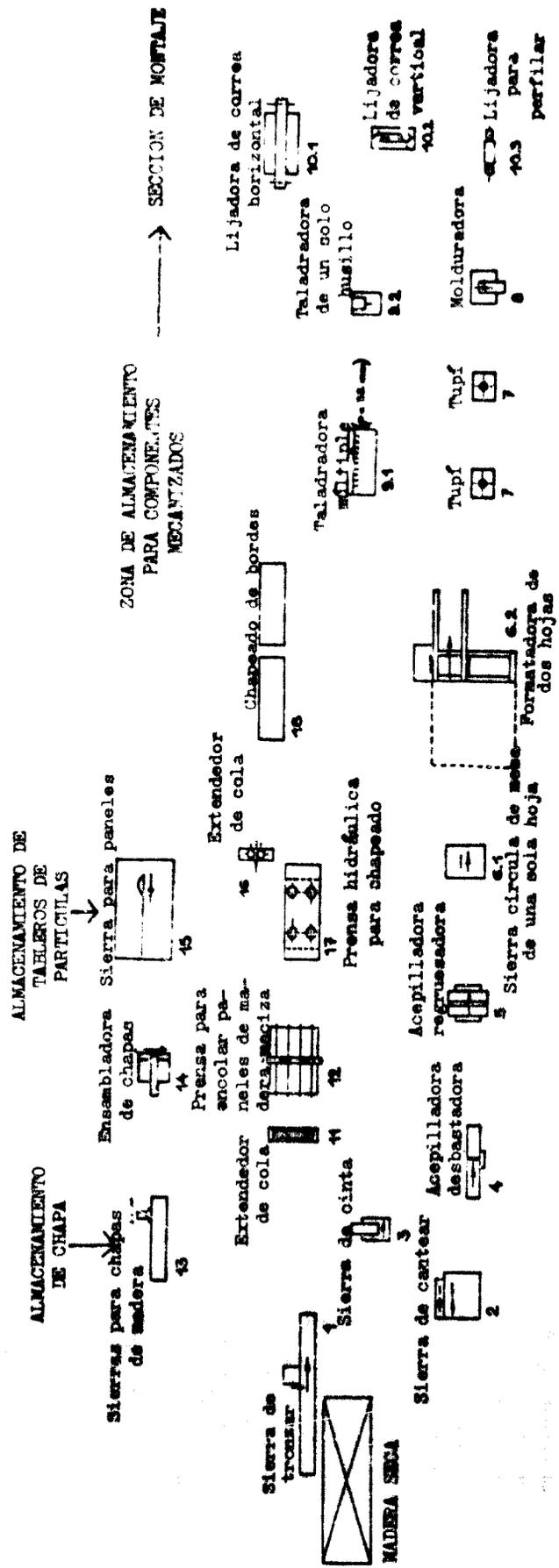


Figura VII. Modelos a escala (1 : 100) de algunas máquinas típicas para transformación de la madera

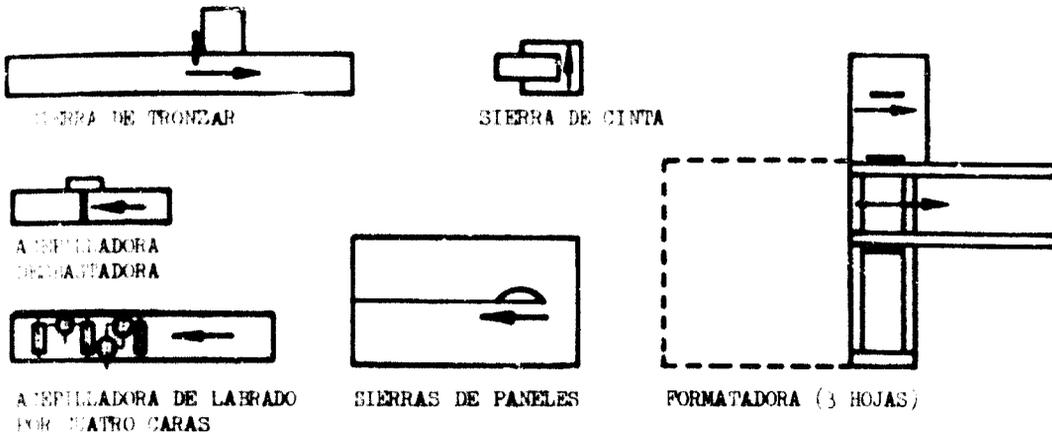
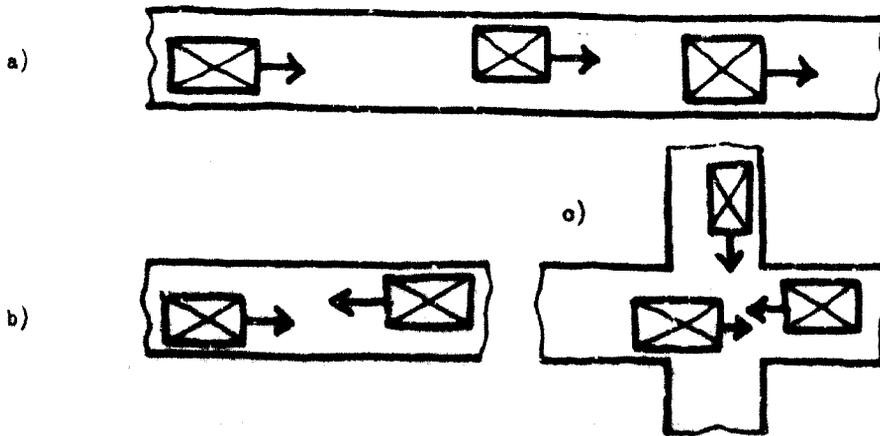


Figura VIII. Transporte por paletas en los corredores de la fábrica



- Clave:
- a) Tráfico en un solo sentido;
  - b) Tráfico en doble sentido;
  - c) Tráfico cruzado.

### El trazado de plantas en la práctica

Se comienza a comenzar el trazado de la fábrica dibujando, sobre papel milimetrado, la planta de edificios, incluyendo las paredes, pilasstras y otros detalles de la construcción con exactitud. La escala de estos dibujos de construcción suele ser de 1:50). A continuación se colocan en el sitio las máquinas, equipo, correas transportadoras, corredores, zonas de almacenamiento, etc. Como mejor se consigue esto es con la ayuda de modelos a escala de los diversos elementos, que pueden recortarse en tablero de fibra recubierto de papel milimetrado o incluso de cartón de colores. Cuando así se consigue, pueden tallarse modelos tridimensionales de una batería de andas, como la de la balsa, o de espuma de poliestireno.

En muchos casos la producción de la fábrica puede dividirse en dos zonas o cadenas de producción perfectamente delimitadas:

Cadena de madera maciza (sillas, patas, largueros, capones, etc.);

Cadena de paneles (partes de armarios, tableros de mesa, etc., componentes fabricados con tableros semimanufacturados).

Una práctica común, que ha resultado útil, consiste en colocar máquinas de funciones similares (respecto del principio de trabajo) en grupos, como sigue:

Sierras de tronzar y sierras de cantar;

Acepilladoras;

Espigadoras;

Mortajadoras y taladradoras;

Tupfs y molduradoras;

Ligadoras;

Máquinas de chapeado.

En la industria del mueble, el transporte interno se efectúa principalmente mediante paletas y carretillas elevadoras manuales. Este sistema es muy flexible y por ello sumamente idóneo para la fabricación de muebles. En la industria de la ebanistería se utilizan también mesas de rodillos y carretillas de horquilla elevadora accionadas por un motor. Las correas transportadoras que se utilizan en los talleres de acabado de superficies suelen ser de un tipo especial y no sirven para otras fases de la producción. La tendencia moderna, sobre todo en la industria del mueble, consiste en acabar las superficies antes del montaje.

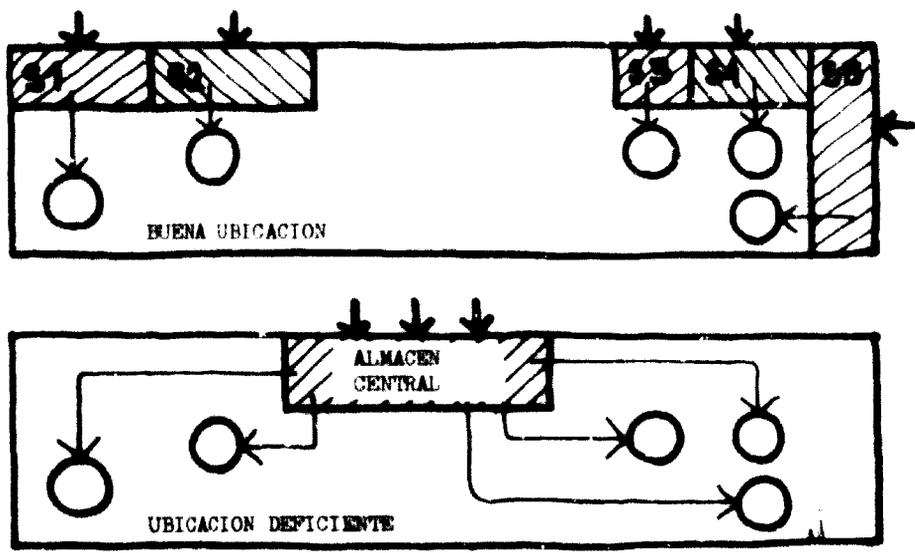
El transporte de cargas (sobre paletas) debe efectuarse siempre en el mismo sentido por los corredores de la fábrica. Debe por ello evitarse el tráfico en doble sentido y el cruzado (figura VIII).

Las zonas necesarias para diversos tipos de almacenamiento son siempre bastante extensas en las fábricas de muebles y de productos de ebanistería; en muchas plantas representan aproximadamente la mitad de la superficie total de la fábrica. Se necesitan dos tipos de zonas de almacenamiento para componentes y productos en fabricación:

Zonas de almacenamiento intermedio entre distintas fases del trabajo (espacio libre entre máquinas u otros puestos de trabajo);

Zonas de almacenamiento entre las principales fases de fabricación (para piezas necesarias para productos montados, piezas acabadas y productos acabados).

Figura IX. Ubicación de las zonas de almacenamiento. Resulta preferible la dispersión de zonas de almacenamiento del dibujo superior a la centralización en un solo almacén del dibujo inferior



Ubicación de plantas de zonas de almacenamiento para los siguientes elementos:

- Madera de alta calidad;
- Tapas de madera;
- Materiales semielaborados, madera terciada, laminados de piñatino, etc.;
- Clavos;
- Accesorios, herrajes, materiales para pintar, etc.;
- Material de embalaje.

Las zonas de almacenamiento deben tener fácil acceso para los operarios desde el interior de la fábrica, y fácil acceso desde el exterior para los camiones o vagones de ferrocarril. Las zonas de almacenamiento demasiado centralizadas ocasionan grandes pérdidas de tiempo debido a las distancias que es preciso recorrer desde las partes más alejadas de la planta hasta su centro. Resulta por ello más racional colocar las zonas de almacenamiento cerca de los puntos donde vayan a necesitarse los materiales correspondientes (figura IX).

La instalación eléctrica y las redes de tuberías suelen pasar por el techo y las vigas de la fábrica, por encima de las máquinas y el equipo, para facilitar futuras reordenaciones. Debe tenerse presente la seguridad del personal en todos los detalles del trazado de la planta.

#### Edificio de la fábrica

Las características principales de los edificios modernos en la industria del mueble y de la ebanistería son las siguientes:

- Los edificios son de una sola planta. Esto hace innecesario el transporte vertical, abarata la cimentación y facilita futuras ampliaciones;
- Los edificios son de forma rectangular. A los edificios grandes se les puede dar iluminación natural a través de tragaluces. En la práctica, sin embargo, la iluminación eléctrica desempeña un papel muy importante;
- Se evita el empleo de tabiques entre una sección y otra (a excepción de la sección de acabado de superficies). A ello se debe en gran parte el que las fábricas estén provistas de redes de aspersión contra incendios;
- Se evita, siempre que sea posible, el empleo de pilastras;
- Se reduce al mínimo el número de esquinas o rincones;
- Se prevén desde un principio las futuras ampliaciones.

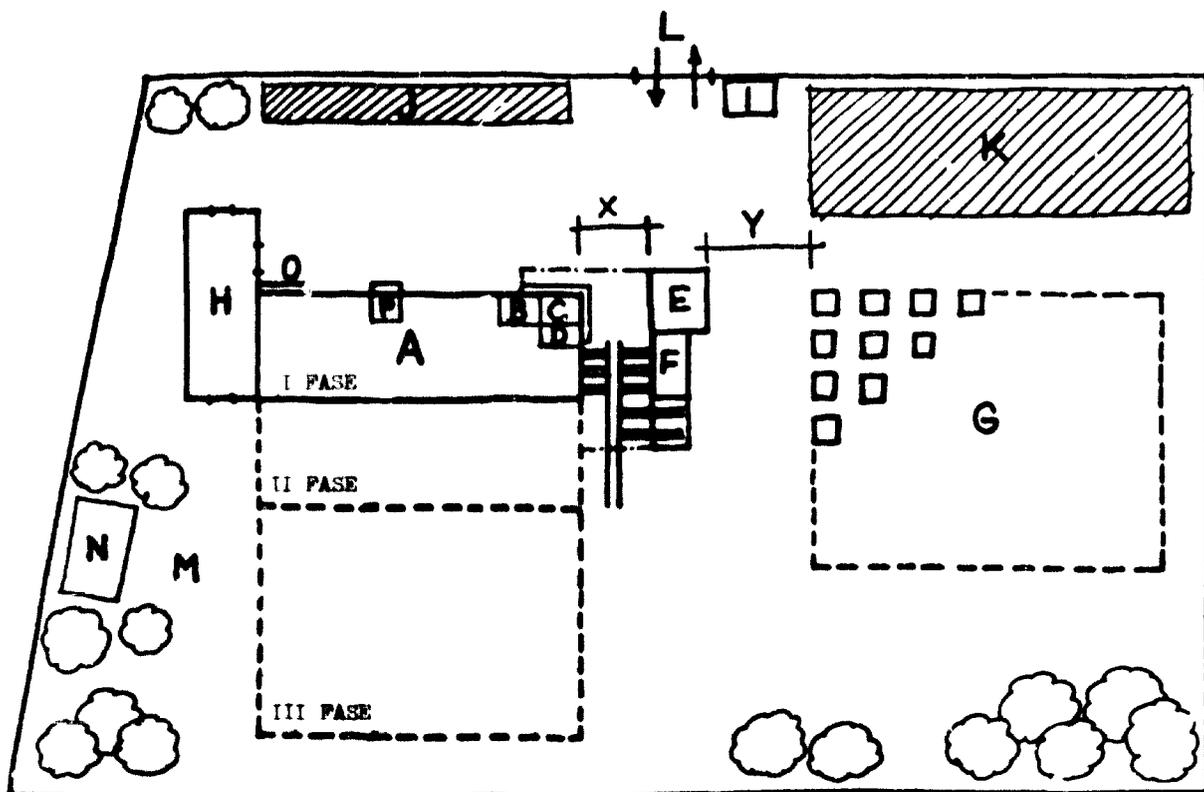
#### Zona fabril

Al planificar la zona fabril se han de tener en cuenta, entre otros, los siguientes detalles:

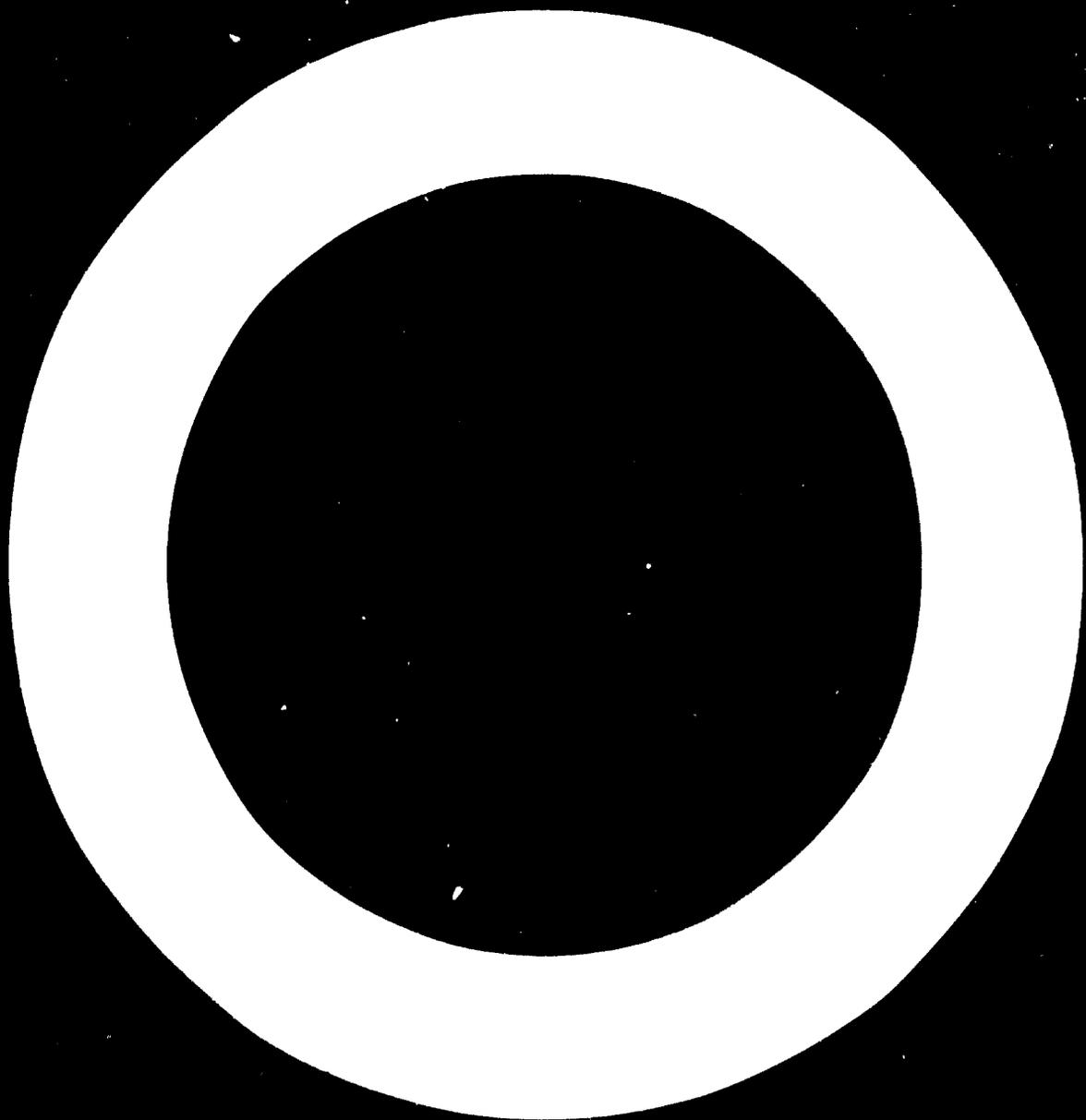
- Ubicación del edificio de la fábrica en el solar de forma que quede espacio libre para futuras ampliaciones. Conviene que no sea preciso desplazar el lugar de arranque de la producción con ocasión de futuras ampliaciones;
- La colocación del almacén de madera y zonas de almacenamiento exterior de forma que minimicen los problemas de transporte;
- La organización de un plan de tráfico en el interior de la fábrica para el desplazamiento de personas, materias primas, productos acabados, etc.;
- La asignación de espacio para locales de oficina, ya sea en la fábrica o en un edificio aparte.

En la figura X puede verse un buen ejemplo de trazado de fábrica.

Figura X. Una fábrica bien planificada



- Clave:
- |   |   |
|---|---|
| A. edificio de la fábrica;  | M. césped;  |
| B. almacén de paneles;  | N. zona de recreo;  |
| C. almacén de chapas;   | O. plataforma de carga para productos acabados;                             |
| D. zona de almacenamiento para la madera secada al horno;                         | P. almacén de accesorios, herrajes, etc.;                                   |
| E. cuarto de calderas;  | X. distancia tolerable entre el cuarto de calderas y la fábrica;            |
| F. hornos de secado;  | Y. distancia tolerable entre el cuarto de calderas y el almacén de troncos; |
| G. zona de almacenamiento de troncos;   | Fase I: edificio original de la fábrica;                                    |
| H. edificio de oficinas;  | Fase II y III: espacio para futuras ampliaciones de la fábrica.             |
| I. caseta del guarda;   |   |
| J. zona de estacionamiento de vehículos para personal de la oficina y visitantes; |   |
| K. zona de estacionamiento de vehículos para operarios de la fábrica;             |   |
| L. puerta de la fábrica;  |   |



## 11. TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA DEL MUEBLE\*

### Características especiales de la industria del mueble

Las actividades de la industria del mueble representan el grado más elevado de refinamiento en comparación a los de otras industrias de elaboración secundaria de la madera. La característica general de los muebles es que su aspecto afecta de modo decisivo a sus posibilidades de venta en el mercado. En las condiciones climáticas de Europa septentrional, la demanda de muebles tiene un carácter estacional. Además, las ventas de muebles se ven considerablemente influenciadas por la moda, lo que significa que la vida de un diseño suele ser muy breve. La fabricación de muebles rara vez llega a tener el carácter de verdadera producción en masa, pues los consumidores desean que sus hogares tengan cierta personalidad propia. De esto da origen el gran número de especies madereras que se utilizan para fabricar chapas o componentes muebles. En muchos casos, son laqueados en color natural o se les da diferentes tonalidades. En la actualidad, los muebles pintados en colores vivos gozan también de gran popularidad y están muy de moda.

El mayor problema de producción con que tropieza la mayoría de las fábricas de muebles es, sin embargo, la gran diversidad de artículos. En muchos casos, las diferentes clases de muebles que pasan por las distintas fases del mecanizado pueden llegar a ser de muchos cientos e incluso de miles.

Una solución a este problema es la especialización, lo que significa limitar el programa de producción en uno u otro sentido. La base de especialización puede constituirla, por ejemplo:

- La clase de producto (por ejemplo, una fábrica puede especializarse en la fabricación de sillas exclusivamente)
- Un grupo de productos y el uso final de los mismos (hogar, oficina, etc.)
- La materia prima y la construcción (madera maciza, tableros de partículas, etc.)
- El método de fabricación (máquinas o técnicas especiales).

Otro método muy práctico consiste en servirse de subcontratistas para obtener aquellas piezas que no interese fabricar directamente. En este caso, las fábricas de muebles se limitan a realizar operaciones de montaje.

### Modo de producción

Casi sin excepción, los muebles se producen en serie. El número de artículos fabricados al mismo tiempo suele variar de unos centenares a unos miles, según la clase de productos. La producción de muebles en serie se caracteriza por lo siguiente:

Entre las diferentes fases de fabricación se precisan zonas de almacenamiento (figura I)

---

\* Memoria presentada al seminario por Pekka Paavola, Instituto Técnico de Lahti, Lahti (Finlandia). (Publicado originalmente con signature ID/WG.105/35/Rev.1.)

Los costos de transporte representan una parte importante de los costos de producción. Por lo general, los componentes se transportan en paletas mediante carretillas elevadoras, tríplicas accionadas a mano. Este método de transporte es más flexible para la producción en serie.

Los transportadores de cinta o de otros tipos sólo pueden utilizarse en un grado limitado (montaje, acabado de superficies) a causa de la gran variedad de artículos que normalmente se producen.

En principio, la fabricación de muebles como proceso continuo es perfectamente posible. De acuerdo con este modo de producción, la fabricación se efectúa en una línea de producción sin interrupciones de almacenamiento. Esto, no obstante, requeriría una gran expansión del terreno. De todas maneras, en los últimos años ha podido observarse una clara tendencia hacia un mayor empleo de líneas de máquinas y la automatización de la producción.

### Precisión

La precisión de las máquinas de transformación de la madera es, como máximo, de  $\pm 0,05$  mm cuando los colinetes son nuezos. En la práctica, la precisión real de las piezas de trabajo es de  $\pm 0,1$  a  $\pm 0,3$  mm, habida cuenta de los cambios que origina en las dimensiones la variación del contenido de humedad durante el proceso de fabricación.

Las ventajas de una gran precisión son las siguientes:

- Las piezas de productos pertenecientes a distintas series son intercambiables
- Durante el montaje, puede efectuarse un ajuste suave de las piezas sin necesidad de ajustes manuales
- Las juntas son fuertes y fáciles de ensamblar
- Es posible la fabricación en grandes series.

Para lograr una gran precisión, se adoptan las siguientes medidas:

- Se lleva a cabo regularmente el mantenimiento de las máquinas de acuerdo con las instrucciones correspondientes
- En todo momento se utilizan planos de trabajo dimensionados. Los valores numéricos indican la dimensión nominal que ha de obtenerse
- Se emplean calibres y plantillas para controlar las dimensiones durante el mecanizado (figura II)
- Siempre que resulte posible, se utilizan montajes de trabajo en las operaciones de mecanizado y de ensamble (figura III).

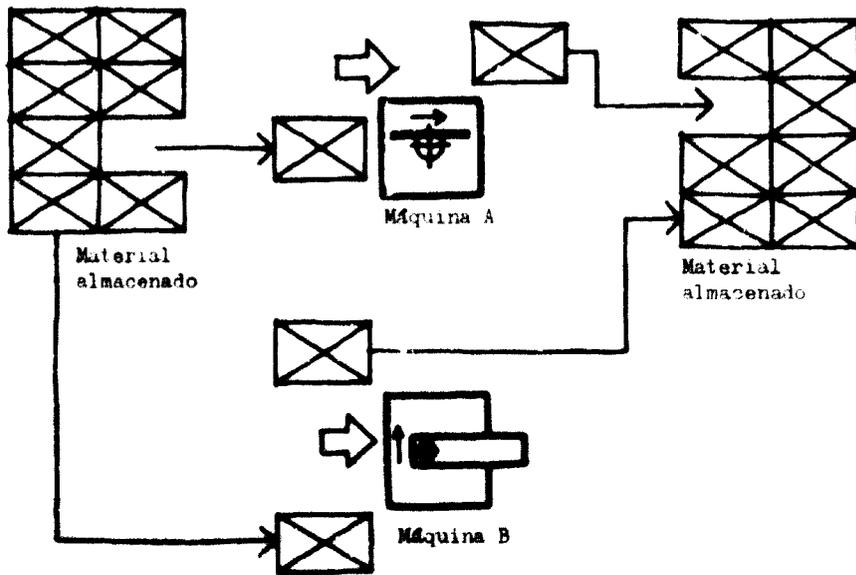
### Secado de la madera

En la actualidad, la madera suele secarse en piezas aserradas antes del tronzado, minimizándose con ello la pérdida de material a causa de grietas en las testas. Los hornos de secado se encuentran en otro edificio o en conexión con el propio edificio de la fábrica. Las cargas del horno se transportan de ordinario mediante vagones sobre rieles.

### Disposición de las fases de trabajo en el mecanizado

En la fabricación de muebles, el orden de las fases de mecanizado de diferentes piezas por lo general, el que se indica en la figura IV.

Figura I. Zonas de almacenamiento entre diferentes fases de fabricación.



### Mecanizado

En las operaciones de mecanizado debe prestarse especial atención a los siguientes puntos:

Siempre que sea posible, el mecanizado debe realizarse por medio de un avance pausado continuo. Esto ha de tenerse en cuenta en la fase de diseño.

Deben utilizarse dispositivos protectores.

Es imprescindible un sistema de extracción de virutas y de polvo.

Es conveniente emplear herramientas con punta de carburo de tungsteno, sobre todo al mecanizar tableros de partículas y maderas muy duras. El buen mantenimiento de las herramientas tiene capital importancia.

La correcta elección de la velocidad de avance influye notablemente en la calidad del acabado.

Los dispositivos de avance automático (figura V) aumentan la capacidad de la máquina, la calidad del acabado y la seguridad.

Las máquinas con muchos cabezales portapiezas (tales como molduradoras a cuatro caras y espigadoras dobles) resultan ventajosas cuando se trabaja a base de grandes series. En la producción en pequeña escala, los costos de preparación del trabajo son demasiado elevados.

A continuación se tratan brevemente algunas de las fases de mecanizado más importantes y sus características especiales.

### Corte transversal y corte al hilo

El corte transversal o tronzado suele efectuarse con una máquina dotada de una sierra circular que actúa en sentido horizontal. La madera que ha de cortarse se suele cargar en un vagón que puede elevarse neumáticamente o hidráulicamente (figura VI). El operario debe poseer gran pericia, a fin de lograr que sólo se produzcan pequeñas pérdidas de material (normalmente, de un 5 a un 20%). El margen de corte varía entre 10 y 50 mm, según la longitud de las piezas.

Para el corte al hilo, el material suele transportarse en paletas, pero también puede utilizarse una mesa clasificadora circular y giratoria u otros métodos (figura VII). Por lo general, la sierra de cortar al hilo efectúa los cortes desde arriba, y está dotada de una cadena de avance y de una transportadora de cinta de regreso. La posición de la hoja se hace visible en la superficie del tablero mediante un dispositivo de línea de sombra (figura VIII). El tronzado y el corte al hilo se efectúan de acuerdo con una lista de piezas; también pueden indicarse en la misma lista otras materias primas necesarias (figura IX).

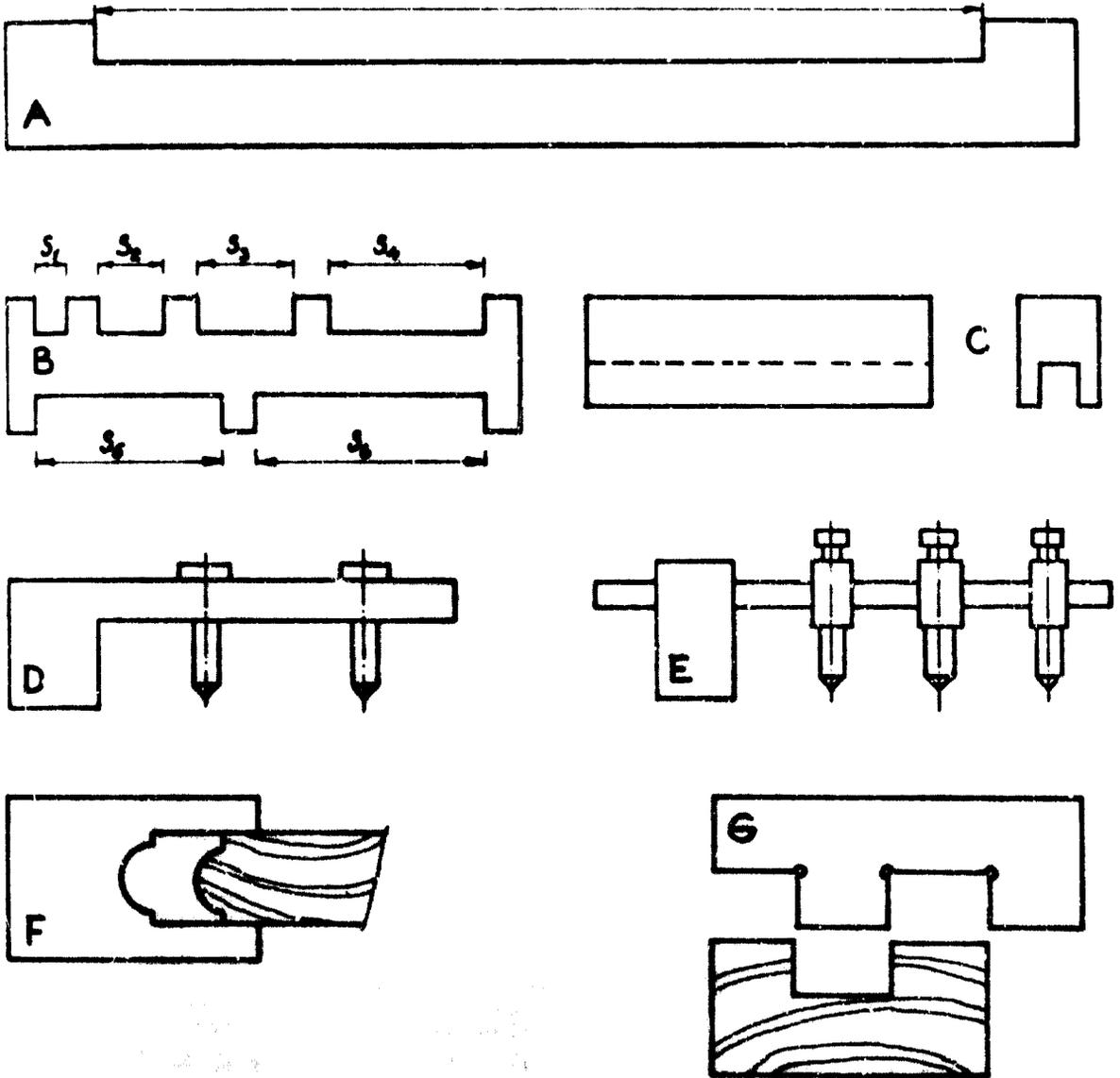
### Aserrado mediante sierra de cinta

El aserrado mediante sierra de cinta es necesario para fabricar todas las piezas curvas tales como tableros de mesas redondas y piezas de sillas. El aserrado se efectúa a lo largo de una línea trazada con una plantilla, o bien con un montaje de trabajo.

### Cepillado, regresamiento y moldurado

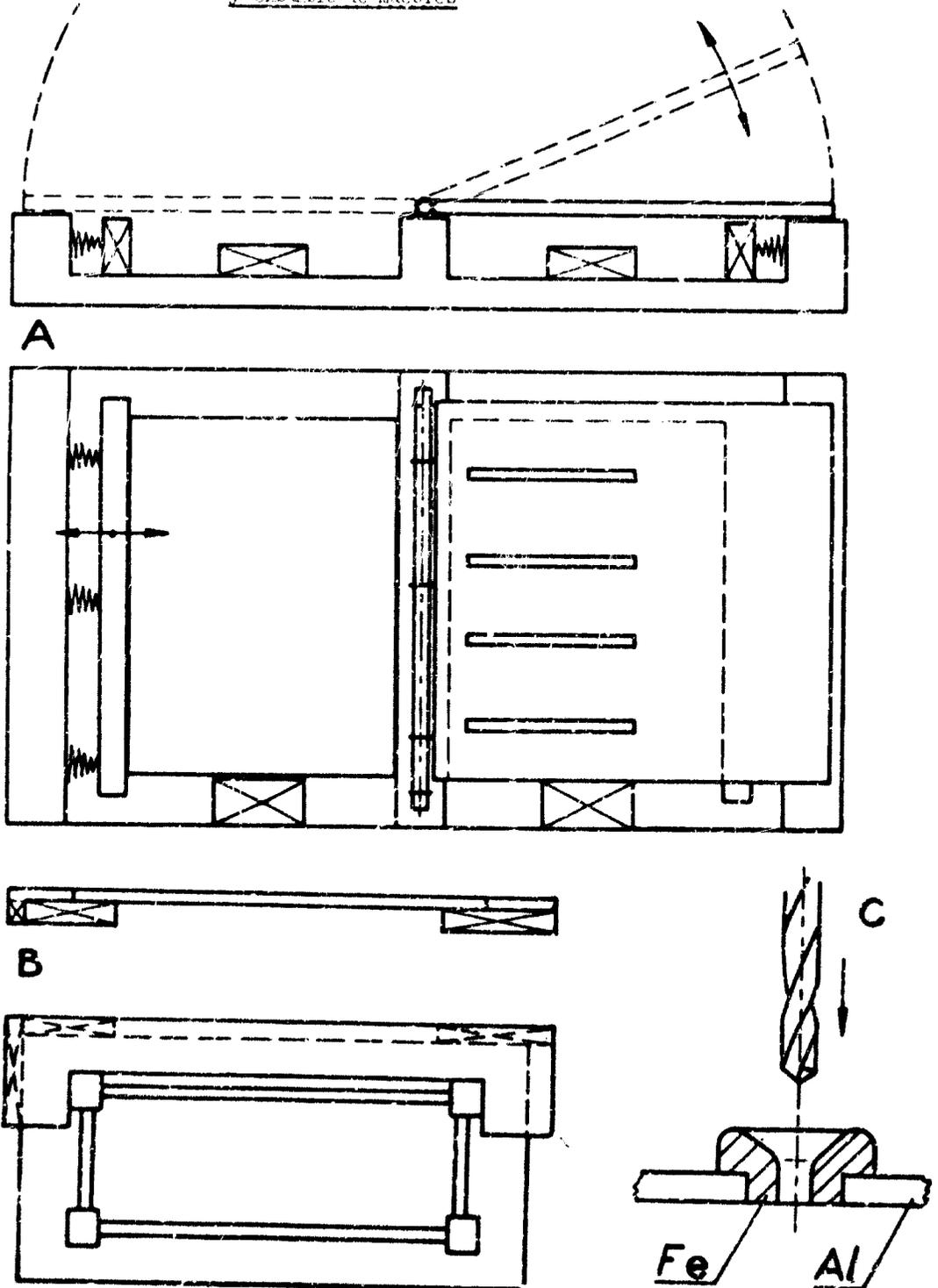
Las piezas tronzadas y las cortadas al hilo suelen mecanizarse primero en una cepilladora y luego en una regresadora. Al salir de estas fases, las piezas tienen una sección transversal rectangular. A la cepilladora puede dotársele de un dispositivo de avance automático, que se instala en el lado posterior de la mesa (véase la figura V).

Figura II. Calibres y plantillas para diversos tipos de mediciones



Legenda: A, longitud (para recortar);  
B, espesor (para regruesar);  
C, espesor (de lengüetas, etc.);  
D y E, paso de junta a espigas;  
F y G, perfiles.

Figura III. Tres montajes de trabajo utilizados en el mecanizado y ensamble de muebles



Legenda: A, montaje de trabajo para el ensamble de listones de apoyo en cajones, mediante pistola grapadora, sobre las superficies internas de los paneles izquierdo y derecho del cajón; B, montaje de trabajo para fijar la base de un armario; C, detalle de un montaje de trabajo para barrenar.

Figura IV. Orden de las fases de mecanizado en una fábrica de muebles

Componente de madera maciza

Componente de panel

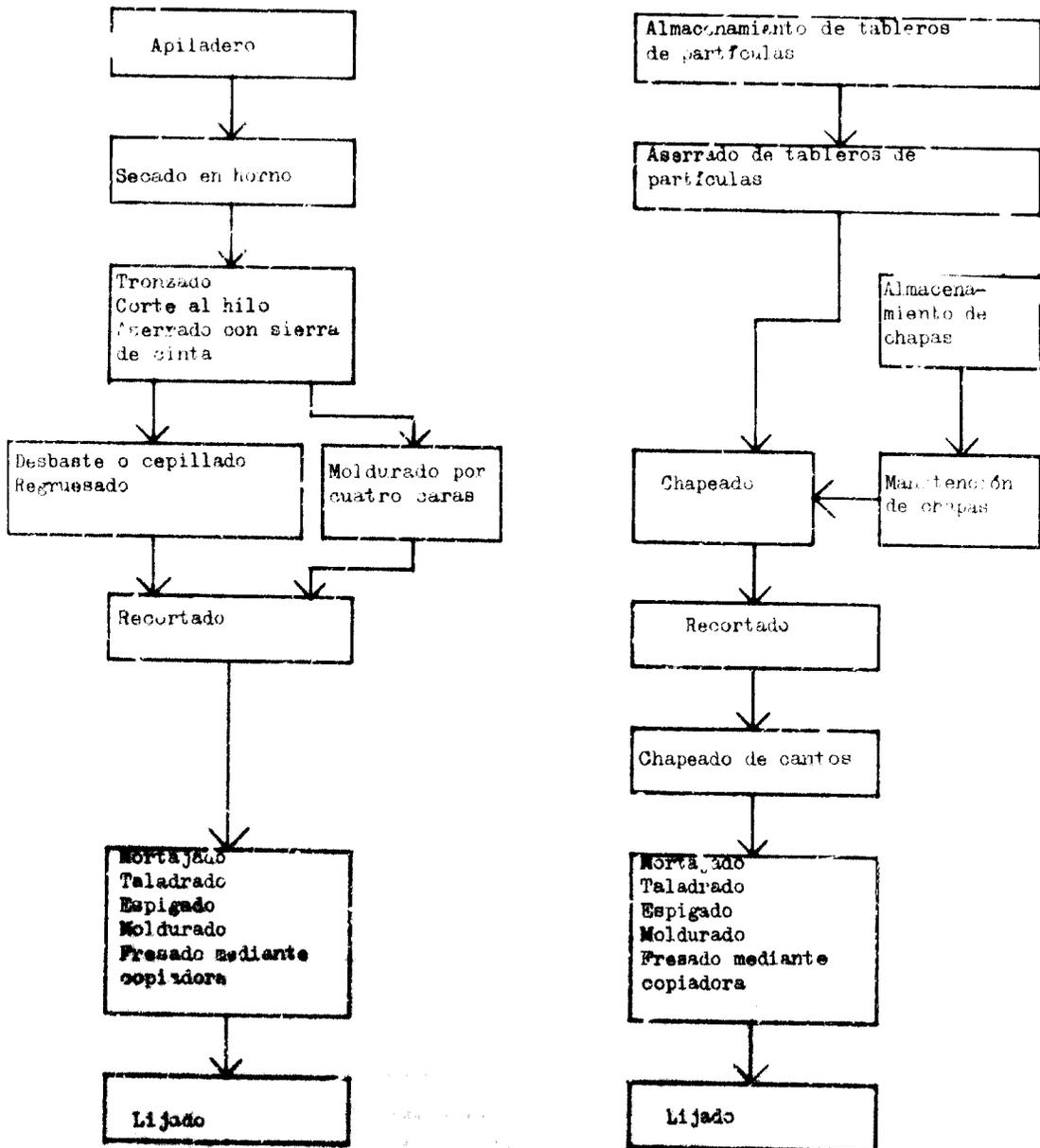


Figura V. Colocación de un dispositivo de avance automático para una desbastadora

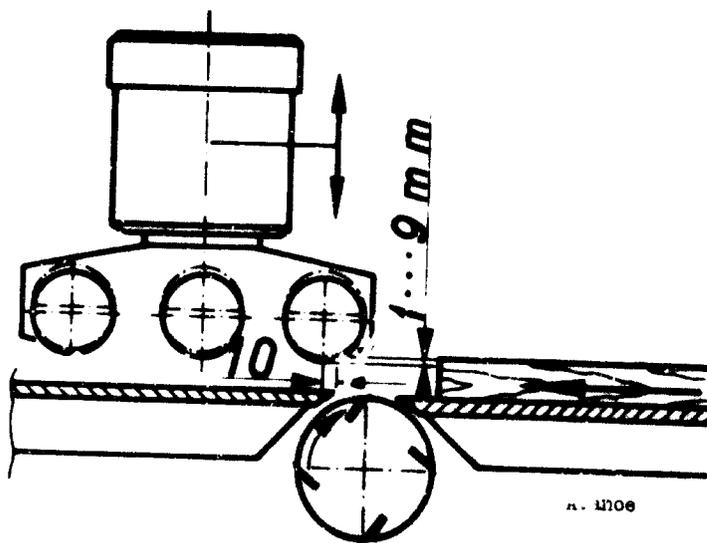
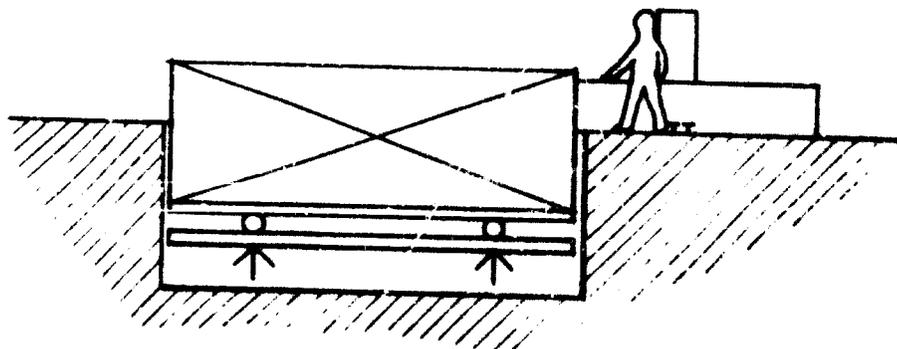


Figura VI. Vagón para el transporte de maderas sobre una mesa elevadora (neumática o hidráulica)



Para mecanizar perfiles más complicados resulta eficaz una máquina de moldurar por cuatro lados, siempre que la escala de producción sea considerable. En la industria del mueble, tales máquinas poseen una larga mesa frontal para cepillar las caras inferiores de los tableros.

#### Recorte de las piezas para reducir las a sus dimensiones finales

En las fábricas de muebles, la operación de recorte se realiza con una de las siguientes máquinas: un banco de sierra circular de una sola hoja (a menudo con mesa corrediza), una sierra de recortar de una sola hoja, una sierra de recortar doble o una espigadora doble.

En la producción en pequeña y mediana escala, resultan muy eficaces y tienen muchas aplicaciones las sierras de recortar dobles (figura X), si están provistas de hojas inclinables. Estas máquinas son especialmente adecuadas para recortar paneles. Las espigadoras dobles son útiles para recortar las piezas y para muchas otras fases del mecanizado, como el espigado y el moldurado.

#### Mortajas y taladros

Las mortajas necesarias para el ensamble de muebles pueden efectuarse con mortajadoras de formón hueco, de cadena, de útil para mortajas oblongas, de útil oscilante, o con taladradoras para agujeros de clavijas (figura XI).

Las mortajadoras de formón hueco son las que tradicionalmente se emplean para hacer agujeros. Estas máquinas son de avance manual, y por lo tanto de bajo rendimiento, no resultando por ello adecuadas para la moderna producción.

Las mortajadoras de cadena se emplean principalmente en la industria de la ebanistería para efectuar mortajas profundas. Las máquinas para mortajas oblongas hacen perforaciones con extremos redondeados, por cuya razón las espigas deben mecanizarse en una máquina especial, a fin de darles la forma correspondiente. A este se debe el que el empleo de este tipo de mortajadora no esté muy difundido.

Al igual que las mortajadoras de formón hueco, las de útil oscilante practican agujeros rectangulares. Combinando varias de estas máquinas, puede lograrse una gran capacidad.

En la fabricación de muebles, la ensambladura a espiga es uno de los métodos de ensamble más importantes en la actualidad. El mecanizado suele realizarse con taladradoras de husillos múltiples, con un paso normalizado que por lo general es de 32 mm (figura XII). Para taladrar piezas estrechas de sillas, cajones, etc., se emplean cabezales de husillos especiales con puntas de husillos fijas o ajustables (figura XIII).

#### Espigado

Para mecanizar empalmes, tableros machiembrados y ensambladuras de espiga invisible, puede emplearse cualquiera de las siguientes máquinas: una molduradora de husillo vertical dotada de un dispositivo especial, una espigadora simple o una espigadora doble. Las espigadoras están provistas de varios cabezales portaherramientas, y también recortan siempre a lo largo la pieza que ha de mecanizarse con ayuda de hojas circulares (figuras XIV y XV).

Son muchos los modelos disponibles de espigadoras dobles. Además de los cabezales horizontales y verticales, existen ramuradoras que practican ramuras en la pieza a medida que ésta va pasando por la máquina. Esta puede programarse para efectuar diversos calados y otras complicadas operaciones de mecanizado.

Figura VII. Mesa clasificadora circular y giratoria.  
Funciona entre las fases de tronzado y canteado

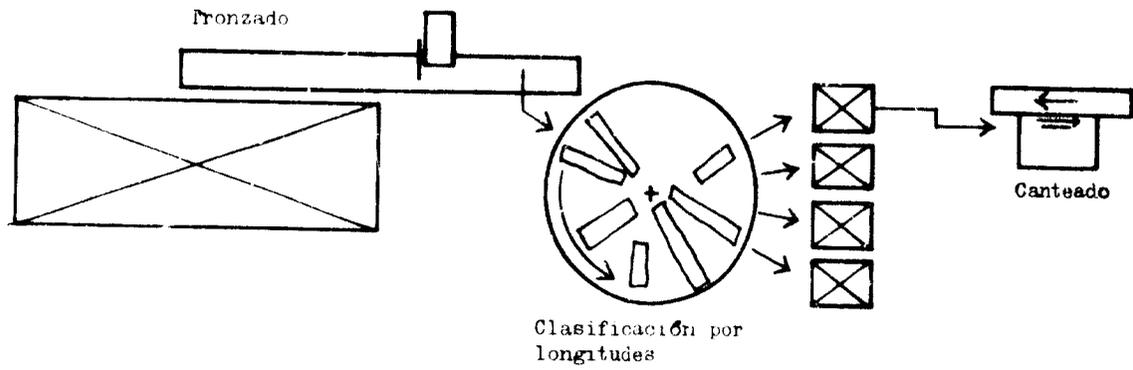


Figura VIII. Canteado con dispositivo de línea de sombra

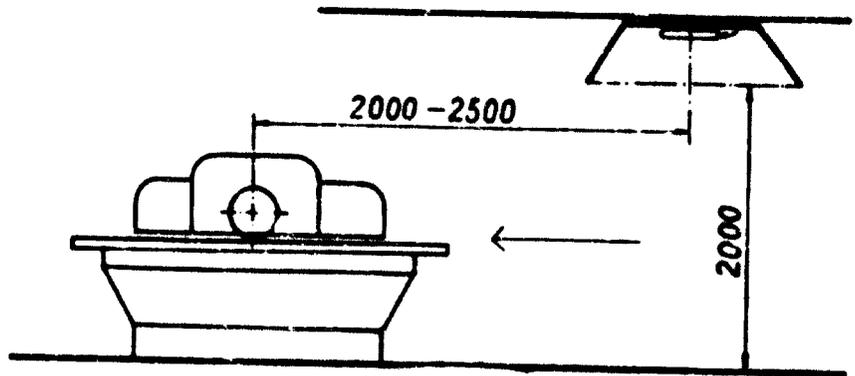




Figura X. Vista lateral y desde arriba de una sierra de recortar doble de hojas inclinables (los cortes posibles se muestran en el ángulo inferior derecho)

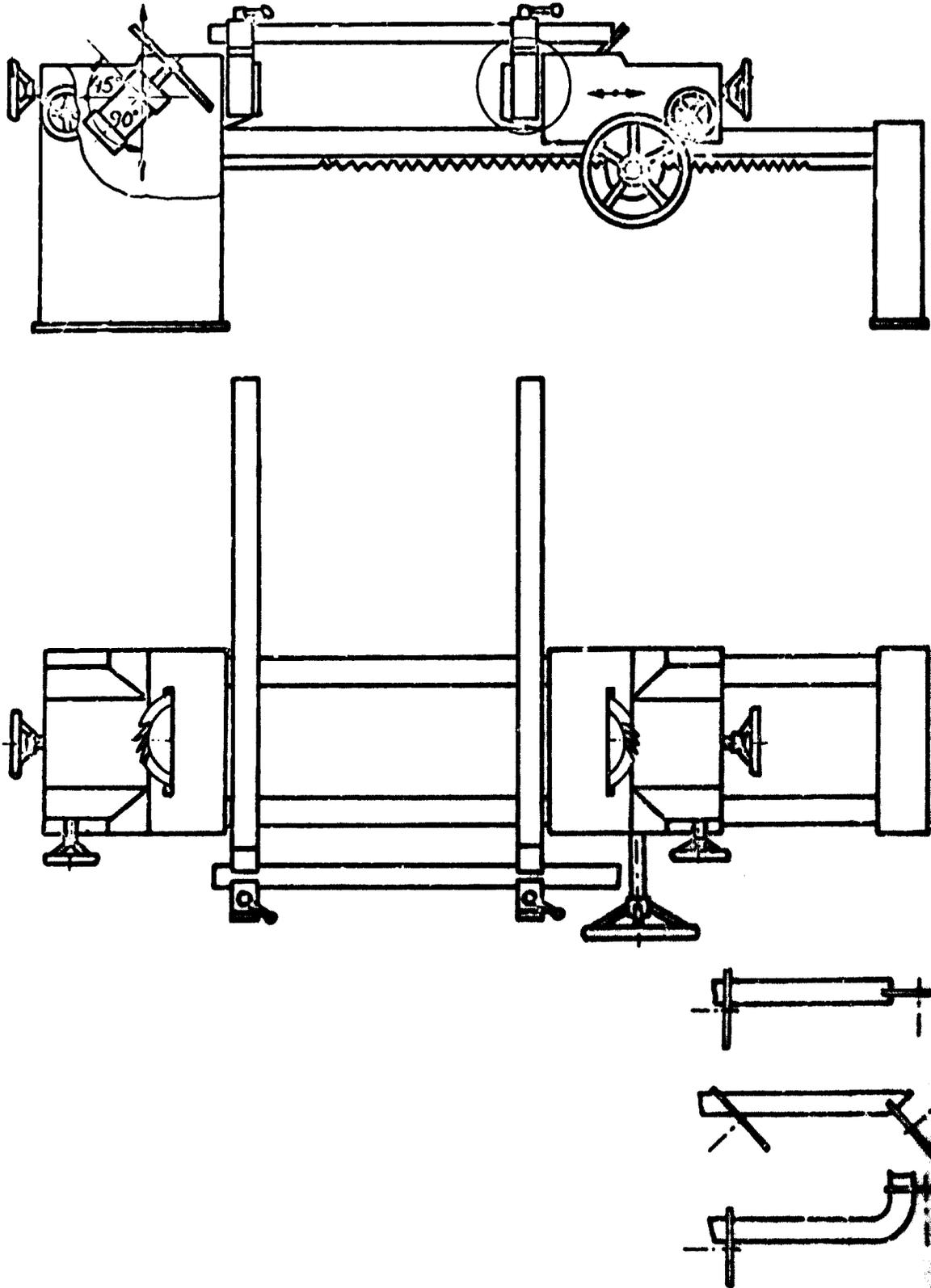
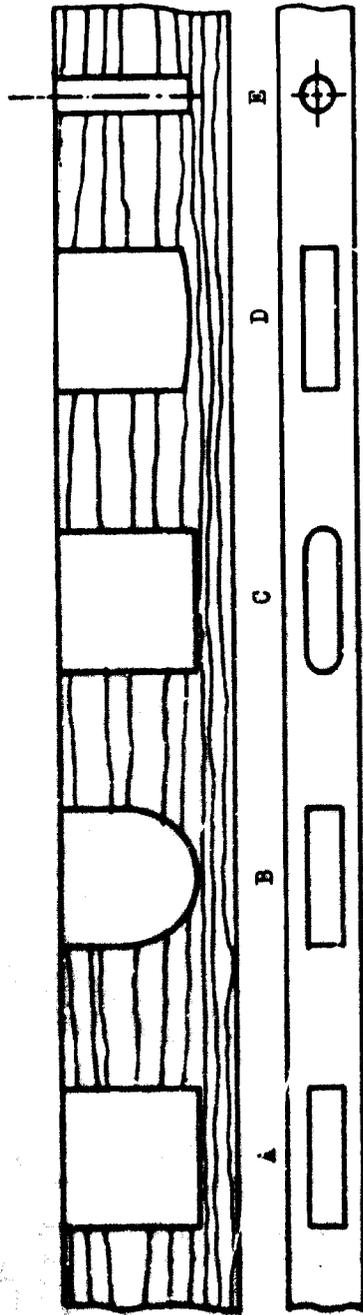


Figura II. Mortajas profundeas por diferentes mquinas



- Legenda:**  
A, formón buceo;  
B, cadena;  
C, útil para ramuras oblongas;  
D, útil oscilante;  
E, taladro para clavija.

Figura XII. Taladradora múltiple. El dibujo muestra la configuración de un portahusillo de paso normal.

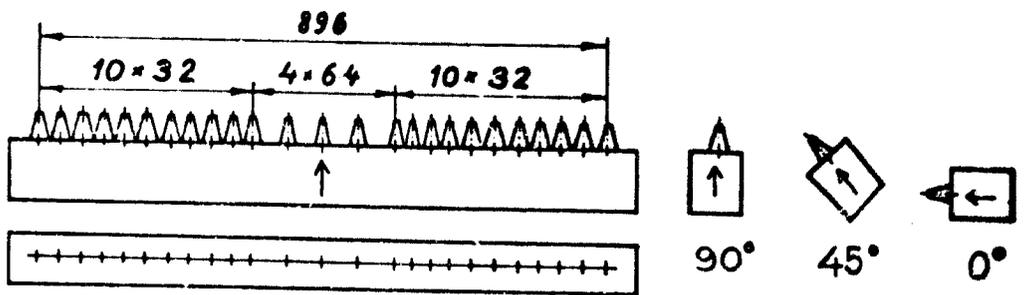
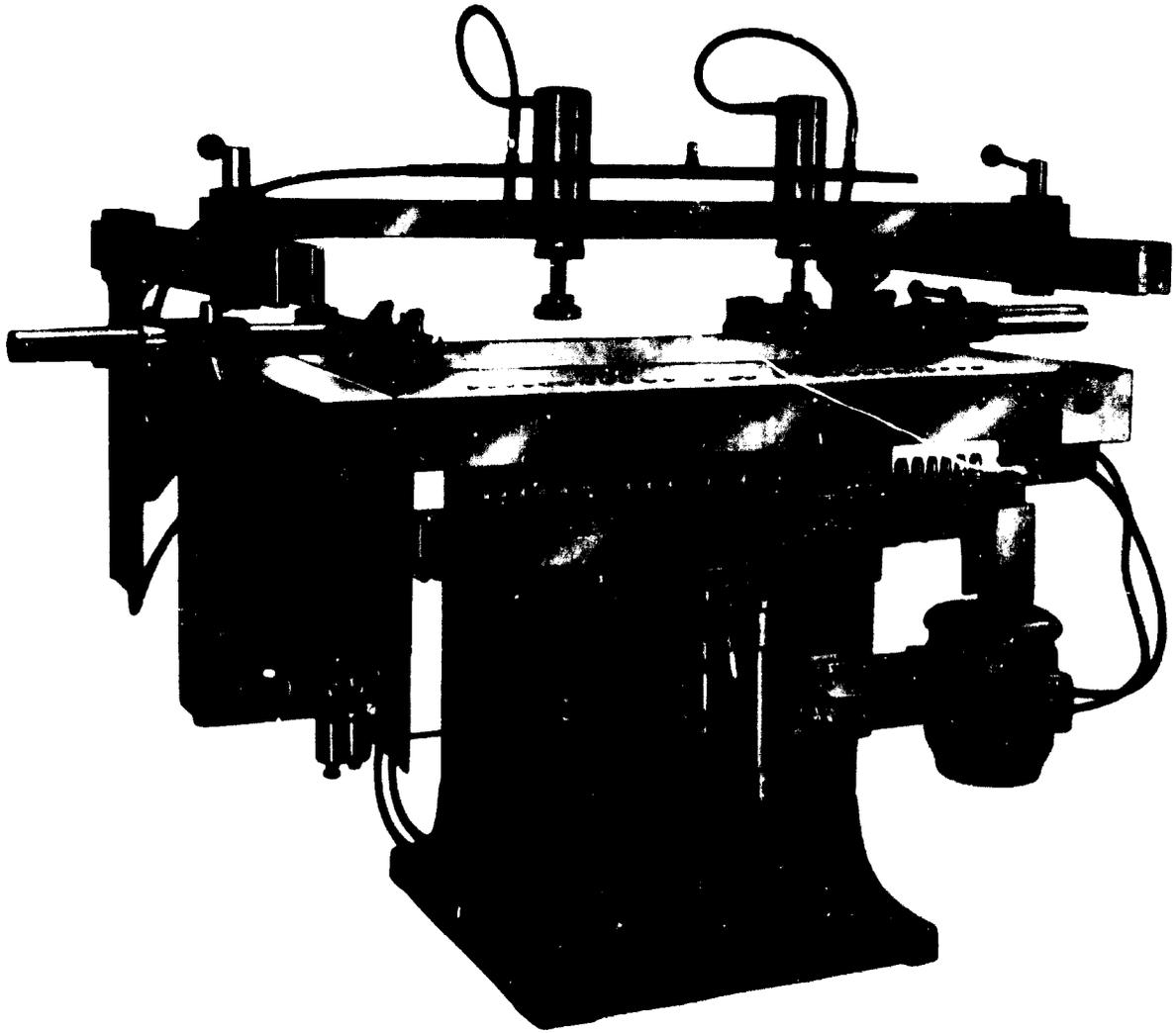
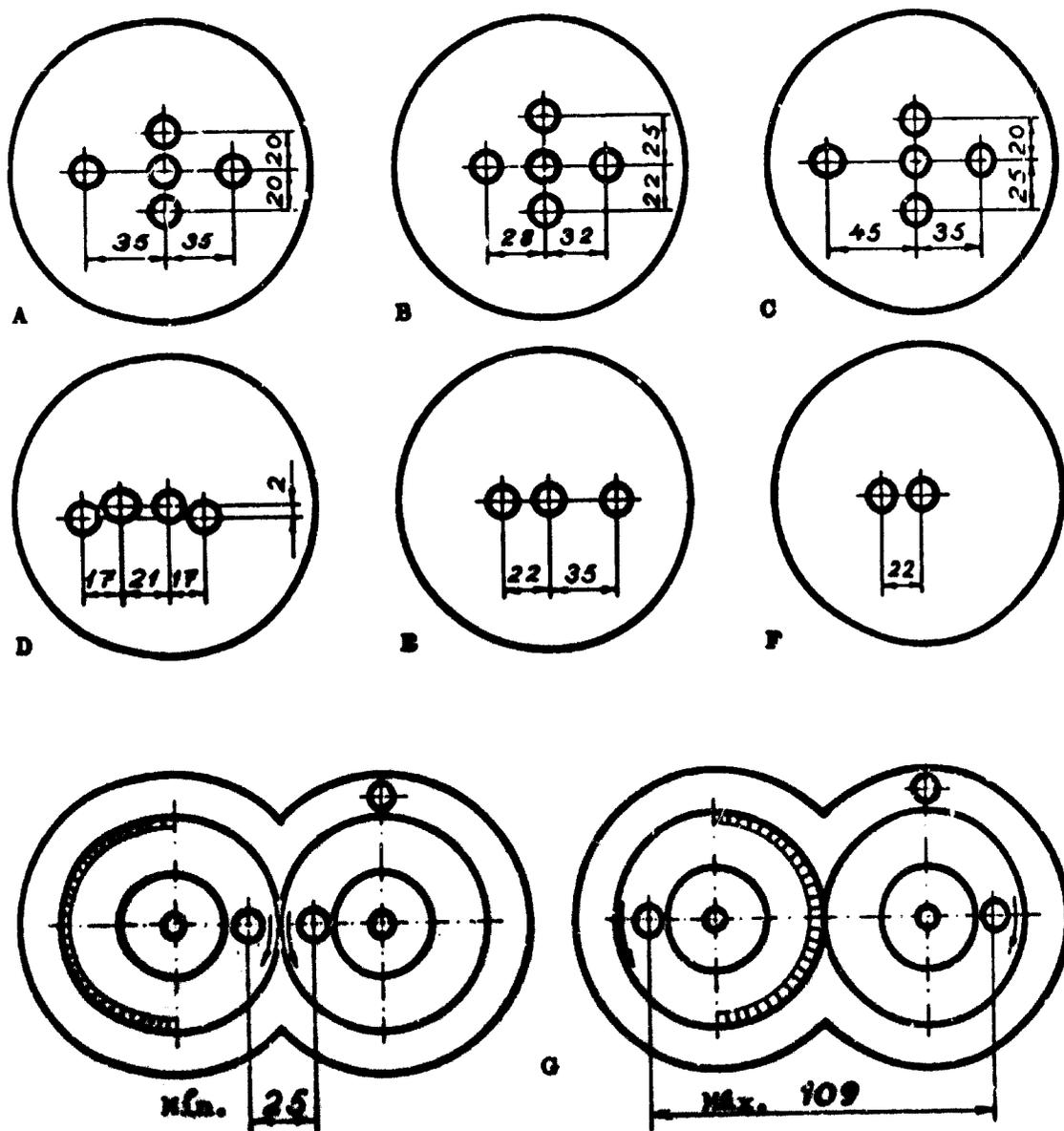
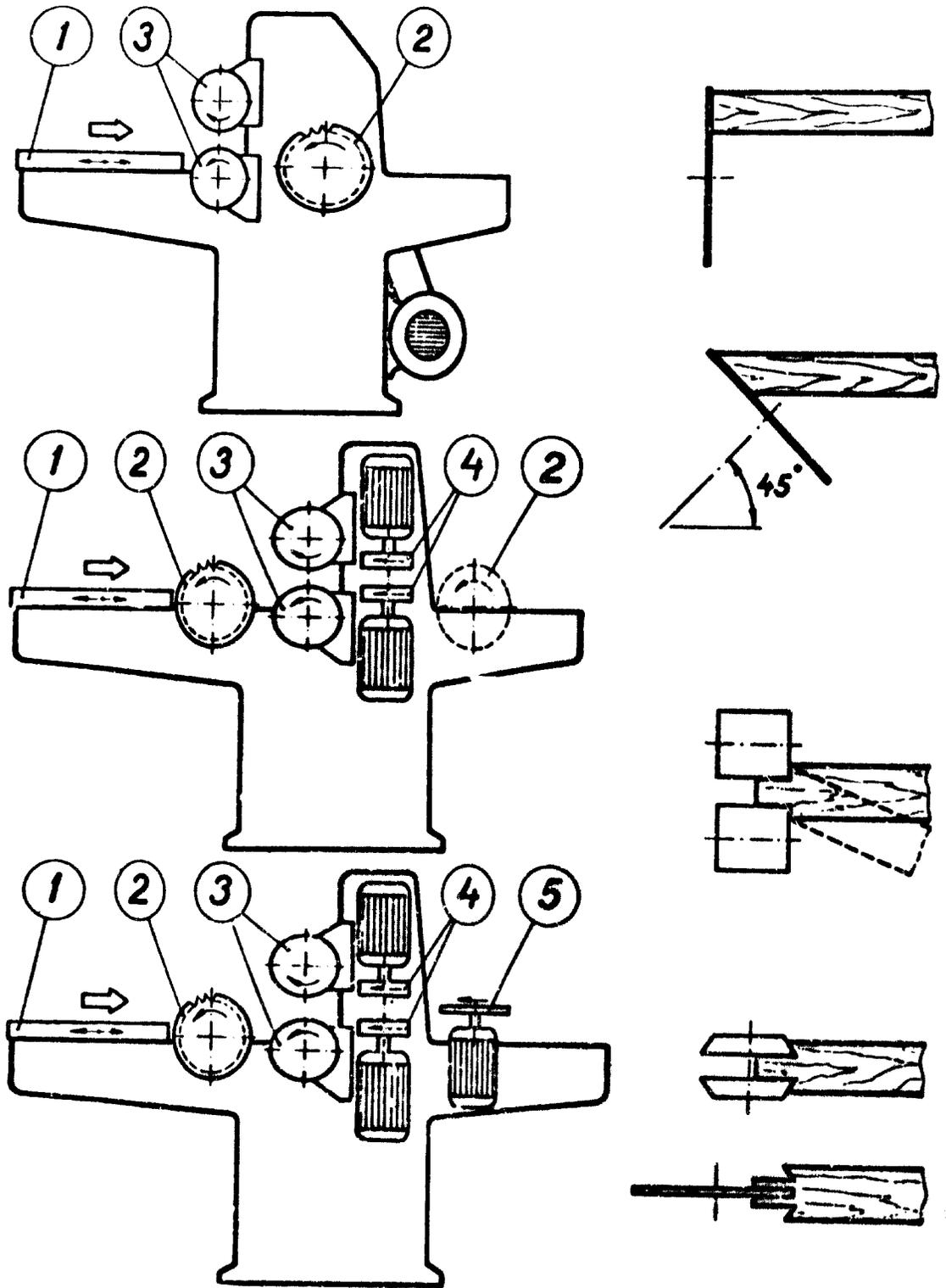


Figura XIII. Portahusillos para taladrar piezas de muebles estrechas



Legenda: A - F, con puntas de husillo fijas;  
G, con puntas de husillo ajustables.

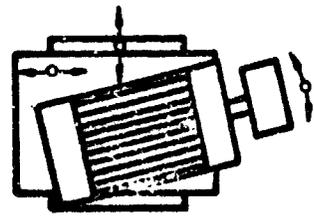
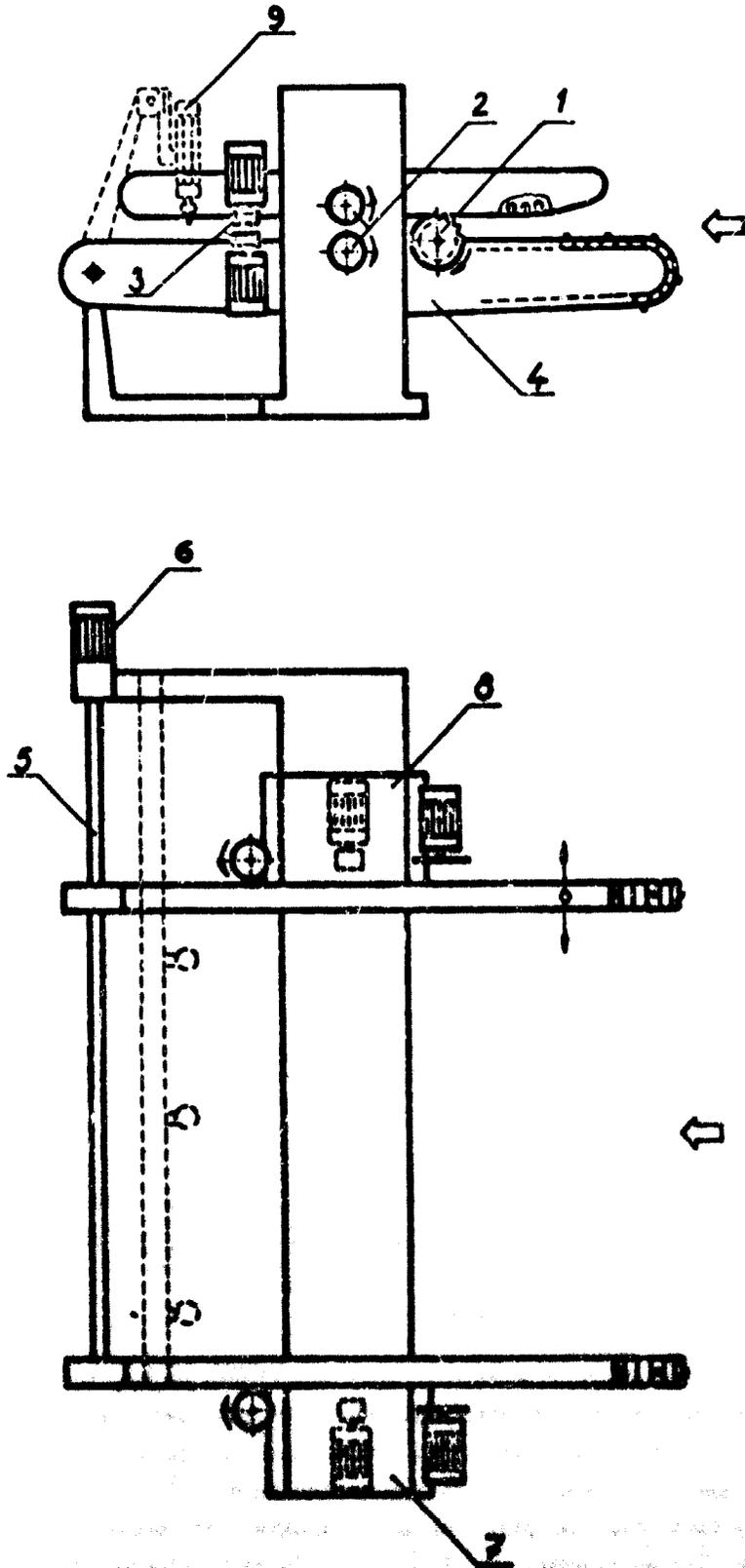
Figura XIV. Tres tipos de espigadoras simples



**Leyenda:** 1 - mesa de avance;  
2 - sierra de tronzar;  
3 - cabezales cepilladores;

4 - cabezales copiadores;  
5 - disco de ranurar.

Figura IV. Espigadora doble



- Leyenda:**
- 1 - sierra de recortar;
  - 2 - cabezales molduradores (horizontales);
  - 3 - cabezales molduradores (verticales);
  - 4 - cadena de avance;
  - 5 - barra de ajuste de la anchura;
  - 6 - motor de ajuste;
  - 7, 8 - cabezales molduradores (horizontales);
  - 9 - taladro o ranuradora

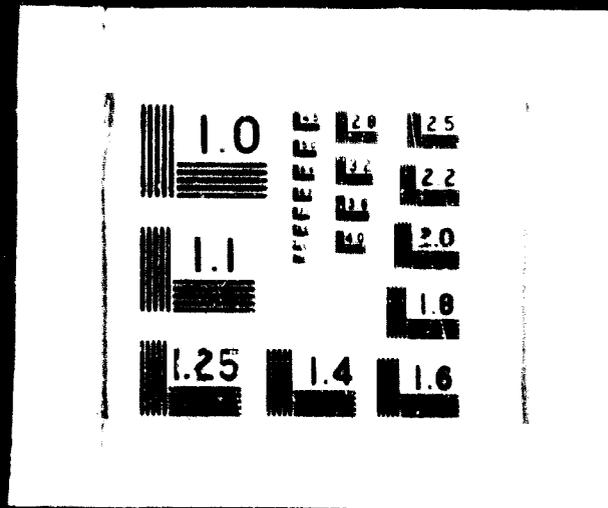


**75 . 11 . 20**

2 OF 3

06440

S



### Molduras de estructura vertical

La molduradora de estructura vertical (figura XVII) es una de las máquinas con más aplicaciones en el trabajo de madera. Se emplea comúnmente para maderas y rebordes, pedos redondos y ciertos tipos más complicados, espigas y barbillas, y moldurado con plantilla. Si se utiliza un dispositivo de avance, se puede aumentar sensiblemente su capacidad, mejorar la calidad de acabado y disminuir el riesgo de accidentes. (Una considerable proporción de los accidentes que ocurren en las fábricas de muebles se debe a descuidos en el empleo de la molduradora de estructura vertical.)

### Lijado

El lijado constituye la última fase de trabajo antes del ensamble o del acabado de las superficies. La calidad de este trabajo depende mucho de la del lijado. En la actualidad, se emplean más máquinas con: lijadoras de cinta estrecha vertical u horizontal, lijadoras de cinta ancha y lijadoras para usos especiales, como las utilizadas para perfiles, superficies curvas y para conformar.

Las lijadoras de cinta estrecha vertical se emplean especialmente en el lijado de cantos y costados de cajones ya ensamblados. Las máquinas de cinta horizontal se usan principalmente para lijar tableros chapeados. El tipo más antiguo de lijadora es el de cinta ancha, que se ha impuesto con rapidez en la industria del mueble por sus múltiples aplicaciones y por la buena calidad del acabado que permite obtener. Esta máquina es apropiada para pulir tanto piezas macizas como tableros chapeados. En la figura XVII se muestra el principio de funcionamiento de una máquina de este tipo.

De los abrasivos utilizados en las cintas lijadoras, el óxido de aluminio es el más importante. Sin embargo, el carburo de silicio es más apropiado para lijar maderas duras. En el lijado de maderas blandas se emplean cintas de estructura abierta de material abrasivo. El soporte es de papel o de tela (para lijado intenso).

Para conseguir un buen lijado se requieren por lo menos dos fases, pero a veces es necesaria una tercera. El grosor del grano suele ser el siguiente:

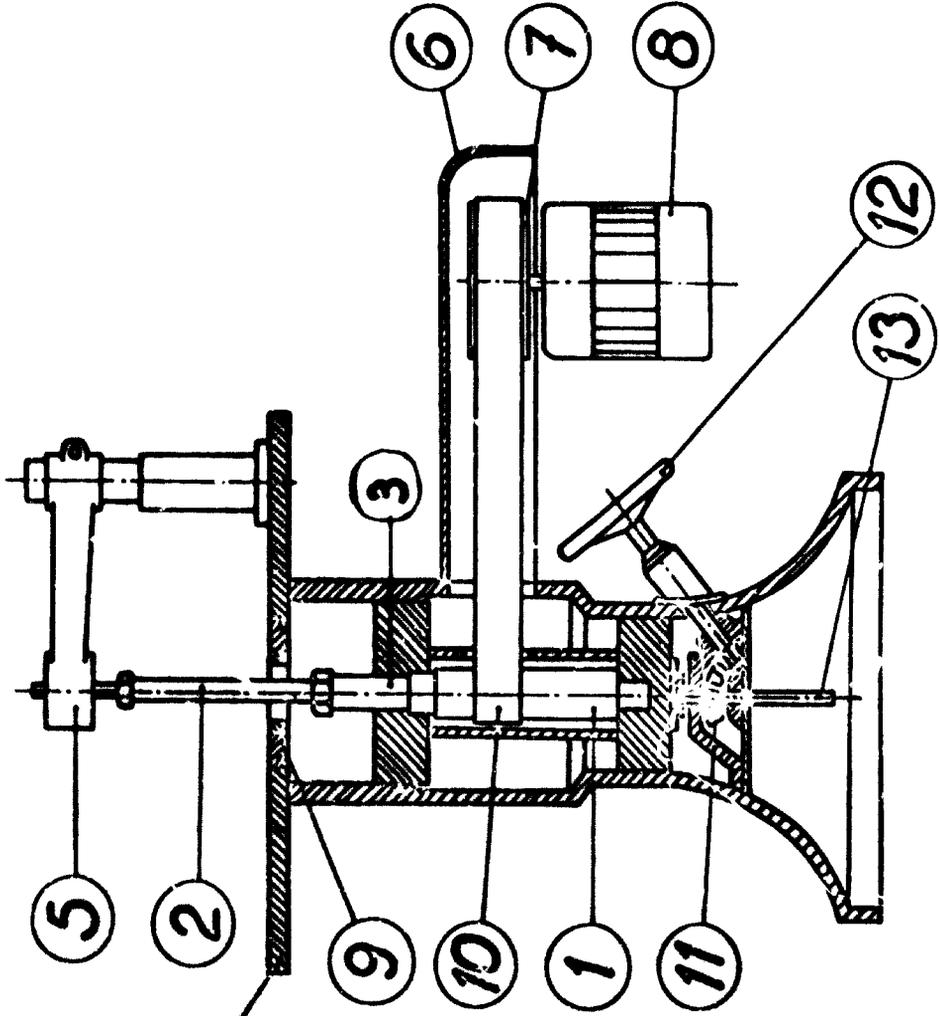
	<u>Número del grano</u>
Primer lijado	50 a 70
Segundo lijado	80 a 100
Tercer lijado	120 a 140

Existe un considerable peligro de lijar excesivamente los tableros de chapas finas (chapas de 0,7 mm); por tanto, en este caso debe evitarse el empleo de granos de los números 50 a 70.

### Chapeado

El chapeado de superficies de muebles suele realizarse con chapas de unos 0,7 mm de espesor. Por lo general, el espesor de los cantos chapeados y de las chapas interiores (chapas para contrahojas) es de 1,5 a 3 mm. Las chapas se cortan con sierras o cisallas para chapa. Normalmente, las hojas de chapas utilizadas para recubrimientos de superficies se disponen de la forma indicada en la figura XVIII. Las piezas se unen mediante cinta encolada o por medio de una máquina juntadora de hilo en sig-sag. La cinta debe lijarse totalmente después del chapeado, pero el hilo de plástico utilizado en la máquina sig-sag se derrite, quedando dentro de la chapa.

Figura XVI. Molduradora dehusa. Verisada.



- 1 - eje del husillo (y árbol de la polea);
- 2 - husillo loco;
- 3 - congnillo de husillo;
- 4 - motor;
- 5 - cojinete de cabeza de biela;
- 6 - cubierta del mecanismo de transmisi3n;
- 7 - polea matriz;
- 8 - motor;
- 9 - conjunto de anillos;
- 10 - correa de la polea;
- 11 - mecanismo para ajustar la altura;
- 12 - volante de ajuste;
- 13 - eje roscado para ajustar la altura.

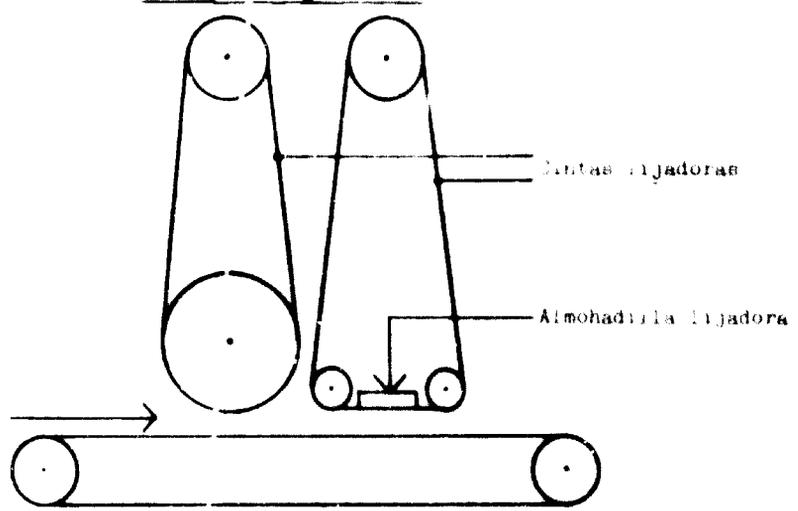


Figura XVIII. Colocación de las hojas de chapa

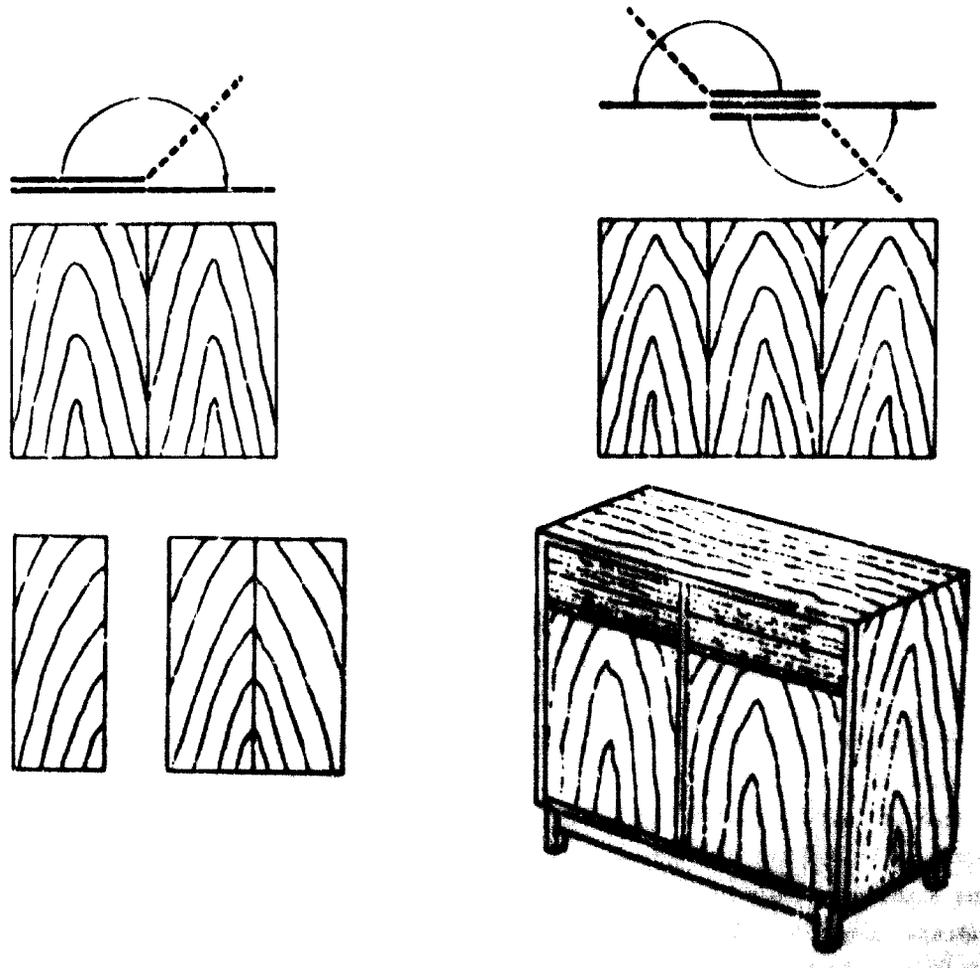


Figura XIX.

Prensa de argón para  
cinta de acero

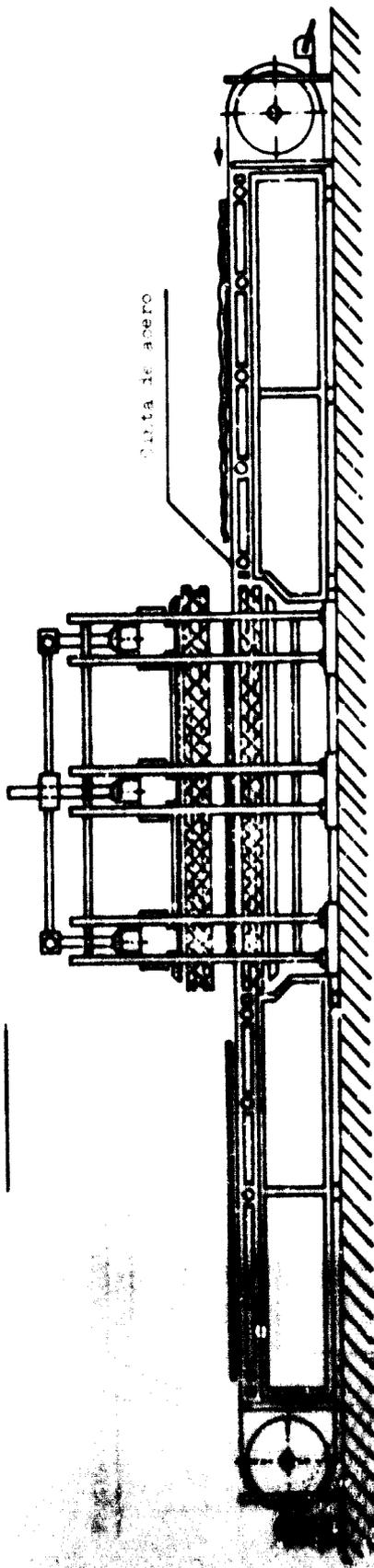


Figura XX. Principio de construcción de la prensa de manguera

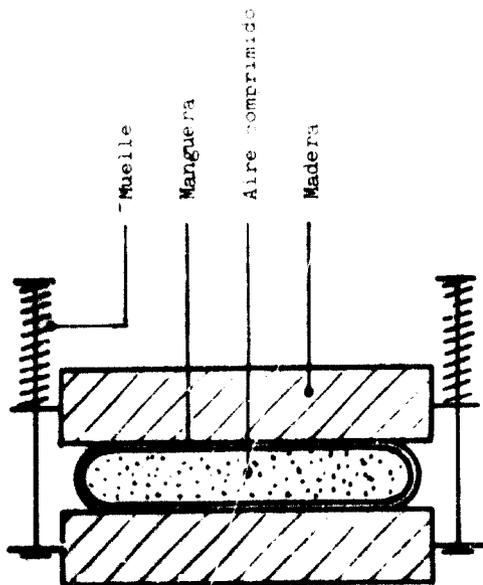


Figura XXI. Sistema de chapeado de cantos mediante una prensa de manguera

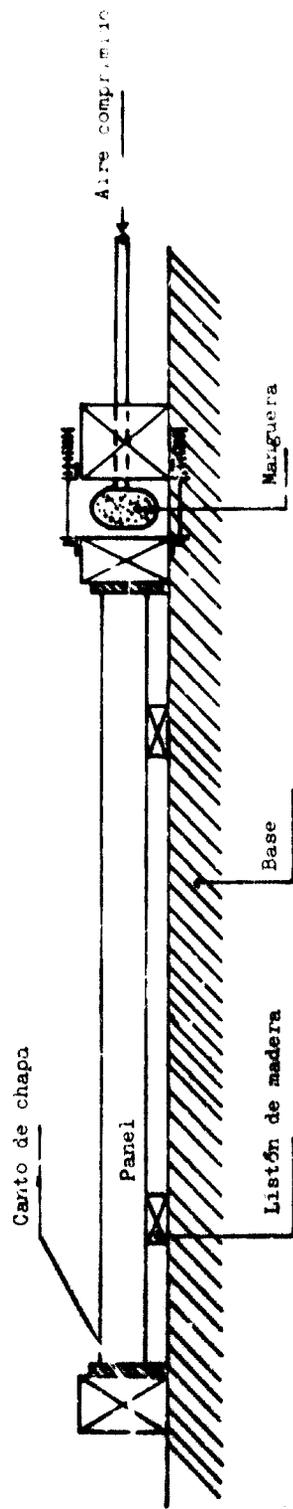
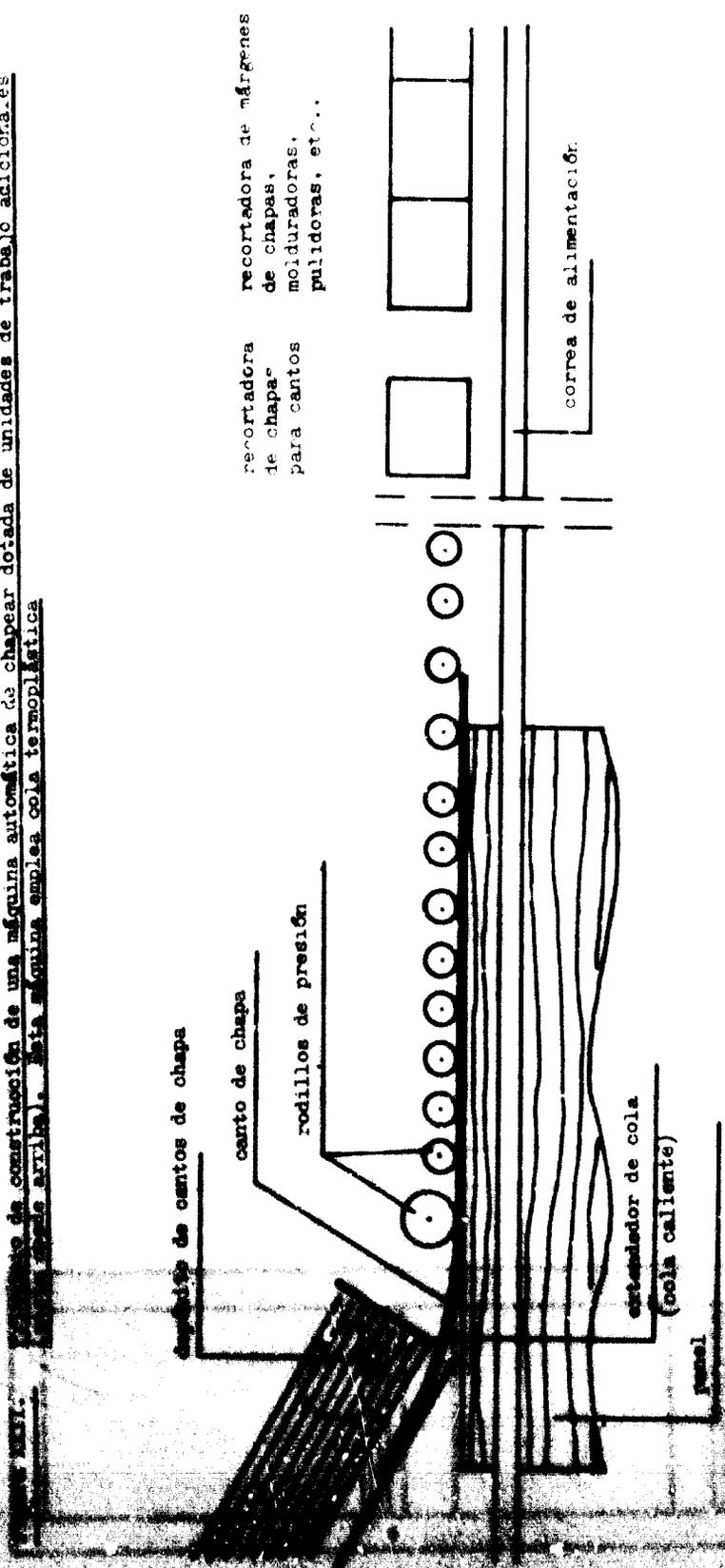


Fig. 1217. Esquema de construcción de una máquina automática de chapear dotada de unidades de trabajo adicionales.



recortadora de chapas para cantos

recortadora de márgenes de chapas

molduradoras, pulidoras, etc..

canto de chapa

rodillos de presión

estendedor de cola (cola caliente)

correa de alimentación

base

Figura CIII. Máquina guiada a mano para aserrar los márgenes de las chapas para cantos; A y B son las superficies de guía

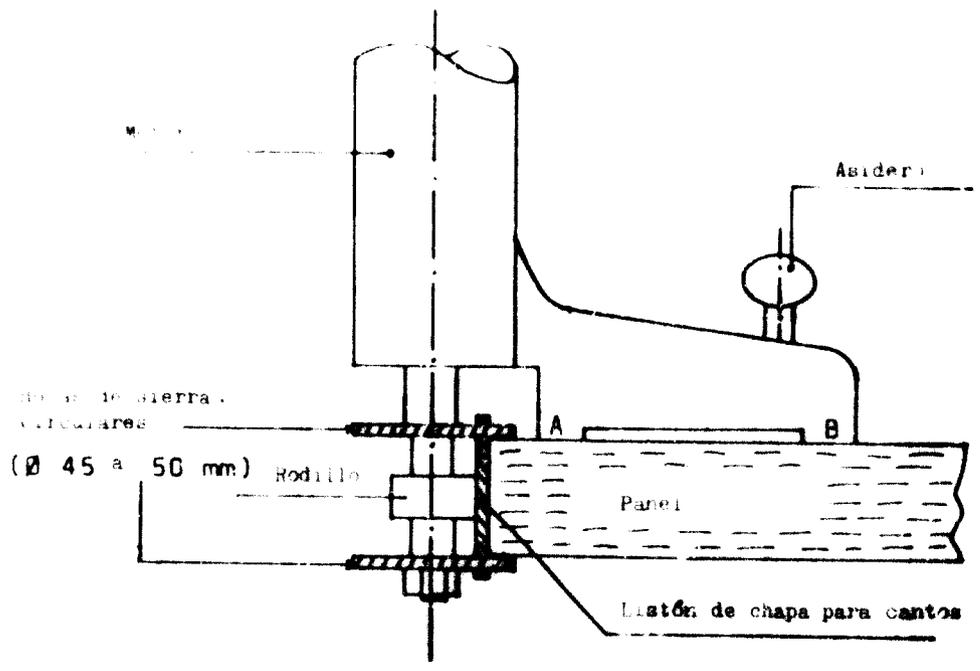
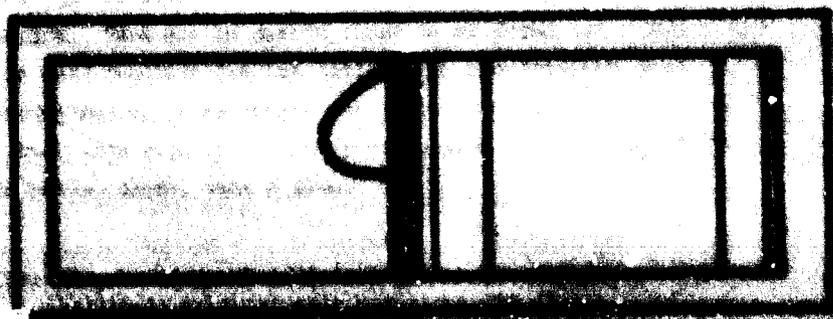
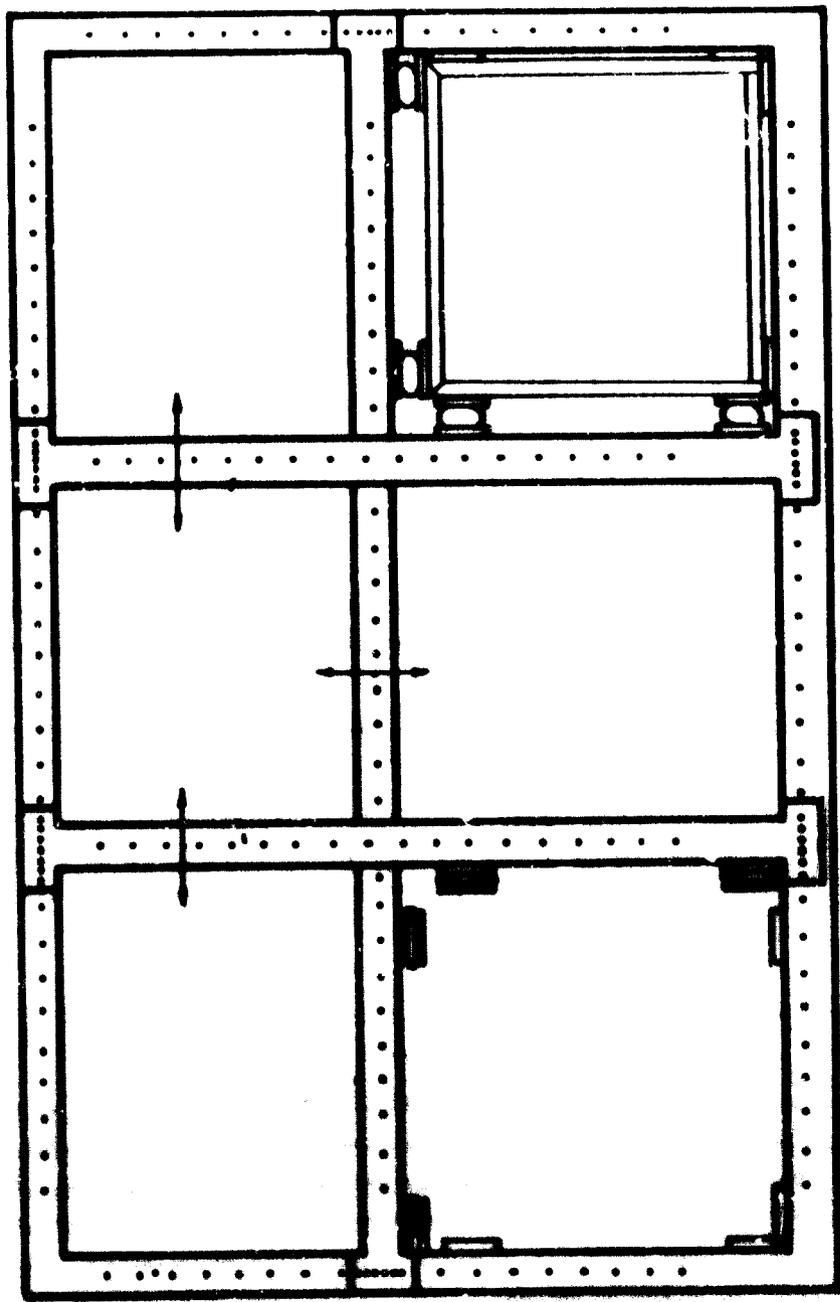


Figura XIV. Pruntes para carcassas con unidades de manijera. Esta disposiçion permite montar dos armarios a la vez



... de la urea, y el prensado se efectúa en caliente (100° a 120° C) con una prensa... de platos múltiples. Recientemente, se ha generalizado más el tipo de prensa de la... Los tableros se introducen en la prensa mediante una banda de acero móvil. Para... se utilizan dispositivos con cilindros neumáticos o prensas de manguera... y XXII. La presión del aire comprimido en la red de una fábrica suele ser de 6... En las grandes fábricas, está ya muy generalizado el empleo de máquinas de chapear... (figura XXII). Algunas de estas máquinas cuentan con varias unidades de trabajo adicionales. Las fábricas pequeñas utilizan máquinas portátiles, como la que aparece en la figura XXIII.

Antes, el ensamble se efectuaba siempre inmediatamente después del mecanizado. Sin embargo, lo corriente hoy día es tratar de terminar el acabado de las superficies, siempre que sea posible, con anterioridad al ensamble. A este respecto, resulta útil el empleo de la... El ensamble consta de dos fases principales: una preliminar, en la que se arman elementos menores (cajones, marcos, bases, etc.), y otra final en la que... se arman a base de piezas procedentes de la primera fase. El adhesivo comúnmente utilizado en los trabajos de ensamble es la cola de acetato de polivinilo, producto resistente y que seca con rapidez.

Las herramientas y el equipo más importantes para la operación de ensamble son los siguientes:

Extendedores de cola (recipiente flexible de plástico blando o bomba manual)

Máquinas de encajar clavijas

Pistolas grapadoras

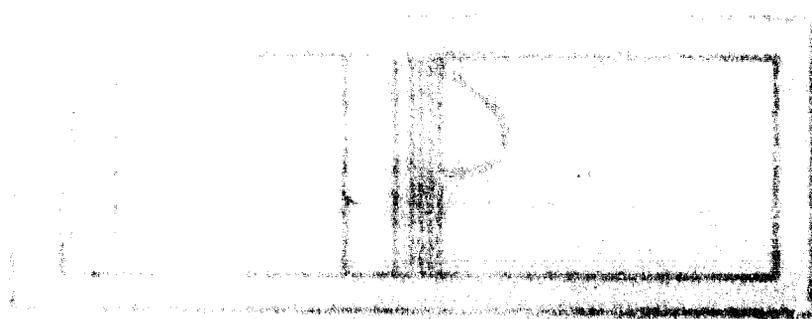
Destornilladores mecánicos

Montajes de ensamble (véase la figura III)

Prensas para marcos y prensas para carcasas (figura XXIV).

Como se ha indicado, en el ensamble deberá evitarse el ajuste manual.

Debido a las limitaciones impuestas por el espacio de almacenamiento, las series de ensamble no pueden ser, por lo general, tan grandes como las de mecanizado. Por esta razón, el montaje se realiza en lotes menores, de acuerdo con los pedidos recibidos. Sin embargo, se pueden almacenar los productos o piezas ya mecanizados incluso en el caso de series de producción muy grandes. Para mejorar la capacidad competitiva de la fábrica, puede intentarse acortar de esta forma los plazos de entrega.



## 18. TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA DE LA CARPINTERIA Y LA EBANISTERIA\*

### Dimensionamiento de los Módulos de los productos de carpintería y ebanistería

En 1960, el departamento de módulos del Comité Nórdico de Normas para la Construcción (NKB)<sup>1/</sup> formuló un sistema de normas denominado Sistema de Módulos para la Industria de la Construcción. La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha utilizado estas normas como base de un sistema de recomendaciones internacionales. La Comisión Finlandesa de Normalización (Suomen Standardisoimislaitakunta) de Helsinki ha desarrollado este sistema para productos de ebanistería y ha permitido utilizar varias de sus normas para ilustrar el presente monografía.

El punto de partida en el dimensionamiento modular de los productos de ebanistería es que sus dimensiones de ensamble deben ser compatibles con el sistema de dimensionamiento para la industria de la construcción mencionado anteriormente. El módulo básico (M) de este sistema de dimensionamiento es  $M = 1 \text{ dm} = 100 \text{ mm}$ . Las dimensiones de ensamble de los productos son múltiplos enteros del módulo básico,  $n \times M$ , siendo  $n \geq 3$ .

Esta exposición se limita a tres grupos principales de productos de carpintería y ebanistería: puertas, ventanas, y muebles de cocina y armarios empotrados. Desde hace mucho tiempo se fabrican en una gama de tamaños normalizados en diversas fábricas. Las normas finlandesas más recientes relativas a cada uno de dichos grupos de productos se examinan en el anexo a este trabajo. Además del dimensionamiento normal, se consideran algunas normas sobre calidad y datos estructurales.

### Las estructuras de puertas

Las normas finlandesas para diversas clases de puertas, tanto planas (sin rebajo como a rebajo), se reproducen en el anexo al presente trabajo. Los requisitos estructurales de las puertas planas se indican en la norma RT 210.02. Sus componentes son el bastidor, el alma o relleno y los tableros de superficie.

El objeto principal de los tableros de superficie es dar a la puerta el aspecto deseado, pero, al igual que el alma o relleno, también tienen una influencia decisiva sobre la rigidez de la estructura. Para que la puerta conserve su forma con el uso su estructura debe ser simétrica, lo cual requiere que los tableros de recubrimiento sean homogéneos en espesor y en calidad. Consecuentemente, estas piezas son tableros de fibra dura o de madera terciada, que cumplen muy bien este requisito. Las puertas para usos más especiales se suelen recubrir con chapas de roble, álamo, haya o pino.

\* En Finlandia, el desarrollo del sistema por el Sr. Eino Oksanen, Eino-Oksanen Oy, Lahti (Finlandia).

<sup>1/</sup> El Comité Nórdico de Normas para la Construcción (NKB) es una organización de normalización que opera en los países nórdicos. El organismo de normalización con dicho Comité son: Suecia: Sveriges Standardiseringskommitté; Dinamarca: Dansk Standardiseringskommission; Noruega: Norges Standardiseringskommission; Finlandia: Suomen Standardisoimislaitakunta; Islandia: Íslenski Standardisatjónn.

El alma y el bastidor de la puerta forman la base sobre la que se encajan los tableros de aislamiento. El bastidor se puede hacer de madera maciza, o de tiras delgadas o piezas de madera encajadas. Las piezas se encajan generalmente con máquinas automáticas de ensamblado eficiente. En este caso, se puede utilizar madera de calidad bastante baja, eliminando los defectos y encajando las piezas adecuadas. Antiguamente las piezas del bastidor tenían 1 pulgada (25 mm) de anchura, y las esquinas se reforzaban con empalmes de espiga en ángulo o con ensamblajes de espiga recta. Gradualmente el bastidor se fue haciendo más estrecho, y actualmente su anchura no pasa de 10 a 50 mm. Hoy en día las piezas del bastidor se unen sólo con grapas, lo que facilita la fase de montaje. Puesto que el bastidor es ahora mucho más estrecho, resulta necesario utilizar piezas adicionales especiales para montar la cerradura y los goznes, a fin de que los tornillos de sujeción queden fijos en madera maciza.

El alma de las puertas planas solía ser de madera maciza, pero actualmente es más corriente el uso de listones. La distancia entre los listones varía mucho, según lo lisa que haya de ser la superficie. Los listones pueden ser de madera maciza, de madera terciada o de tablero de fibra poroso o duro. También se pueden disponer en forma de reja, con lo que se obtiene un alma mejor que cuando van en una sola dirección. Actualmente se usan casi exclusivamente almas de material alveolar de papel, los más conocidos de los cuales son los de las marcas Dufolite y Wellite.

Las almas de material alveolar de papel constan de varias secciones. La resistencia a la compresión del alma se puede regular modificando su tamaño y el espesor del papel. Las almas de papel son baratas y dan al producto una superficie uniforme, gran resistencia al abasco, rectilineidad y poco peso.

Un grupo aparte entre las puertas planas es el que integran las puertas a prueba de incendios para viviendas y las puertas insonorizantes, que sólo se diferencian de las puertas planas ordinarias por su alma. Las puertas de madera para viviendas pertenecen a los grupos C 15 y C 30 por lo que respecta a su resistencia al fuego. (Los números 15 y 30 indican la resistencia al fuego de las puertas en minutos.) El ensayo de resistencia al fuego se realiza en un horno vertical, según una curva normalizada de calentamiento en la que la temperatura del horno llega a 730°C a los 15 minutos y a 850°C a los 30 minutos de encenderse el horno. La puerta debe soportar este calor sin que el fuego llegue a atravesarla. También se estudia la formación de humos y la temperatura de la superficie del lado no expuesto al calor.

La estructura interior de las puertas piroresistentes puede ser de madera maciza, en cuyo caso una puerta de 40 mm de espesor soporta el fuego durante 15 minutos. También se puede obtener este mismo resultado utilizando para el alma una estructura de tableros de partículas o de corcho expandido. En el grupo C 30 la estructura es más fuerte. La resistencia al fuego requerida se obtiene empleando asbesto o algún otro material especial.

El aislamiento acústico se exige principalmente en las puertas para habitaciones de hoteles, puertas de salas de enfermos y de reconocimiento en hospitales, puertas de salas de escuela y puertas exteriores de viviendas, como se mencionó anteriormente.

El aislamiento acústico requerido es de 25 a 30 decibelios (dB), según los usos. El grado de aislamiento se obtiene aumentando el espesor de la puerta con tableros de partículas más gruesos o con estructuras de varias capas, el interior de las salas puede ser de madera maciza o de material alveolar de papel.

hondo y absorbente del sonido. En este caso se debe prestar especial atención al burile entre la puerta y el marco. (Lo mismo puede decirse respecto a las puertas resistentes al fuego.)

#### Ventanas y puertas de cristal

Aunque el espacio no permite un estudio detallado de la construcción de ventanas y puertas de cristal, algunas de las normas finlandesas que se presentan en el anexo de la presente monografía abarcan ampliamente este tema. A este respecto tiene especial interés la norma RT 210.81.

#### Muebles de cocina

Los muebles de cocina se dividen en tres categorías, según sean los tipos de armarios:

Armarios de pared, cuyos anchos normales son de 100 mm, 500 mm o múltiplos enteros de estas dimensiones. Su profundidad es de 290 mm y sus alturas de 1.160 mm, 680 mm y 480 mm.

Armarios de suelo, con anchos de 400 mm y 500 mm o múltiplos enteros de estos números; una profundidad de 590 mm y una altura de 820 mm que, cuando se añade la tabla de la mesa (30 mm) da una altura total de 850.

Alacenas, con anchos de 500 mm y 600 mm, una profundidad de 590 mm y alturas de 2.380 mm y 1.900 mm, más un armario superior separado (480 mm).

Las principales materias primas para fabricar muebles de cocina son los tableros de partículas, la madera terciada, los tableros de fibras duros o semiduros y el pino macizo para los ensambles y los bastidores. Con frecuencia se emplean tableros estructurales contruidos con el material alveolar mencionado anteriormente en relación con las puertas planas; las normas de calidad son básicamente las mismas que en el caso de las puertas, por lo que huelga repetir las.

#### Información general sobre las técnicas de manufactura de ventanas, puertas y muebles

##### Principales materias primas

La madera empleada en Finlandia suele ser la de pino, que se presta muy bien a la fabricación de productos de carpintería y ebanistería. Para las superficies expuestas de los productos comentados anteriormente en esta memoria se utiliza generalmente madera de calidad de exportación o de calidad superior no clasificada (u/s). Los defectos tolerables se indican en las normas RT 210.81 y RT 210.82.

El uso del abeto se ha estudiado recientemente y este material se ha empleado algo, por ejemplo, en bastidores de puertas. Algunos fabricantes también usan madera de abedul en ciertos partes de los muebles de cocina.

Como se ha observado anteriormente, otras materias primas que se emplean son tableros de fibras duros y semiduros, tableros de madera terciada, tableros de fibras aglomeradas, tableros con alma de lianas y diversos tipos de tableros de fibras laminadas.

También se emplean como materiales de manufactura, entre otros, pinturas, accesorios y tornillos.

## Características especiales de la manufactura en la industria de la ebanistería

### Madera ensamblada a diente

La industria de la ebanistería ha empezado a utilizar madera ensamblada a diente en cantidades cada vez mayores. La razón es que de este modo se reduce el desperdicio al cortar el material. Usualmente se emplea madera de calidad inferior. La ensambladura a diente se suele hacer al pasar la madera, que previamente se ha secado en horno, por una sierra de corte al hilo y de tronzado, y quizá también por una cepilladora de superficies, y finalmente por una máquina de ensambladura a diente. Después se vuelve a cortar la madera a la longitud necesaria. La resistencia de la unión queda determinada por la longitud de los dientes, por lo cual se puede preparar material de este tipo para casi todos los usos.

Paralelamente al desarrollo de la técnica anteriormente mencionada para alargar las piezas de madera, también han cobrado importancia los tableros o listones encolados por los bordes; en realidad, incluso son necesarios para algunos productos. La madera encolada por los bordes no se alabea tanto como las piezas macizas, cosa importante en la fabricación de ciertas estructuras como los marcos de puertas. En general, los marcos de puertas de más de 12 pulgadas (30,50 cm) de anchura se deben hacer con madera encolada por los bordes. La razón es que las piezas más anchas, cuando proceden de los árboles de pequeño diámetro de que se dispone hoy en día, contienen una mezcla de fibras radiales y tangenciales, por lo que la madera puede contraerse irregularmente.

### Líneas de producción automáticas

El continuo aumento de los costos de producción ha dado más importancia a la utilización económica de las materias primas y a la productividad de la mano de obra. Por lo tanto, se tiende a aumentar la producción en serie y a hacerla más racional. Esta tendencia se ha acelerado con la introducción de máquinas automáticas y de baterías de máquinas. Un ejemplo es la batería de máquinas automáticas para la fabricación de puertas de un fabricante finlandés. En esta instalación la puerta pasa automáticamente de la prensa a otras diversas máquinas: espigadora doble, lijadora de superficies, lijadora de bordes y máquina para montar los herrajes y accesorios. Después de estas operaciones las puertas se apilan y a continuación, en caso necesario, se envían a otra batería de máquinas automáticas en la que se realizan automáticamente todas las fases del acabado de superficie. Estas fases incluyen la pintura de base, el lijado y el acabado, primero por un lado y después por el otro. Ejemplos similares se pueden encontrar en las industrias de fabricación de ventanas y de muebles.

La fabricación de muebles es, naturalmente, más complicada, debido a que la gama de productos es más amplia. Sin embargo, las fábricas de muebles más modernas también han realizado considerables avances en su fase de montaje. Actualmente es corriente utilizar prensas de montaje, de las que los muebles pasan a una cinta transportadora en la que se fijan las puertas y se colocan los accesorios interiores. Es de observar que los muebles se pintan antes del montaje; es más fácil, por ejemplo, pintar las piezas de un armario que el armario completo. El uso de prensas de montaje ha obligado a modificar los tipos de ensamble utilizados. El tipo más adecuado para las prensas es el de espiga, que ha vuelto a cobrar popularidad.

### Características de acabado y sus resultados

El acabado de superficies se describe en otro lugar de esta publicación<sup>2/</sup>, por lo que sólo se mencionan aquí algunos puntos. Los requisitos que se exigen de las superficies acabadas dependen del medio ambiente, los gustos personales y otras cuestiones relacionadas con el uso del artículo.

Como base para el acabado de superficie se puede utilizar madera maciza, contra chapado laminado, o tableros de partículas aglomeradas. El aspecto final de una superficie depende de la calidad del tablero; no se pueden obtener buenos resultados si la base es mala. Si la base es desigual se debe lijar e imprimir antes de aplicar el acabado.

Las piezas de muebles y de puertas se pintan generalmente por medio de máquinas de pintura automática que disponen de hornos de calentamiento preliminar y de secado y de una zona de enfriamiento. Las baterías de máquinas más modernas también cuentan con máquinas de lijado, un equipo de cepillos para eliminar el polvo, así como un dispositivo automático que voltea las piezas y las hace pasar nuevamente por las máquinas.

Las ventanas se pintan con equipo de nebulización, en piezas o ya montadas. Las temperaturas de los hornos de secado son mucho más bajas, a fin de que cuando se utilice madera de coníferas, la resina no salga a la superficie de la pieza y estropee la pintura. Las pinturas utilizadas en las ventanas también difieren de las utilizadas para puertas y para muebles, dado que han de resistir los efectos de la intemperie.

Las pinturas utilizadas se basan generalmente en resinas alquídicas, amínicas y de urea, que actúan como agentes cementadores. La nitrocelulosa, las resinas de uretano y las resinas poliéster son los barnices cementadores más corrientes. Todas las pinturas y barnices son muy inflamables, por lo que el equipo se ha de proyectar prestando atención especial a la seguridad.

A este respecto, es de mencionar que actualmente se usan con frecuencia perfiles de plástico en lugar de pinturas para revestir marcos de puerta y ventana. De esta manera no es preciso pintar, y se puede emplear madera de calidad inferior bajo el recubrimiento de plástico.

### La comercialización de los productos de ebanistería

En Finlandia existen dos salidas principales para los productos de ebanistería: las ventas basadas en ofertas a las empresas de construcción y las ventas, por conducto de organizaciones de venta al por menor, a pequeños consumidores.

La primera de ellas es, con mucho, la más importante. Generalmente, una empresa de construcción pide información acerca del producto de carpintería o ebanistería de que se trate a diversos fabricantes del ramo, y decide dónde lo compra después de evaluar las ofertas de los competidores en función del precio y la calidad. Ciertos fabricantes sólo se dedican a este tipo de mercado y no manufacturan ningún producto para venta al público. En realidad, es frecuente que puedan competir mejor, gracias a su flexibilidad y precios ventajosos, cuando se desea un producto especial, es decir, un producto de tamaño o acabado no estándar, o con

<sup>2/</sup> Véase el artículo 19 (P.A. Eiström "El acabado de superficie de la madera y los productos de madera").

de esas mismas corrientes. Además, no tienen que soportar costos de almacenamientos ni de interés. En cambio, quizá no disfruten los beneficios que supone la producción en grandes series, sólo posible con productos estándar.

Los vendedores al por menor más importantes son los grandes almacenes de productos para la construcción, que han aparecido en los últimos años. Disfrutan de la gran ventaja de contar con un personal y un surtido de mercancías especializados. Tradicionalmente, las tiendas de cerrajería o ferreterías han constituido una salida para la venta al por menor. Sin embargo, no tienen productos en almacén, sino que actúan como agentes de los fabricantes, recibiendo por lo tanto una comisión convenida por sus ventas. Las grandes empresas también tienen representantes de distrito en todo el país, que generalmente perciben una comisión por los productos vendidos.

Tradicionalmente, los fabricantes funcionan aisladamente, con sus organizaciones de ventas propias, pero el aumento de la competencia, que les obligó a racionalizar la producción también ha sido la causa de que varias fábricas formaran organizaciones de venta conjuntas. Un ejemplo en Finlandia es la Sovi Oy, organización de ventas de tres fábricas de puertas. Distribuye sus pedidos de acuerdo con un principio convenido, de modo que cada empresa del grupo fabrica para la organización los productos más adecuados a su capacidad.

El grado de manufactura de los productos de albanistería se ha modificado considerablemente durante los últimos años. Los muebles de cocina se entregan acabados en casi un 100%, y también fijados a la pared, por lo menos en los nuevos edificios. También va siendo cada vez más corriente que las puertas y ventanas se entreguen pintadas, provistas de accesorios y con sus vidrios. Las empresas de construcción han descubierto que así se ahorran costos y que cuando el producto es prefabricado también la calidad es mejor de lo que sería si se fabricara a pie de obra, en malas condiciones y con máquinas y equipo deficientes. De este modo se han acelerado los plazos de terminación de los edificios y se ahorran costos de interés del capital, así como de mano de obra.

Anexo

ALGUNAS NORMAS TÍPICAS FINLANDESA PARA TRABAJOS DE EBANISTERIA<sup>a/</sup>

- RT 210.81 Ventanas y puertas exteriores de madera, calidad
- RT 210.82 Puertas lisas de madera, calidad
- RT 860.22 Ventanas, madera, instalación
- RT 860.23 Ventanas, madera, herrajes
- RT 861.42 Ventanas, madera, abertura hacia dentro, bastidor doble
- RT 861.46 Ventanas, madera, abertura hacia dentro, bastidores acoplados
- RT 862.46 Ventanas, madera, abertura hacia dentro, bastidores acoplados
- RT 870.22 Puerta, madera, sujeción y herrajes
- RT 871.05 Puertas para viviendas, dimensiones estándar
- RT 871.21 Puertas de madera para viviendas, hoja de puerta sin rebajo
- RT 871.22 Puertas de madera para viviendas, hoja de puerta a rebajo

<sup>a/</sup> Copyrighted (1968, 1969) Suomen Standardisointilautakunta (Comisión Finlandesa de Normalización), Helsinki (Finlandia). Reproducidas con autorización especial.

Defectos de la madera	RT 210.7	
Puertas y ventanas de madera, calidad	RT 210.80	SFS 2456
Tratamiento de almacenamiento de la madera, calidad	RT 210.83	SFS 2457
Tipos, clasificación de tipo y calidad	RT 210.81	
Unidad industrial de productos de ebanistería	RT 148.032	

## CONTENIDO

Esta norma contiene disposiciones sobre la construcción de ventanas y puertas con vidrieras, así como sobre puertas exteriores y otras puertas de cuarterones.

La norma contiene también disposiciones sobre los materiales utilizados, la construcción de ventanas y de puertas vidrieras, así como sobre puertas exteriores y otras puertas de cuarterones y sobre su fabricación, la precisión de la forma y la presentación de las superficies "en blanco".

## NOTACION

Notación: Grado de manufactura del producto y nivel de calidad (tipo de madera) y número RT de esta norma.

P.ej. en blanco 1 pino, RT 210.81

P.ej. pintado 2, RT 210.81

## NIVELES DE CALIDAD

Los productos se clasifican en: de clase o calidad especial, para barnizado y para pintado. La clasificación se basa en un principio aplicable a las "superficies principales". Esto significa que las superficies no principales (p.ej. superficies que sólo se vean ocasionalmente) pueden ser de la calidad inmediata inferior, cuando se trata de productos de calidad especial y para barnizado, salvo que se haya especificado otra cosa.

### 31 Calidad especial, notación E

Esta clase abarca productos que satisfacen requisitos muy estrictos y para los que se escoge la madera con particular cuidado. A los productos de esta clase se les suele dar un acabado de barniz. Debe especificarse en el pedido el tipo de madera que se desea.

Con la calidad E se emplean marcos de la clase 1.

### 32 Calidad para barnizado, notación 1

Esta es la calidad usual para productos que han de ser barnizados. Debe especificarse en el pedido el tipo de madera que se desea.

### 33 Calidad para pintado, notación 2

Esta calidad abarca los productos de madera de coníferas que van a ser pintados.

## 4 DISPOSICIONES SOBRE MATERIALES

### 41 Madera

#### .1 Calidad

La madera blanda se clasifica sobre la base de la calidad superior no clasificada (u/s) definida en las reglas de clasificación para madera de exportación, con las limitaciones que se indicarán más adelante.

A las maderas duras extranjeras se les aplican las disposiciones del apéndice 2.

#### .2 Uniones a tope

Se han de emplear ensamblas a diente o uniones a tope alternadas. La longitud de cada una de estas últimas puede ser hasta la tercera parte de la anchura de la pieza alargada, sin sobrepasar, sin embargo, los 50 mm. No se admite ninguna junta a tope visible en los productos de calidades especiales y para barnizado.

#### .3 Defectos. Parcheado

No se toleran aristas falsas o sesmas en las superficies visibles. Los nudos han de estar distribuidos con regularidad y no se toleran en puntos en los que pudiera afectar a la resistencia de la madera. Los parches de madera sana o espigas han de hacerse con madera de la misma especie y de forma que sus fibras sean paralelas a las de la madera circundante, en la que han de quedar bien encajados. Los parches se conceptúan como nudos sanos y se toman en cuenta su tamaño al clasificarse la calidad.

En los productos que han de utilizarse en ambientes húmedos debe evitarse el parcheado.

### 42 Madera terciada

La madera terciada habrá de satisfacer los requisitos fijados en las normas SFS en lo referente a calidad, dimensionamiento y características.

### 43 Tableros enlistonados y laminas

Los tableros enlistonados y con alma laminada tendrán la calidad y estructura necesarias para los fines a los que se les destina. Los tableros destinados a superficies principales deben llevar a ambos lados del tablero chapas (1 + 1) encoladas entre sí en ángulo recto y de modo que la dirección de la fibra de la chapa adyacente al alma forme ángulo recto con la fibra del alma.

47 Tableros con una o dos chapas de superficie paralelas a ambos lados del tablero, cuyas aristas forman ángulo recto con la fibra del caso, sólo podrán utilizarse para superficies principales cuando vayan revestidos con chapa laminada transversalmente, o con chapa de plástico laminado, o algo semejante.

48 Tableros de partículas

Los tableros de partículas han de ser tableros SFS y cumplir los requisitos de la norma SFS 1003.

49 Tableros de fibras

- 1 El tablero duro debe tener una densidad no inferior a los 350 kg/m<sup>3</sup>.
- 2 El tablero de fibras de densidad media debe tener una densidad no inferior a los 200 kg/m<sup>3</sup>.

50 Chapas de superficie

Para las chapas de superficie se han de emplear máquinas rebanadoras, salvo si se trata de madera de abedul en cuyo caso pueden emplearse desenrolladoras.

La chapa rebanada ha de satisfacer los requisitos del apéndice 2.

La chapa desenrollada debe satisfacer los requisitos fijados por las normas SFS.

51 Chapas de plástico laminado

Las chapas de plástico laminado han de satisfacer los requisitos fijados en el apéndice 3.

52 Herrajes

El fabricante indicará en su oferta los herrajes que ha utilizado.

53 Grado de sequedad

La madera debe ser secada artificialmente. El contenido de humedad calculado sobre el peso en seco no debe exceder del 12% durante las fases de manufactura y de entrega.

El contenido de humedad sirve también de base para valorar la precisión de las dimensiones y de la forma.

54 ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS

55 Generales

La fabricación y montaje de los productos y de sus piezas han de hacerse con esmero y habilidad. En la madera se permiten todos los ensamblajes de los que consta que son buenos y compatibles con el aspecto del material de la calidad de que se trate.

En los tableros no se toleran ensamblajes. En las chapas no se toleran ensamblajes transversales o de fibra cruzada.

Los adhesivos deben satisfacer requisitos que dependen del uso a que se destina el producto y deben ser resistentes a la humedad y a las microorganismos.

56 Precisión de la forma

Respecto de los métodos para comprobar la precisión de la forma, véase el apéndice 1.

Las disposiciones relativas a la precisión de la forma se refieren al momento de la entrega, a la inspección del período de garantía y a un grado de sequedad de la madera de entre un 10 y un 12%.

La conservación de las propiedades de los productos implica que se los almacena y manipula de acuerdo con las especificaciones generales para trabajos de construcción, RYL 1960, RT 140.1/H, párrafos B.671 y B.673.

1 Precisión de los ángulos (ortogonalidad) en el momento de la entrega en la inspección del período de garantía

1 mm	1 mm
------	------

2 Planicidad de la superficie (acanalado o/y alabeo) en el momento de la entrega en la inspección del período de garantía

4 mm	5 mm
------	------

Estas cifras suponen condiciones similares de temperatura y de humedad en los espacios situados a ambos lados de la puerta.

3 Lisura de la superficie en el momento de la entrega en la inspección del período de garantía

con una regla de 200 mm	0,2 mm	0,3 mm
-------------------------	--------	--------

57 Paneles (≥ 0,5 m<sup>2</sup>)<sup>1)</sup>

Calidad y grosor mínimo	calidad especial	calidad para barnizado	calidad para pintado
	Madera terciada, chapa de superficie desenrollada	9 mm A1(A)	9 mm I(B)
Madera	15 mm	15 mm	15 mm
Tablero duro	no tolerados	no tolerados	2...3 capas encoladas, 9 mm en total

1) Si el tamaño del panel es superior al indicado, su grosor deberá aumentarse en proporción.

58 Tablas machihembradas

De conformidad con la norma RT 216.0

59 Defectos tolerados en las superficies visibles

	calidad especial	calidad para barnizado	calidad para pintado
--	------------------	------------------------	----------------------

1 Defectos de pintura

(30 cm x 40 cm)<sup>1)</sup>

Defectos de pintura en superficies visibles

	no tolerados	2 de 10cm 3 defectos por panel (30cm)	2 de 20cm 2 de 15cm y defectos por panel (30cm)
--	--------------	--	---

Hendiduras	no toleradas	no toleradas	se toleran las pequeñas hendiduras parcheadas
Azulado	no tolerado	no tolerado	tolerado como descoloración
.3 Bapetillas y listones Nudos sanos o parches unidades/m	no tolerados	nudos pequeños	nudos pequeños
Hendiduras	no toleradas	no toleradas	se toleran las pequeñas hendiduras parcheadas
Azulado	no tolerado	no tolerado	tolerado como descoloración
.4 Marcos de puertas vidrieras (42 mm x 104 mm) <sup>1)</sup> Nudos sanos o parches unidades/m	no tolerados	1 de 20mm 2 de 10mm y nudos pequeños	2 de 30mm 3 de 20mm y nudos pequeños
Hendiduras	no toleradas	no toleradas	se toleran las pequeñas hendiduras parcheadas
Azulado	no tolerado	no tolerado	tolerado como descoloración
.4 Montantes y travesaños de puertas de cuarterones y exteriores (40 mm x 93 mm) <sup>1)</sup> Nudos sanos o parches unidades/m	no tolerados	1 de 20mm 2 de 10mm y nudos pequeños	2 de 30mm 3 de 20mm y nudos pequeños
Hendiduras	no toleradas	no toleradas	se toleran las pequeñas hendiduras parcheadas
Azulado	no tolerado	no tolerado	tolerado como descoloración
.5 Bastidores (42 mm x 118 mm) <sup>1)</sup> Nudos sanos o parches unidades/m		1 de 20mm 3 de 15mm y nudos pequeños	2 de 35mm 3 de 25mm y nudos pequeños

Hendiduras no toleradas se toleran las pequeñas hendiduras parcheadas

Azulado no tolerado tolerado como descoloración

1) Si los tamaños son inferiores o superiores a los indicados, variará en consecuencia el número de nudos tolerados.

#### 56 Acabado de las superficies "en blanco"

.1 Cuando se trate de productos de calidad especial, debe cuidarse con sumo esmero el acabado de todas las superficies principales. No deben presentar acumulaciones de cola que pudieran dificultar el acabado u ocasionar defectos en el color. No deben presentar defectos visibles de fabricación.

.2 Si se trata de productos de calidad para barnizado, debe cuidarse con esmero el acabado de las superficies principales. No deben presentar acumulaciones de cola, que pudieran dificultar el acabado u ocasionar defectos en el color. Los pequeños defectos de fabricación se tolerarán tan sólo en puntos que no se presenten bien a un alisado mecánico, tal como superficie poco o rara vez visibles.

.3 En el caso de productos de calidad para pintado, es preciso que las superficies principales estén bien acabadas. No se toleran las acumulaciones de cola que pudieran dificultar el acabado de las superficies. Los pequeños defectos de fabricación sólo se toleran en las superficies poco o rara vez visibles.

#### 6 GRADO DE MANUFACTURA

Las ventanas, puertas vidrieras, puertas exteriores y otras puertas de cuarterones se entregan en blanco, barnizadas o pintadas.

El barnizado y el pintado deben hacerse de acuerdo con la norma RT 148.032.

Si se desea algún otro acabado para los productos, debe indicarse por separado su índole, así como los materiales y métodos que deban utilizarse.

APENDICE 1

Métodos para comprobar la precisión de la forma

1 Precisión de los ángulos (ortogonalidad)

La ortogonalidad se mide con una escuadra sobre esquinas diagonalmente opuestas. Los puntos de medición han de estar situados a 500 mm de las esquinas o a una distancia equivalente a la anchura si ésta es inferior a 500 mm. La desviación se expresa en milímetros con una precisión de 0,1 mm.

Planicidad de la superficie (acanalado y/o alabeo)

El acanalado o curvatura de una superficie se mide por su lado cóncavo con una regla, tan larga como la superficie, a lo largo de las diagonales y de todos los bordes de la superficie. La mayor desviación medida es la decimava. La desviación se expresa en milímetros con una precisión de 1 mm. El alabeo se mide colocando la superficie sobre un plano horizontal de forma que tres de sus esquinas toquen el plano. La distancia de la cuarta esquina al plano es lo que ha de medirse para determinar el alabeo.

La desviación se expresa en milímetros con una precisión de 1 mm.

3 Lisura de la superficie

La lisura de la superficie se mide con una regla de 200 mm de largo colocándola en direcciones arbitrarias sobre la superficie que ha de medirse y utilizando un dispositivo de medición especial para medir las grietas o hendiduras.

La desviación se expresa en milímetros con una exactitud de 0,1 mm.

APENDICE 2

Normas de calidad para superficies de maderas duras extranjeras

1 Generales

Las maderas duras extranjeras son especies importadas (por ej. el roble, la teca, la caoba, etc.,).

Las disposiciones al efecto están también adaptadas a las chapas que se cortan de especies nacionales.

Estas disposiciones son para productos de calidad especial y para barnizado.

2 Chapas

Las chapas han de rebajarse y su grosor mínimo será de 0,6 mm. Los vetados de la chapa han de coincidir perfectamente y se han de hacer de forma que resulte un dibujo uniforme típico de la chapa de que se trata.

.1 Calidad especial

La chapa deber ser típica de la especie maderera de que se trate, estar exenta de defectos y ser perfectamente homogénea en cuanto a color y a estructura. No se toleran inserciones.

.2 Calidad para barnizado

La chapa deber ser típica de la especie maderera de que se trate. Se toleran ligeros defectos de color y algunas otras imperfecciones que no alteren la impresión de conjunto. Se toleran unos cuantos nudos de tamaño inferior a los 5 mm (de ojo de pájaro). No se toleran ciertos defectos que a veces presentan las chapas, tales como madera de superficie de distintos colores, burbujas, quimbición, etc. Se permiten las pequeñas correcciones, tales como parches de madera, si se efectúan con cuidado para que no contrasten con la chapa circundante en lo referente a color y a estructura.

3 Madera escuadrada

El grosor de los tableros utilizados para revestimientos no debe ser inferior a los 5 mm.

.1 Calidad especial

La madera debe ser típica de la especie de que se trate y las superficies deben estar exentas de defectos y ser perfectamente homogéneas en cuanto a color y a estructura. No se toleran los parches.

.2 Calidad para barnizado

La madera debe ser típica de la especie de que se trate. Se toleran pequeños defectos en las superficies principales. Se toleran, en cierta medida, nudos de menos de 7 mm. No se toleran ni la madera de superficie de distintos colores ni otras imperfecciones que a veces se presentan en la madera. Sólo se toleran los parches que se hayan puesto con cuidado, vayan bien con el color de la madera y sean menores de 15 mm. Los parches han de ser de madera de la misma especie y sus fibras deben tener la misma dirección que las de la madera circundante, en la que han de quedar bien encajados.

APENDICE 3

Normas de calidad para las chapas de plástico laminado

1 Revestimiento de escritorios

El revestimiento de escritorios debe hacerse con laminados sobre papel. Su grosor mínimo debe ser de 1,4 + 0,1 mm y ha de satisfacer los requisitos siguientes:

Resistencia al desgaste: NEMA LD 1-3.03/64A

Resistencia al choque: NEMA LD 1-3.03/64K

Aspecto: NEMA LD 1-3.03/64J

Alteraciones ocasionadas por la humedad: NEMA LD 1-3.03/64E

Temperatura: SIS 245803 (NEMA LD 1-2.03/64).

No se tolera rastro alguno de la prueba sobre las superficies mates, ni bien las superficies lustrosas podrán perder algo de su lustre.

Resistencia en agua hirviendo: SIS R 705002

(NEMA LD 1-2.03/64), no se toleran rastros de la prueba sobre la superficie.

Influencia de sustancias químicas: SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64), el revestimiento debe ser de la clase 3. Las clases son la 1, la 2 y la 3, siendo la clase 3 la mejor.

Resistencia a la luz: SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64), el revestimiento ha de ser al menos de la clase 5. Las clases van de la 1 a la 5, siendo la clase 5 la mejor.

Absorción de agua: SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64) la absorción no puede ser superior a un máximo de 500 mg/25 cm<sup>2</sup> para laminados de un grosor de 1,1 mm. Para laminados de mayor grosor la absorción no debe exceder de un 10% de su masa.

#### Revestimiento de superficies verticales

El revestimiento de las superficies verticales, tales como hojas de puerta, debe hacerse con laminados sobre papel, cuyo grosor mínimo sea de 1,2 ± 0,1 mm, y ha de satisfacer los requisitos siguientes:

Resistencia al desgaste: NEMA LD 1-4.03/64A

Resistencia al choque: NEMA LD 1-4.03/64G

Aspecto: NEMA LD 1-4.03/64E

Alteraciones ocasionadas por la humedad: NEMA LD 1-4.03/64D

Influencia de sustancias químicas: SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64). El revestimiento ha de ser de la clase 3. Las clases son la 1, la 2 y la 3, siendo la clase 3 la mejor.

Resistencia a la luz: SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64). El revestimiento ha de ser al menos de la clase 5. Las clases van de la 1 a la 5, siendo la clase 5 la mejor.

Absorción de agua: SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64), para laminados de un grosor de 0,8 mm la absorción máxima no debe sobrepasar los 350 mg/25 cm<sup>2</sup>, y para laminados de mayor grosor no podrá exceder de un 12% de su masa.

#### 3 Revestimiento de estantes

Los laminados que se destinan al revestimiento de estantes habrán de tener un grosor mínimo de 0,8 ± 0,1 mm y deben satisfacer los requisitos siguientes:

Resistencia al desgaste: NEMA LD 1-4.03/64A

Resistencia al choque: NEMA LD 1-4.03/64G

Influencia de sustancias químicas: SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64). El revestimiento debe ser de la clase 3. Las clases son la 1, la 2 y la 3, siendo la clase 3 la mejor.

#### 4 Otros tipos de laminados

Se pueden también utilizar laminados sobre tela o con otro material de refuerzo, con tal de que satisfagan todos los requisitos de las normas SIS y NEMA previamente mencionadas. El fabricante debe indicar en su oferta el grosor y tipo del laminado que ofrece.

PUERTAS LISAS DE MADERA,  
calidad

SFS 2456  
SFE A  
UDK 674.21  
Página 1 (3)

Origen de la madera  
Ventanas y puertas exteriores de madera, calidad  
Condiciones de almacenamiento de la madera, calidad  
Materiales, selección de tipo y calidad  
Acabado industrial de productos de ebanistería

RT 210.7  
RT 210.81 SFS 2455  
RT 210.83 SFS 2457  
RT 216.01  
RT 148.032

**CONTENIDO**

Esta norma contiene disposiciones sobre calidad de las puertas lisas.

La norma contiene disposiciones sobre el material utilizado, la construcción, la fabricación de puertas y la precisión de la forma, así como sobre la presentación de las superficies "en blanco".

**NOTACION**

Notación: Grado de manufactura del producto y nivel de calidad (tipo de madera) y número RT de esta norma.

Ej. en blanco 1 pino, RT 210.82  
Ej. pintado 2, RT 210.82

**NIVELES DE CALIDAD**

Los productos se clasifican en: de clase o calidad especial, para barnizado y para pintado. La clasificación se basa en un principio aplicable a las "superficies principales". Esto significa que las superficies no principales (p.ej. superficies que sólo se vean ocasionalmente) pueden ser de la calidad inmediata inferior, cuando se trata de productos de calidad especial y para barnizado, salvo que se haya especificado otra cosa.

**1) Calidad especial, notación E**

Esta clase abarca productos que satisfacen requisitos muy estrictos y para los que se escoge la madera con particular cuidado. A los productos de esta clase se les suele dar un acabado de barniz.

Con la calidad E se emplean marcos de la clase 1.

**2) Calidad para barnizado, notación B**

Esta es la calidad usual para productos que han de ser barnizados.

Debe especificarse en el pedido el tipo de madera que se desea para marcos, rebordes de hoja de puerta y chapas de superficies.

**3) Calidad para pintado, notación P**

Esta calidad abarca los productos que van a ser pintados.

**4 DISPOSICIONES SOBRE MATERIALES**

**4.1 Madera**

**.1 Calidad**

La madera blanda se clasifica sobre la base de la calidad superior no clasificada (u/s) definida en las reglas de clasificación para madera de exportación, con las limitaciones que se indicarán más adelante.

A las maderas duras extranjeras se les aplican las disposiciones del apéndice 2.

**.2 Uniones a tope**

Se han de emplear ensambles a diente o uniones a tope alternadas. La longitud de cada una de estas últimas puede ser de hasta la tercera parte de la anchura de la pieza alargada, sin sobrepasar, sin embargo, los 50 mm. No se admite ninguna junta a tope visible en las calidades especial y para barnizado.

**.3 Defectos. Parcheado**

No se toleran aristas falsas o sesmas en las superficies visibles. Los nudos han de estar distribuidos con regularidad y no se toleran en puntos en los que pudieran afectar a la resistencia de la madera. Los parches de madera sana o espigas han de hacerse con madera de la misma especie y de forma que sus fibras sean paralelas a las de la madera circundante, en la que han de quedar bien encajados. Los parches se conceptúan como nudos sanos y se tendrá en cuenta su tamaño al clasificarse la calidad.

En los productos que han de utilizarse en ambientes húmedos debe evitarse el parcheado.

**4.2 Madera terciada**

La madera terciada habrá de satisfacer los requisitos fijados en las normas SFS en lo referente a calidad, dimensionamiento y características.

**4.3 Tableros contrachapados y laminados**

Los tableros contrachapados y con alma laminar tendrán la calidad y estructura necesarias para los fines a los que se les destina. Los tableros destinados a superficies principales deben tener a todos lados del tablero chapas (1) y (2) unidas entre sí en ángulo recto y de modo que la dirección de la fibra de la chapa sea perpendicular al eje longitudinal del tablero con la fibra en el eje.

Los tableros de una o más chapas de superficie paralelas a la superficie del tablero, cuyas fibras formen ángulo recto con la fibra del alma, sólo podrán utilizarse para superficies principales cuando vayan revestidos con chapa encolada transversalmente, o con chapa de plástico laminado o de cemento.

**44 Tableros de partículas**

Los tableros de partículas han de ser tableros D.A.A. y cumplir los requisitos de la norma SPS 0.13...

**45 Tableros de fibras**

El tablero duro debe tener una densidad no inferior a los 850 kg/m<sup>3</sup>.

El tablero de fibras aglomeradas de densidad media debe tener una densidad no inferior a los 700 kg/m<sup>3</sup>.

**46 Chapas de superficie**

Para las chapas de superficie se han de emplear máquinas rebanadoras, salvo si se trata de madera de abedul en cuyo caso pueden emplearse desenrolladoras.

La chapa rebanada ha de satisfacer los requisitos del anexo 2.

La chapa desenrollada debe satisfacer los requisitos fijados por las normas SFS.

**47 Chapas de plástico laminado**

Las chapas de plástico laminado han de satisfacer los requisitos fijados en el anexo 3.

**48 Herrajes**

El fabricante indicará en su oferta los herrajes que ha utilizado.

**49 Grado de sequedad**

La madera debe ser secada artificialmente. El contenido de humedad calculado sobre el peso en seco no debe exceder del 10% durante las fases de fabricación y de entrega.

El contenido de humedad sirve también de base para valorar la precisión de las dimensiones y de la forma.

**5 ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS**

**51 Generales**

La fabricación y montaje de los productos y de sus piezas han de hacerse con esmero y habilidad. En la madera se permiten todos los ensamblajes de los que conste que son buenos y compatibles con el aspecto del material de la calidad de que se trate.

Las superficies deberán ser de madera terciada de un grosor de 2,7 mm como mínimo, de tablero duro de un grosor de 3,2 mm como mínimo, o de otro tipo de tableros con el grosor correspondiente. Los tableros de revestimiento deben pegarse al alma con cola.

En los tableros no se toleran ensamblajes. En las chapas no se toleran ensamblajes transversales o de fibra cruzada.

Si la estructura interna no se presta a la colocación de los herrajes, deben insertarse en los bloques de madera o deben dimensionarse los pernos en función de los herrajes.

Los adhesivos deben satisfacer requisitos que dependen del uso a que se destine el producto y deben ser resistentes a la humedad y a los microorganismos.

Si los productos se encuentran en espacios constantemente húmedos, esta circunstancia debe darse a conocer en la oferta.

**52 Precisión de la forma**

Respecto de los métodos para comprobar la precisión de la forma, véase el anexo 4.

Las disposiciones relativas a la precisión de la forma se refieren al momento de la entrega, a la inspección del período de garantía y a un grado de sequedad de la madera de entre un 8 y un 10%.

La conservación de las propiedades de los productos implica que se los almacena y manipula sobre el terreno de acuerdo con las especificaciones generales para trabajos de construcción, RUL 1960, RT 140.1/B, párrafos B.671 y B.673.

1	Precisión de los ángulos (ortogonalidad)	en el momento de la entrega	en la inspección del período de garantía
		1 mm	1 mm

2	Planeidad de la superficie (acanalado o/y alabeo)	en el momento de la entrega	en la inspección del período de garantía
		3 mm	4 mm

Estas cifras suponen condiciones similares de temperatura y de humedad en los espacios situados a ambos lados de la puerta.

3	Lisura de la superficie	en el momento de la entrega	en la inspección del período de garantía
		con una regla de 200 mm	0,2 mm      0,3 mm

**53 Chapa de superficie**

	calidad especial	calidad para barnizado	calidad pintada
Desenrollada,	AI(A)	I(B)	II(A)
Rebanada,			
véase el anexo 2			

**54 Defectos tolerados en las superficies**

	calidad especial	calidad para barnizado	calidad pintada
1	Partes visibles del bastidor y de los bordes de la hoja de puerta, grosor de puerta <math>\geq 40\text{mm}</math>		

6 GRADO DE MANUFACTURA

Laminas sanas o laminas unida- das/m	no tole- rados	1 de 10mm y nudos pe- queños ( $\leq 12$ mm)	2 de 20mm y nudos pe- queños ( $\leq 12$ mm)
	Hendiduras	no tole- radas	no tole- radas se toleran las pequeñas hendiduras paralelas tolerado como desco- loración
Acabado	no tole- rado	no tole- rado	

Las puertas se entregan en blanco, barnizadas o pintadas. El barnizado y el pintado deben hacerse de acuerdo con la norma RT 148.032.

Si se desea otra forma de acabado para los productos, debe indicarse por separado su índole, así como los materiales y métodos que deban utilizarse.

6.1 Marcos  
(10 mm x 93 mm)<sup>1)</sup>

Laminas sanas o laminas unida- das/m	1 de 20 mm 3 de 10 mm y nudos pequeños no tole- radas	2 de 30 mm 3 de 20 mm y nudos pe- queños se toleran las peque- ñas hendi- duras pa- ralelas tolerado como desco- loración
	Hendiduras	
Acabado	no tole- rado	

- 1) Si los tamaños son superiores o inferiores a los indicados, variará en consecuencia el número de nudos tolerados.

Acabado de las superficies "en blanco"

1. Cuando se trate de productos de calidad especial debe cuidarse con sumo esmero el acabado de todas las superficies principales. No deben presentar acumulaciones de oela que pudieran dificultar el acabado u ocasionar defectos en el color. No deben presentar defectos visibles de fabricación.

2. Si se trata de productos de calidad para barnizado debe cuidarse con esmero el acabado de las superficies principales. No deben presentar acumulaciones de oela que pudieran dificultar el barnizado u ocasionar defectos en el color. Los pequeños defectos de fabricación no tolerados por otros usos se toleran bien a un alto grado de brillo, tal como superficies para puertas de aluminio.

3. En el caso de productos de calidad para pintado, se requiere que las superficies principales estén bien acabadas. No se toleran las acumulaciones de oela que pudieran dificultar el acabado de la pintura. Los pequeños defectos de fabricación no se toleran en las superficies para pintura.

APENDICE

Métodos para comprobar la precisión de la forma

1 Precisión de los ángulos (ortogonalidad)

La ortogonalidad se mide con una escuadra sobre esquinas diagonalmente opuestas. Los puntos de medición han de estar situados a 500 mm de las esquinas o a una distancia equivalente a la anchura si ésta es inferior a 500 mm. La desviación se expresa en milímetros con una precisión de 0,1 mm.

Planicidad de la superficie (acanalado y/o alabeo)

El acanalado o curvatura de una superficie se mide con un alabeo cóncavo con una regla, tan larga como la superficie, a lo largo de las diagonales y de todos los bordes de la superficie. La mayor desviación medida es la desviación. La desviación se expresa en milímetros con una precisión de 1 mm. El alabeo se mide colocando la superficie sobre un plano horizontal de forma que tres de sus esquinas toquen el plano. La distancia de la cuarta esquina al plano es lo que ha de medirse para determinar el alabeo.

La desviación se expresa en milímetros con una precisión de 1 mm.

2 Lisura de la superficie

La lisura de la superficie se mide con una regla de 200 mm de largo colocándola en direcciones arbitrarias sobre la superficie que ha de medirse y utilizando un dispositivo de medición especial para medir las grietas o hendiduras.

La desviación se expresa en milímetros con una exactitud de 0,1 mm.

APENDICE 2

Normas de calidad para superficies de maderas duras extranjeras

1 Generales

Las maderas duras extranjeras son especies importadas (p.ej. el roble, la teca, la caoba, etc.).

Las disposiciones al efecto están también adaptadas a las chapas que se cortan de especies nacionales.

Estas disposiciones son para productos de calidad especial y para barnizado.

2 Chapas

Las chapas han de rebanarse y su grosor mínimo será de 0,6 mm. Las uniones de la chapa han de coincidir perfectamente y se han de hacer de forma que resulte un dibujo uniforme típico de la chapa de que se trate.

1 Calidad especial

La chapa debe ser típica de la especie maderera de que se trate, estar exenta de defectos y ser perfectamente homogénea en cuanto a color y estructura. No se toleran inserciones.

2 Calidad para barnizado

La chapa debe ser típica de la especie maderera de que se trate. Se toleran ligeros defectos de color y algunas otras imperfecciones que no alteren la impresión de conjunto. Se toleran unos cuantos nudos de tamaño inferior a los 5 mm (de ojo de pájaro). No se toleran ciertos defectos que a veces presentan las chapas, tales como madera de superficie de distintos colores, burbujas, pudrición, etc. Se permiten las pequeñas correcciones, tales como parches de madera, si se efectúan con cuidado para que no contrasten con la chapa circundante en lo referente a color y a estructura.

3 Madera escuadrada

El grosor de los tableros utilizados para revestimientos no debe ser inferior a los 5 mm.

1 Calidad especial

La madera debe ser típica de la especie de que se trate y las superficies deben estar exentas de defectos y ser perfectamente homogéneas en cuanto a color y estructura. No se toleran los parches.

2 Calidad para barnizado

La madera debe ser típica de la especie de que se trate. Se toleran pequeños defectos en las superficies principales. Se toleran, en cierta medida, nudos de menos de 7 mm. No se toleran ni la madera de superficie de distintos colores ni otras imperfecciones que a veces se presentan en la madera. Sólo se toleran los parches que se hayan puesto con cuidado, vayan bien con el color de la madera, y sean menores de 15 mm. Los parches han de ser de madera de la misma especie y sus fibras deben tener la misma dirección que las de la madera circundante, en la que han de quedar bien encajados.

APENDICE 3

Normas de calidad para las chapas de maderas laminadas

1 Revestimiento de escritorios

El revestimiento de escritorios debe hacerse laminado sobre papel. Su grosor mínimo debe ser de 1,4 + 0,1 mm y ha de satisfacer los requisitos siguientes:

Resistencia al desgaste: NEMA LD 1-3.01/64

Resistencia al choque: NEMA LD 1-3.01/64

Aspecto: NEMA LD 1-3.01/64

Alteraciones ocasionadas por la humedad: NEMA LD 1-3.03/64

Termorresistencia: SIS 243003 (NEMA LD 1-2.03/64).

No se tolera rastro alguno de la prueba sobre las superficies mates, si bien superficies lustrosas podrán perder algo de su lustre.

Durabilidad en agua hirviendo: SIS R 703000 (NEMA LD 1-2.02/64), no se toleran rastros de prueba en la superficie.

Influencia de sustancias químicas: SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64), el revestimiento debe ser de la clase 3. Las clases son la 1, la 2 y la 3, siendo la clase 3 la mejor.  
Resistencia a la luz: SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64), el revestimiento ha de ser al menos de la clase 5. Las clases van de la 1 a la 8, siendo la clase 8 la mejor.  
Absorción de agua: SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64), la absorción no puede ser superior a un máximo de 500 mg/25 cm<sup>2</sup> para laminados de un grosor de 1,4 mm. Para laminados de mayor grosor la absorción no debe exceder de un 10% de su masa.

#### Revestimiento de superficies verticales

El revestimiento de las superficies verticales, tales como hojas de puerta, debe hacerse con laminados sobre papel, cuyo grosor mínimo sea de 0,8 + 0,1 mm, y ha de satisfacer los requisitos siguientes:

Resistencia al desgaste: NEMA LD 1-4.03/64A  
Resistencia al choque: NEMA LD 1-4.03/64G  
Aspecto: NEMA LD 1-4.03/64E  
Alteraciones ocasionadas por la humedad: NEMA LD 1-4.03/64D

Influencia de sustancias químicas: SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64). El revestimiento ha de ser de la clase 3. Las clases son la 1, la 2 y la 3, siendo la clase 3 la mejor.  
Resistencia a la luz: SIS 245804 (NEMA LD 1-2.06/64). El revestimiento ha de ser al menos de la clase 5. Las clases van de la 1 a la 8, siendo la clase 8 la mejor.  
Absorción de agua: SIS 245801 (NEMA LD 1-2.07/64), para laminados de un grosor de 0,8 mm la absorción máxima no debe sobrepasar los 350 mg/25 cm<sup>2</sup>, para laminados de mayor grosor no podrá exceder de un 12% de su masa.

#### Revestimiento de estantes

Los laminados que se destinan al revestimiento de estantes habrán de tener un grosor mínimo de 0,8 + 0,1 mm y dicho revestimiento debe satisfacer los requisitos siguientes:

Resistencia al desgaste: NEMA LD 1-4.03/64A  
Resistencia al choque: NEMA LD 1-4.03/64G  
Influencia de sustancias químicas: SIS 245805 (NEMA LD 1-2.05/64). El revestimiento debe ser de la clase 3. Las clases son la 1, la 2 y la 3, siendo la clase 3 la mejor.

#### Otros tipos de laminados

Se pueden también utilizar laminados sobre tela o con otro material de refuerzo, con tal de que satisfagan todos los requisitos de las normas SIS y NEMA previamente mencionadas. El fabricante debe indicar en su oferta el grosor y tipo del laminado que ofrece.

Ventana, madera, cerraje RT 860.23

0 GENERALES

01 Esta hoja RT describe el número y la ubicación de los puntos de sujeción de los marcos de ventanas de madera.

02 El marco de la ventana va siempre sujeto por sus jambas. Los marcos de ventana, cuya anchura nominal sea  $\geq 12$  dm, van también sujetos por sus cabios alto y bajo. Véase el punto 12.

1 NÚMERO Y UBICACION DE LOS PUNTOS DE SUJECION

11 Número y ubicación de los puntos de sujeción sobre las jambas, fig. 2...5.

Las distancias se miden a partir de las esquinas de los rebajos del marco, fig.1.

Fig. 1

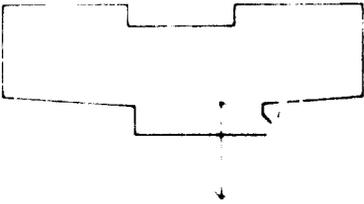
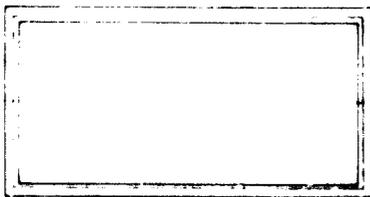
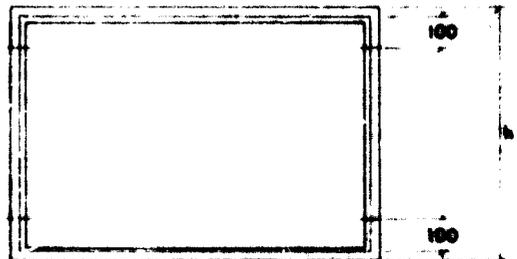


Fig. 2



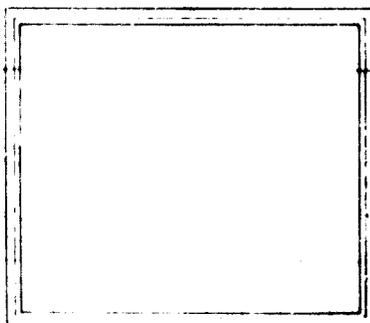
h = 8 dm

Fig. 3



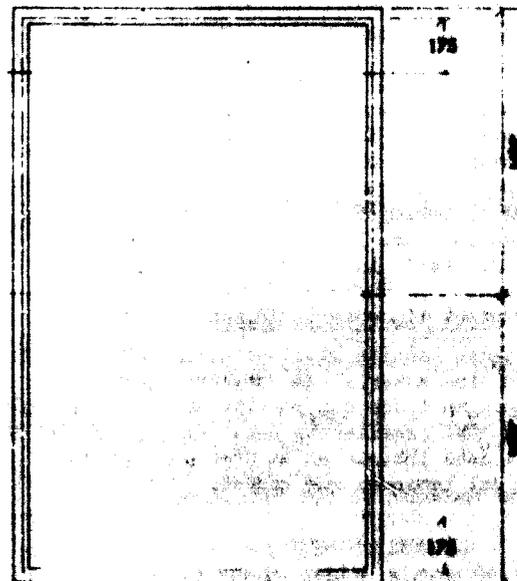
h = 8 dm

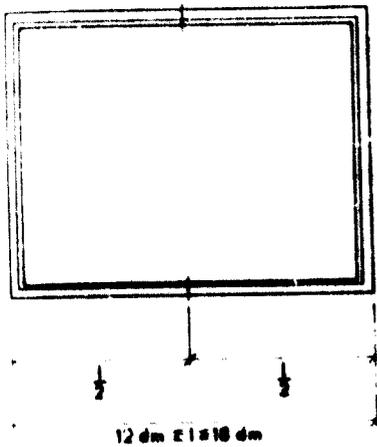
Fig. 4



8 dm - h = 16 dm

Fig. 5

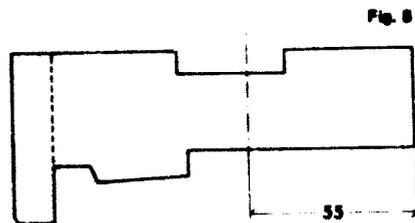
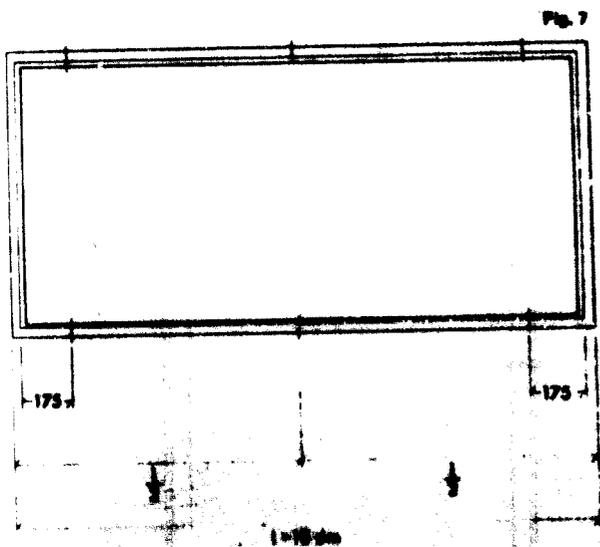




12 Número y ubicación de los puntos de sujeción sobre los cables alto y bajo del marco, fig. 6 y 7. Las distancias se miden por el interior de los rebajos.

Cuando la anchura nominal del marco sea  $< 12$  dm no es preciso que los marcos vayan también sujetos por sus cables alto y bajo.

13 La ubicación en profundidad de los puntos de sujeción aparece ilustrada en la fig. 8.



Ventanas en el grupo RT 861...  
Ventana, madera, instalación RT 860.22

0 GENERALES

Esta hoja RT incluye la posición de las bisagras y el número y la colocación de los herrajes de cierre y acoplamiento sobre las ventanas de madera.

1 POSICION DE LAS BISAGRAS

El centro de las bisagras se mide a partir de la esquina del bastidor interior, véase la fig. 1.

Número de bisagras, véase el grupo RT 861...

Bisagras de ventanas acopladas

Las bisagras de acoplamiento deben colocarse cerca de las bisagras de suspensión. No se debe disminuir la resistencia del bastidor. Debe dejarse una distancia de 1 cm entre los bastidores acoplados.

11 Bisagras de ventanas suspendidas de una jamba

111 Ventanas suspendidas de una jamba por dos bisagras, fig. 2 y 3.

Fig. 1

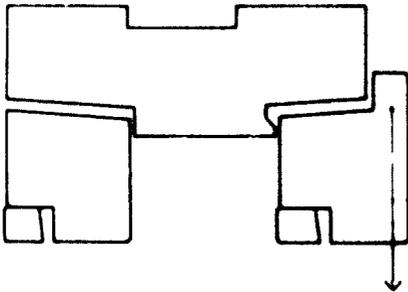
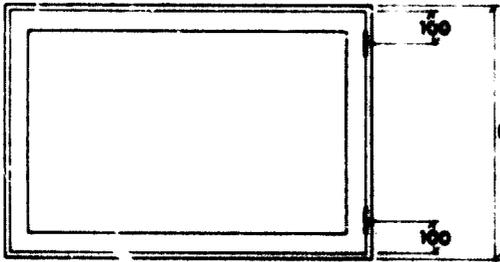
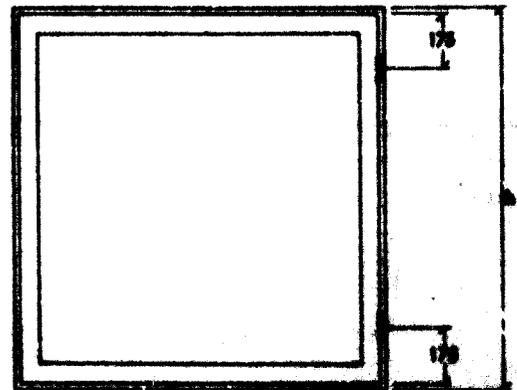


Fig. 2



h = 8 dm

Fig. 3



h = 8 dm

112 Ventanas suspendidas de una jamba por tres bisagras, fig. 4 y 5.

12 Bisagras de ventanas suspendidas del cable alto

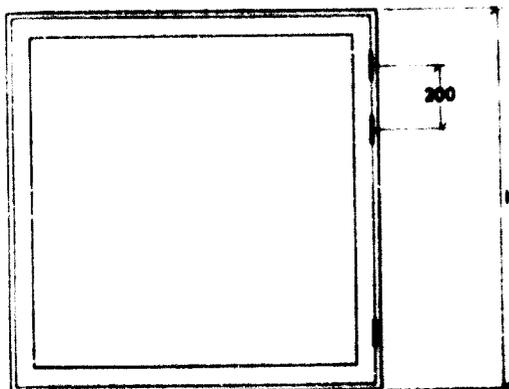
121 Ventanas suspendidas del cable alto por dos bisagras, fig. 6 y 7.

122 Ventanas suspendidas del cable alto por tres bisagras, fig. 8.

13 Bisagras de ventanas suspendidas del cable bajo

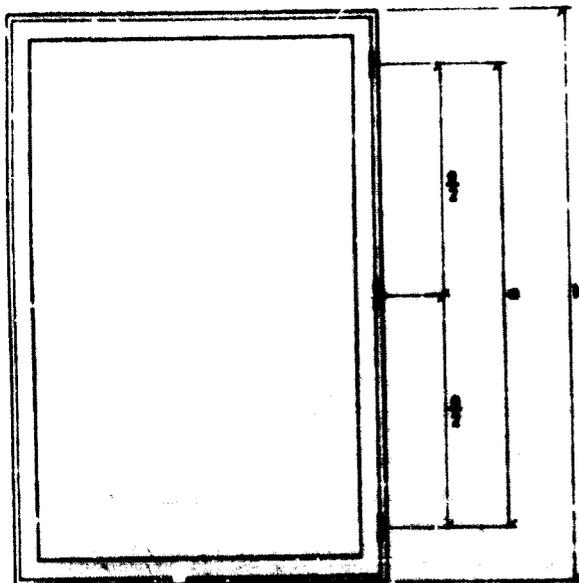
Las bisagras de ventanas suspendidas del cable bajo van ajustadas al mismo en los lugares correspondientes a la posición de las bisagras de ventanas suspendidas del cable alto.

Fig. 4



8 dm - h = 18 dm

Fig. 5



h = 18 dm

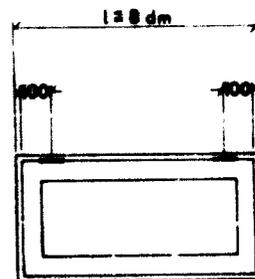


Fig. 6

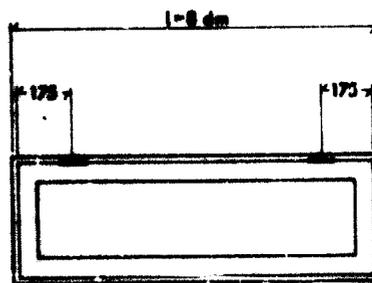
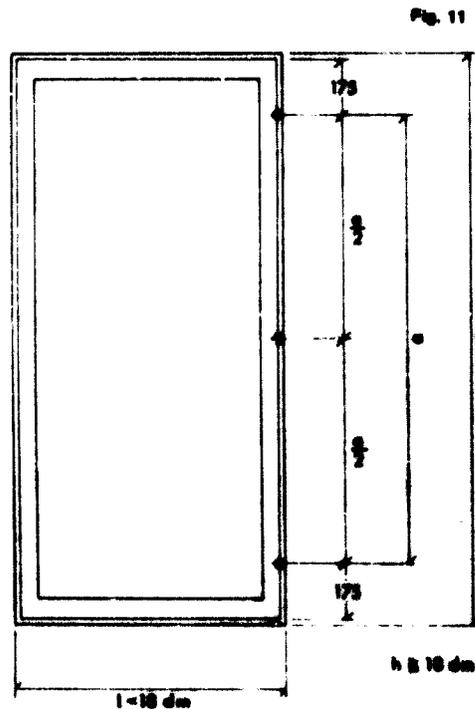
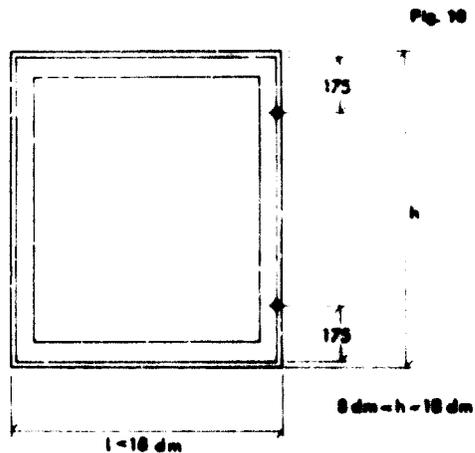
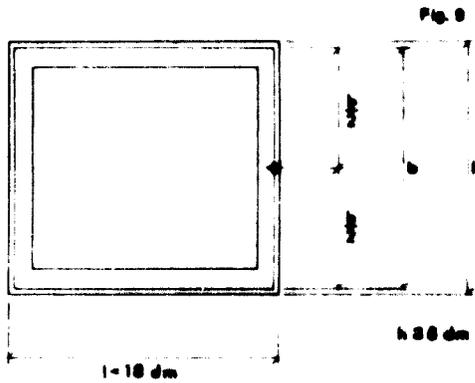


Fig. 7



Fig. 8



2 NÚMERO Y COLOCACION DE LOS CIERRES Y DE LAS FALLEBAS

La colocación del centro del agujero para la manija del cierre se mide a partir de la esquina del bastidor interior, véase la fig. 1.

21 Cierres de ventanas suspendidas de una jamba, fig. 9, 10 y 11.

Si la anchura nominal de una ventana suspendida de una jamba es  $\geq 18 \text{ dm}$ , debe haber un cierre en el centro de sus cabios alto y bajo además de los cierres del larguero.

211 Largueros de encuentro

Los marcos con largueros de encuentro deben llevar fallebas con armellas tanto laterales como de punta.

El número y la colocación de las armellas laterales de la falleba coinciden con el número y colocación de los distintos cierres en ventanas de una altura equivalente. La manija de las fallebas va en el centro del larguero cuando la altura nominal de la ventana es  $\leq 14 \text{ dm}$ , y a 600 mm de la esquina inferior del bastidor cuando la altura nominal es  $> 14 \text{ dm}$ .

212 Tragaluzes móviles acristalados para puertas

Un solo cierre con una manija permanente resulta suficiente para un tragaluz móvil, cuya altura nominal sea  $\leq 8 \text{ dm}$ .

Si su altura nominal es  $> 8 \text{ dm}$ , deben utilizarse fallebas. Las fallebas deben llevar armellas laterales. Respecto del número y la colocación de las armellas y la ubicación de las manijas, véase el punto 211.

22 Cierres de ventanas suspendidas del cable alto,  
fig. 12, 13 y 14.

23 Cierres de ventanas suspendidas del cable bajo

Los cierres de ventanas suspendidas del cable bajo van ajustados a sus cables alto y bajo en los lugares correspondientes a la posición de los cierres de ventanas suspendidas del cable alto.

Fig. 12

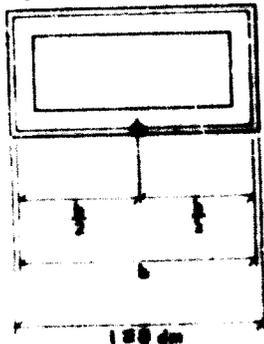


Fig. 13

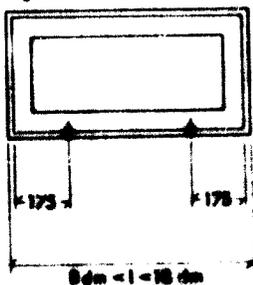
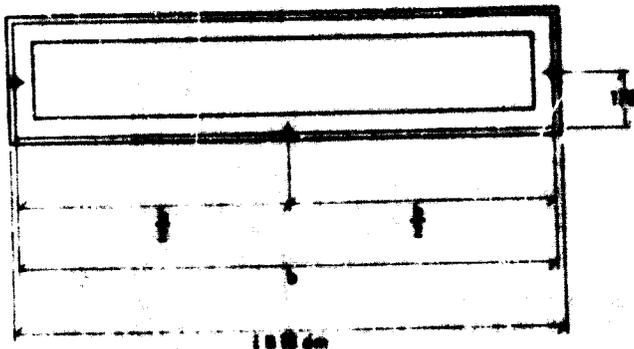
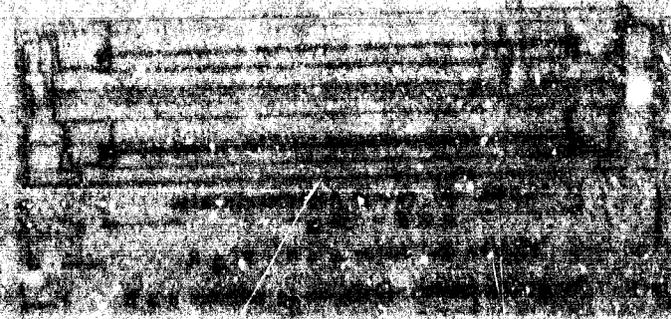


Fig. 14



3 TIPO Y UBICACION DE LOS HERRAJES DE ACOPLAMIENTO

Las ventanas acopladas deben llevar igual número de herrajes de acoplamiento que de cierres, sin bajar, sin embargo, de un número de 2. Los herrajes de acoplamiento se colocan cerca de los cierres. La resistencia del herraje debe permanecer inalterada. Debe dejarse una distancia de 1 cm entre los herrajes acoplados.





VENTANAS DE MADERA, ABERTURA HACIA DENTRO, BASTIDOR DOBLE

SFS/RT 861.42

SFS X(31)  
UDK 69 028 21 074  
Página 1 (A)

Ventanas, denominación

SFS/RT 860.00

Ventanas y puertas exteriores de madera, rebajas

SFS/RT 10.91

Contenido

1. Esta norma SFS/RT incluye ventanas modulares de madera de apertura hacia dentro y con bastidor doble.

2. Esta norma fija las dimensiones exteriores del marco, las dimensiones de los miembros del marco y del bastidor, las holguras, así como las dimensiones estándar, las de los rebajos soportacristales y las de las hojas de vidrio, las bisagras, para ventanas de una sola luz diseñadas de acuerdo con el módulo horizontal de 300 mm.

Notación

Las dimensiones nominales de las ventanas normalizadas se expresan en mm, anchura x altura.

1. Nombre: nombre de la ventana, dimensiones nominales y figura de esta norma.

2. Ventana de una sola luz: SFS/RT 861.42.

Deben mencionarse en el pedido el grado de manufactura y el nivel de calidad, de acuerdo con la norma SFS/RT 10.91.

Base de dimensionamiento

Módulo básico M = 1 dm = 100 mm.

Las dimensiones coordinadoras de las ventanas son dimensiones modulares, es decir, múltiplos enteros del módulo básico. Para el dimensionamiento se da por supuesto que el contenido de humedad de la madera calculado sobre su peso en seco es  $\leq 12\%$ .

Dimensionamiento

El principio para el dimensionamiento aparece ilustrado en la fig. 1.

1. Las dimensiones exteriores de los marcos son inferiores en  $10 \pm 2$  mm a las dimensiones coordinadoras correspondientes de las ventanas. Fig. 1.

2. Las dimensiones de los rebajos soportacristales de ventanas de una sola luz son inferiores en  $156 \pm 1$  mm a las dimensiones coordinadoras correspondientes de las ventanas. Figura 1.

3. Las dimensiones básicas de las hojas de vidrio de ventanas de una sola luz son inferiores en 160 mm a las dimensiones coordinadoras correspondientes de las ventanas.

4. Para las dimensiones de los perfiles consídense las figuras.

5. Las siguientes holguras se dan como válidas para ventanas sin acabar provistas de herrajes.

Holgura	Bastidor exterior	Bastidor interior
en el larguero quicial	2 mm	2 mm
en el larguero batiente	3 ... 4 mm	3 ... 4 mm
en el cabio alto	2,5 ... 3,5 mm	2,5 ... 3,5 mm
en el cabio bajo	3,5 ... 4,5 mm	3 ... 4 mm

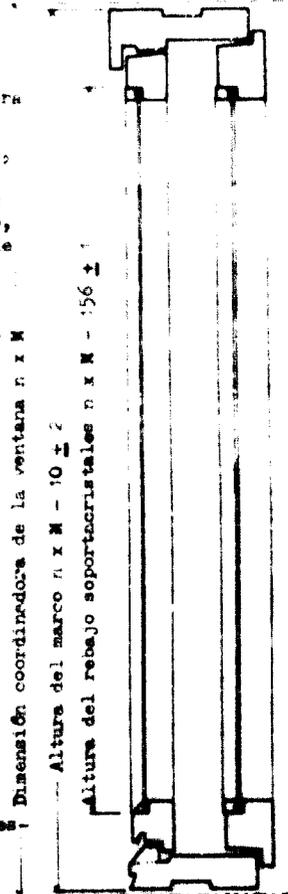
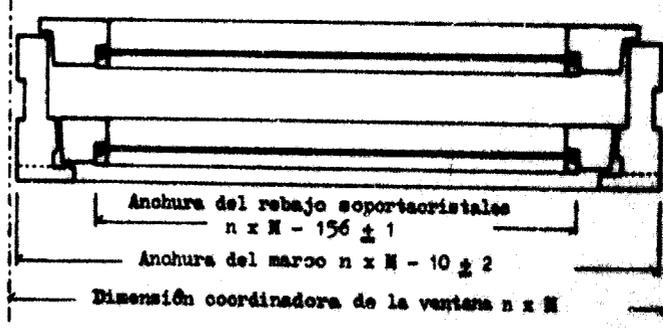


Fig. 1  
M = 100 mm  
n es un número entero  $\geq 3$

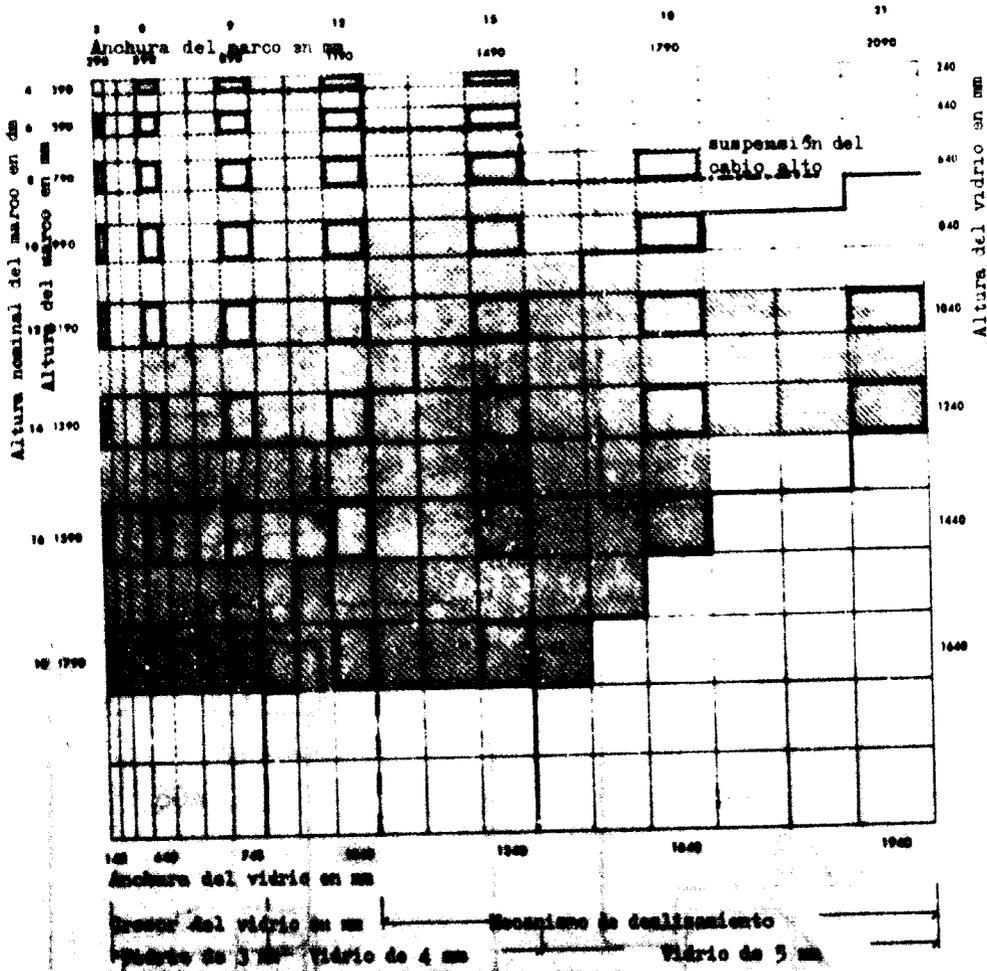


5 Dimensiones normalizadas para ventanas de una sola luz

En el cuadro, la zona sombreada contiene las dimensiones recomendadas para ventanas de una sola luz. Las dimensiones normalizadas, cuya anchura se basa en el módulo M, figuran en el cuadro como recuadros en raya gruesa. Las dimensiones nominales de las ventanas estándar, así como las dimensiones globales básicas aparecen en los lados superior e izquierdo del cuadro. Las dimensiones de las hojas de vidrio correspondientes se indican en los lados inferior y derecho. El grosor del vidrio se indica al

pie del cuadro y sobre el propio cuadro mediante líneas divisorias gruesas. Las variaciones en el sombreado indican el número de bisagras y los tamaños para suspensión del cable alto aparecen en el cuadro por encima de la línea de puntos y rayas. La línea de rayas delimita en el cuadro la zona en el interior de la cual se proveerá a las ventanas suspendidas de una jamba de un mecanismo de deslizamiento.

1:150 Anchura nominal del marco en dm



6 Ventanas combinadas

Pueden utilizarse dimensiones de ventanas de dos a seis lamas combinadas entre sí y ventanas de una sola luz. Estos tipos de ventanas y de puertas vidriadas se combinan entre sí como indica la Fig. 2.

- 2 bisagras
- 3 bisagras
- dimensiones no correspondientes

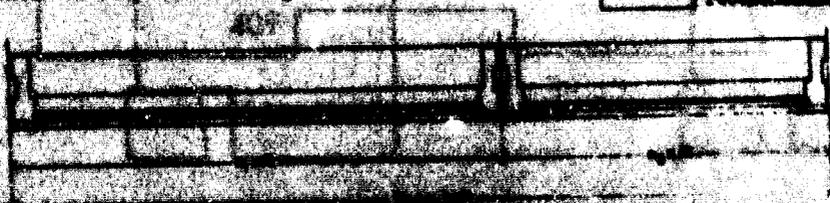
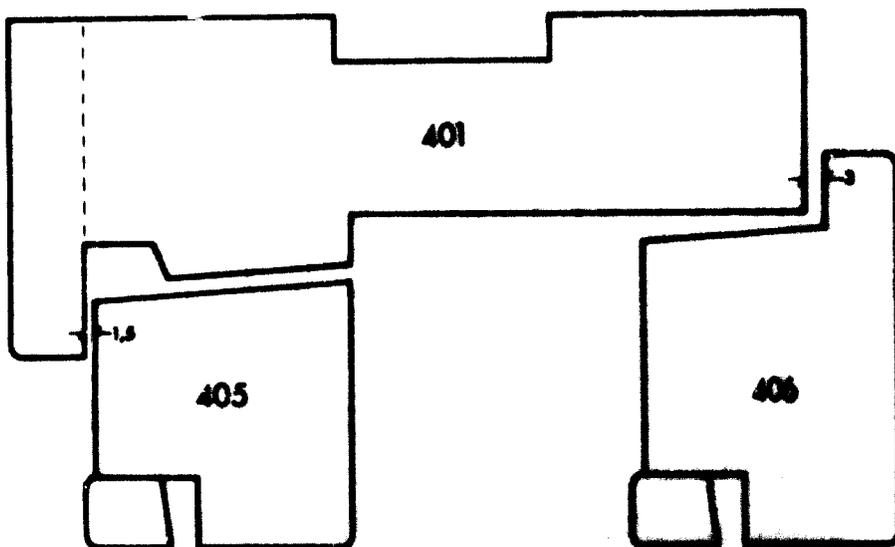
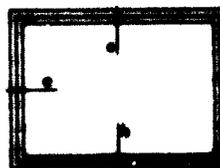
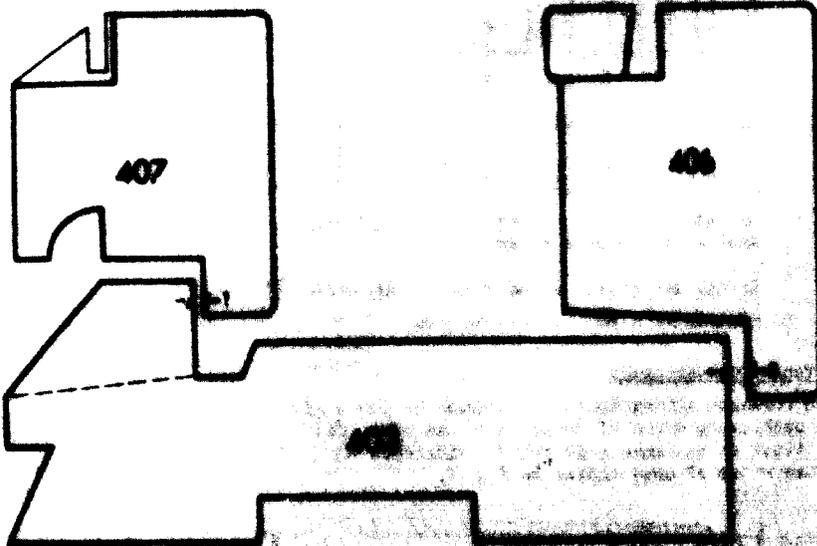


Fig. 2

Ajuste de las piezas del bastidor a las del marco en ventanas de una sola luz

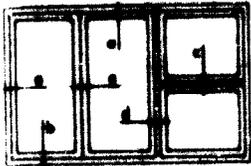


a

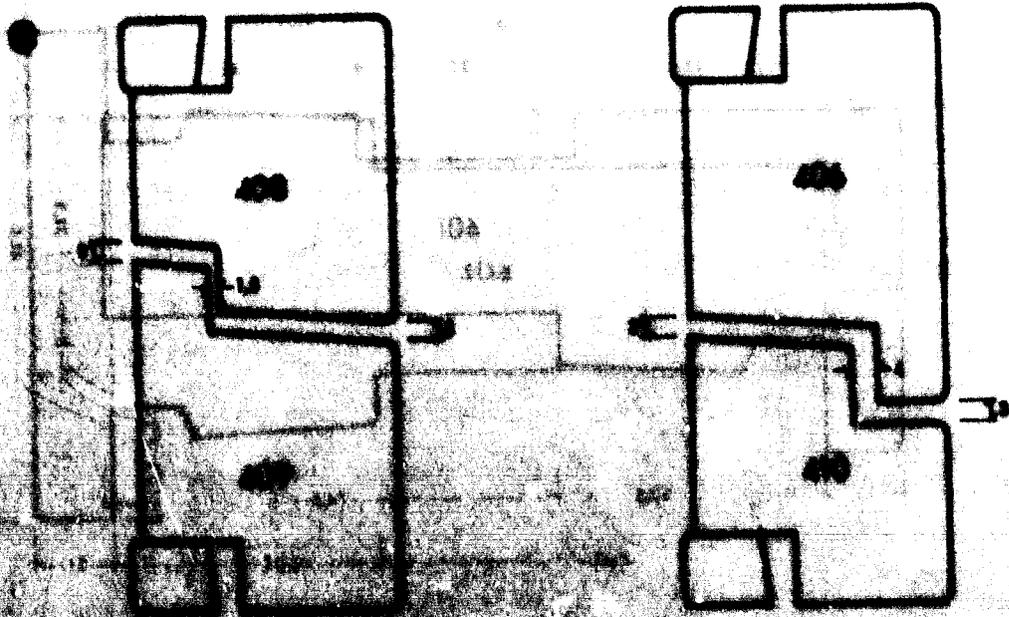
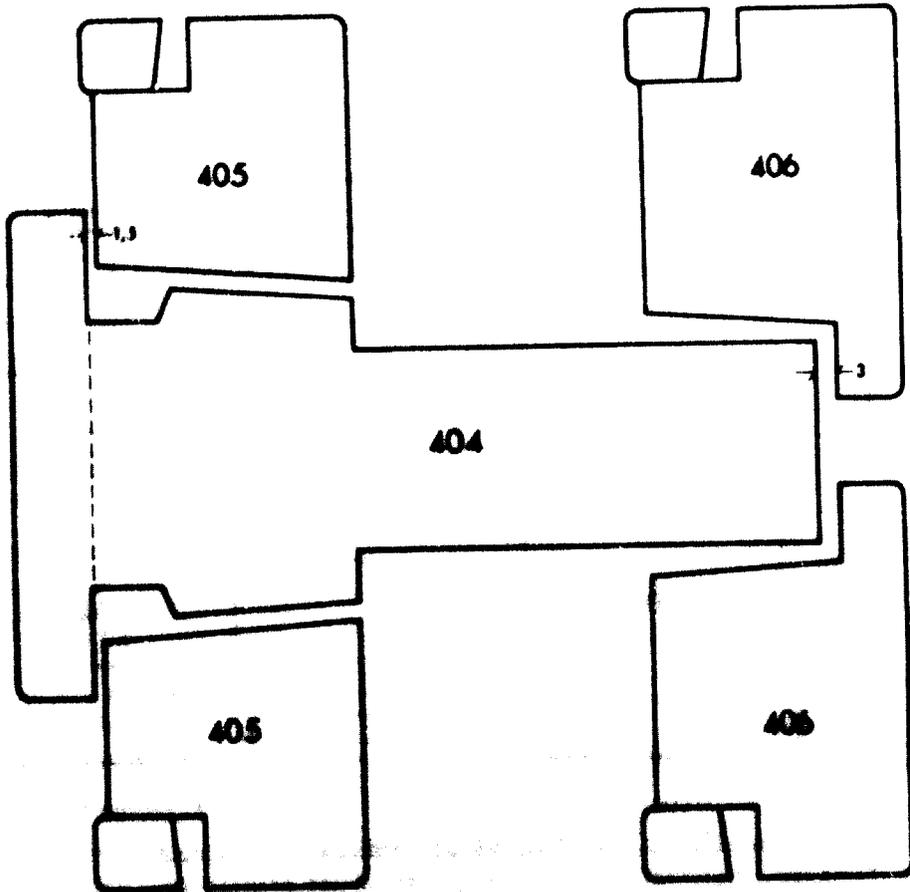


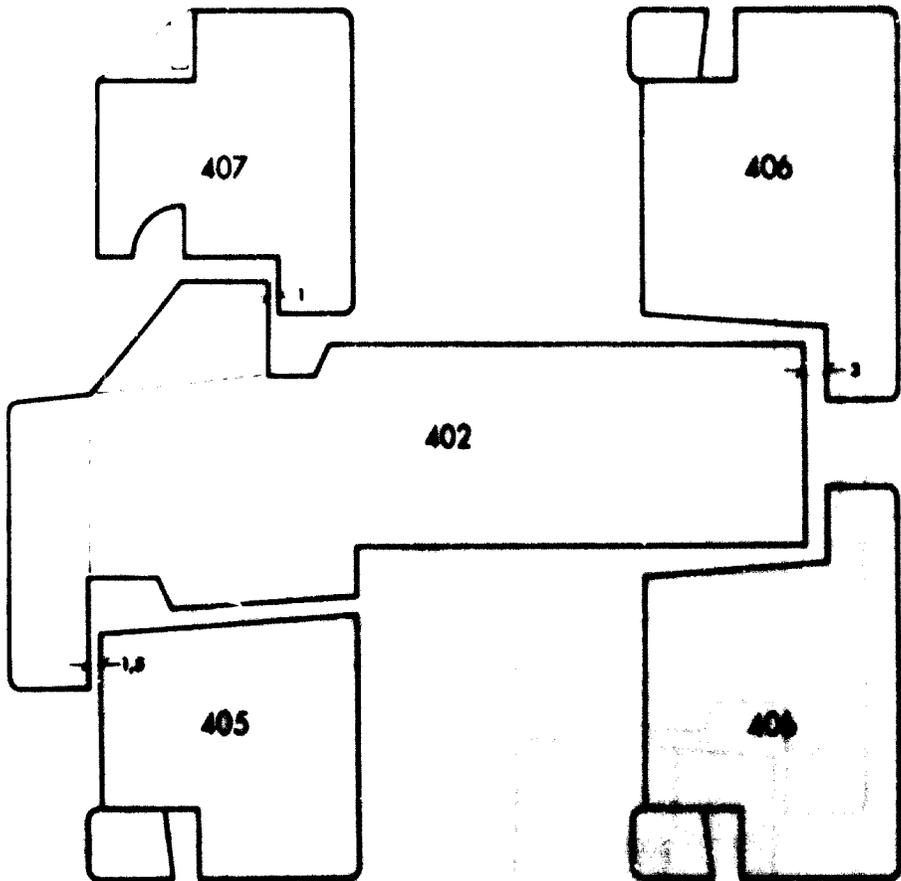
b

Ajuste de los largueros de encuentro y piezas del bastidor a los rails y travesaños

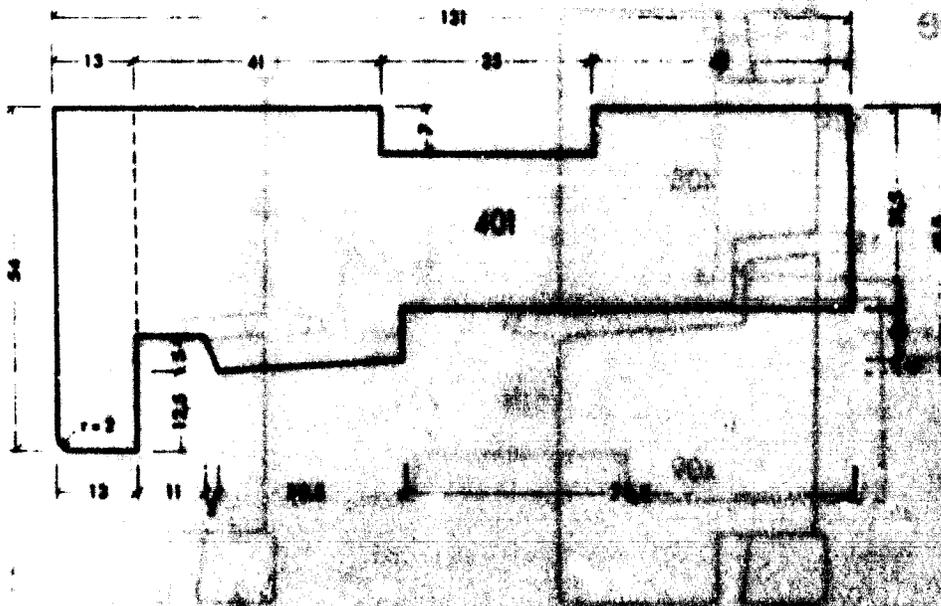


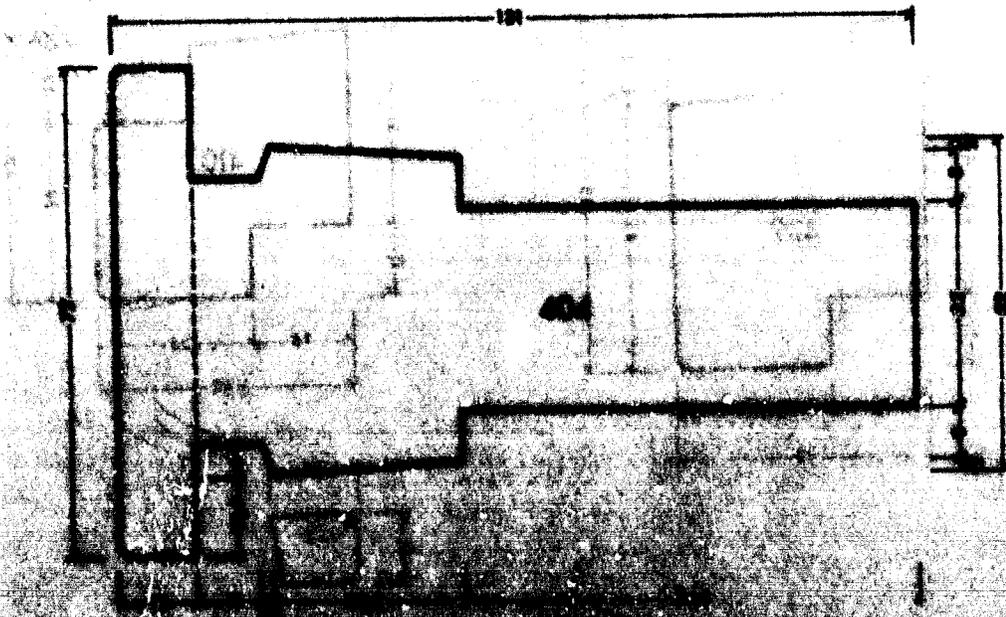
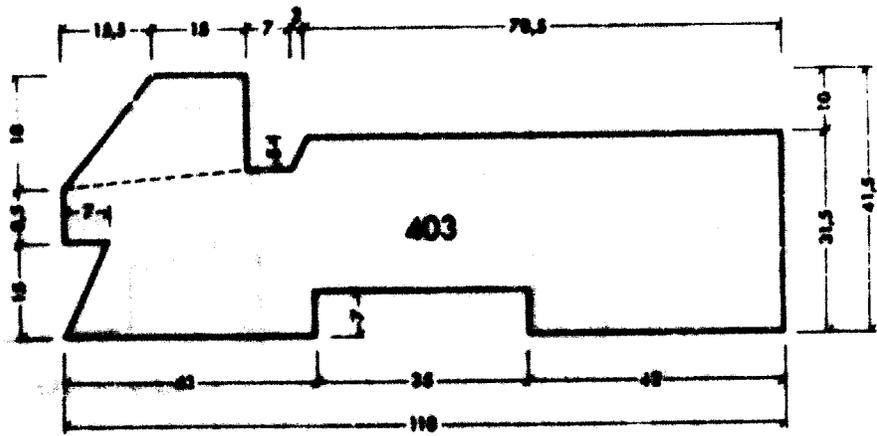
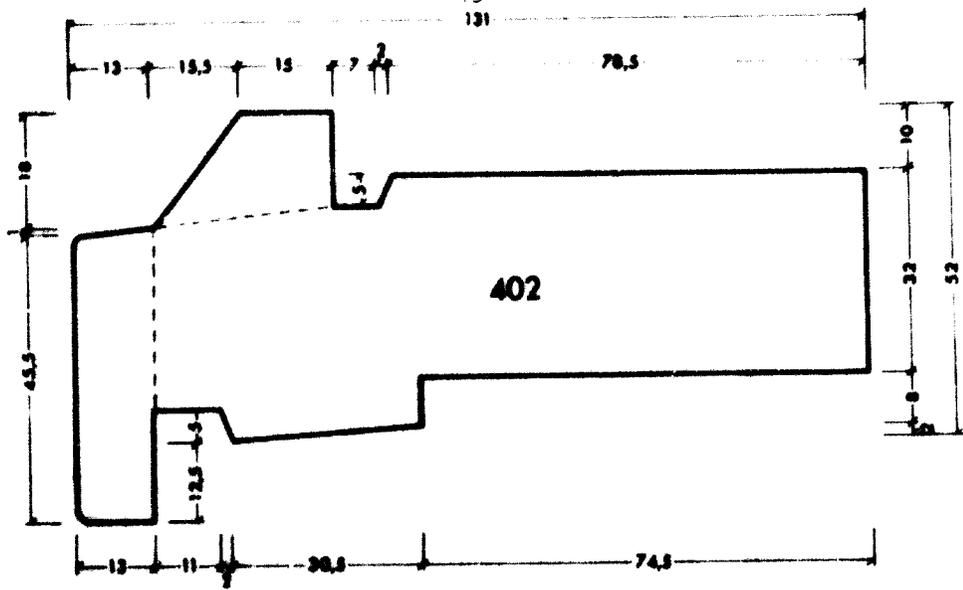
d

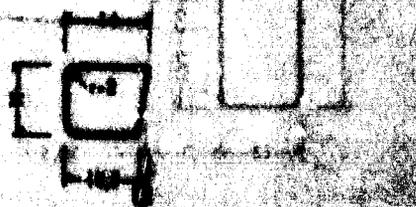
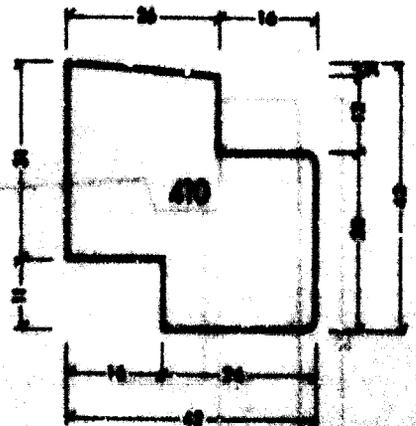
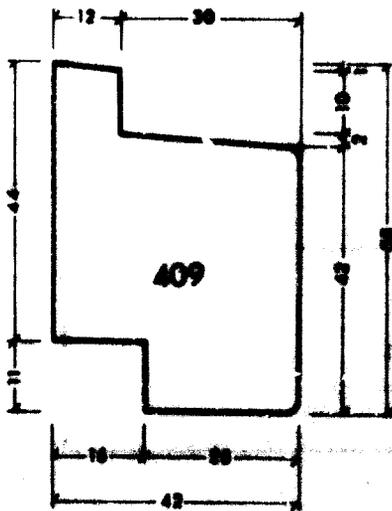
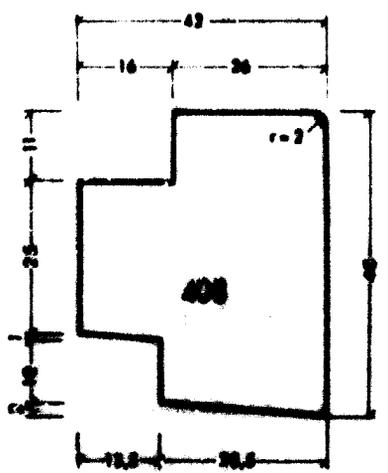
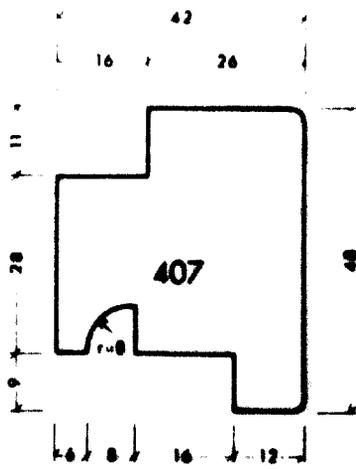
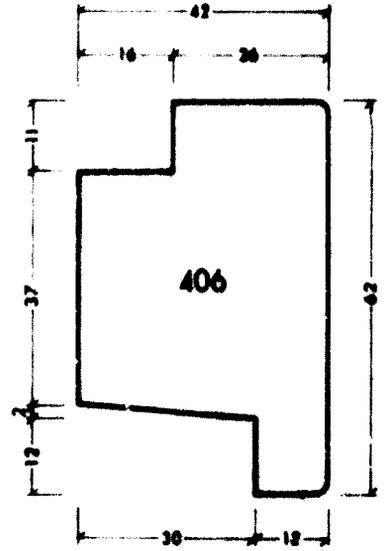
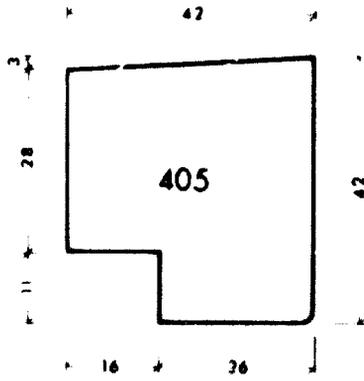




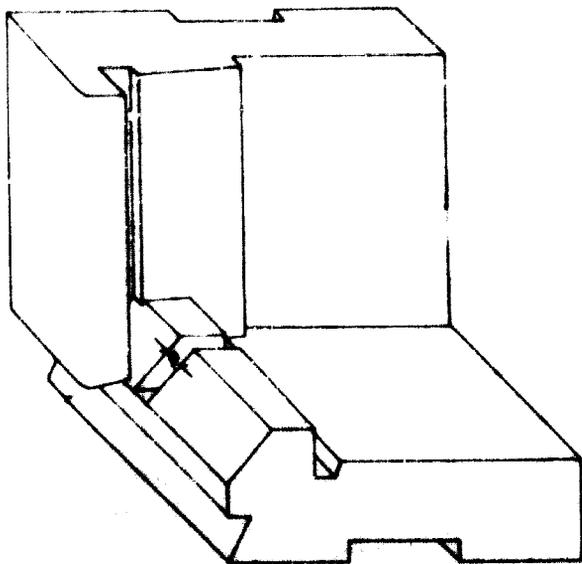
Dimensiones físicas de las piezas del motor y del hardware:  
 Se toleran desviaciones de hasta  $\pm 1$  mm de las siguientes medidas de estas piezas.







Disegno del BACC



[The text in this section is extremely faint and illegible due to heavy noise and low contrast. It appears to be a technical drawing or document with multiple lines of text, possibly including a title block, a list of parts, or descriptive text. The text is mostly obscured by a dark, grainy background.]

VENTANAS, MADERA, ABERTURA HACIA DENTRO, BASTIDORES ACOPLADOS

Ventanas, manufactura SPS/RT 860.00  
Ventanas en el grupo RT 861...  
Ventanas y puertas exteriores de madera, calidad SPS/RT 210.81

Generales

1. Esta hoja RT incluye ventanas modulares de madera de abertura hacia dentro y con bastidores acoplados.

2. Esta norma fija las dimensiones exteriores del marco, las dimensiones de los miembros del marco y del bastidor, y sus holguras, así como las dimensiones estándar, las de los rebajos soportacristales y las de las hojas de vidrio, y las bisagras, para ventanas de una sola luz diseñadas de acuerdo con un módulo horizontal de M.

Notación

Las dimensiones nominales de las ventanas se expresan en dm, anchura x altura.

Notación: nombre de la ventana, dimensiones nominales y número de esta hoja RT.

Ej. ventana de una sola luz 10 x 10 RT 861.46

2. el pedido debe mencionarse el grado de manufactura y el nivel de calidad, de acuerdo con la norma SPS/RT 210.81.

Base de dimensionamiento

Módulo básico M = 1 dm = 100 mm.

Las dimensiones coordinadoras de las ventanas son dimensiones modulares, es decir, múltiplos enteros del módulo básico.

Para el dimensionamiento se da por supuesto que el contenido de humedad de la madera calculado sobre su peso en seco es  $\leq 17\%$ .

Dimensionamiento

El principio para el dimensionamiento aparece ilustrado en la figura 1.

31. Las dimensiones exteriores de los marcos son inferiores en  $10 \pm 2$  mm a las dimensiones coordinadoras correspondientes de las ventanas. Figura 1.

32. Las dimensiones de los rebajos soportacristales de ventanas de una sola luz son horizontalmente  $156 \pm 1$  mm y verticalmente  $166 \pm 1$  mm más pequeñas que las dimensiones coordinadoras correspondientes. Figura 1.

33. Las dimensiones básicas de las hojas de vidrio de ventanas de una sola luz son horizontalmente 160 mm y verticalmente 170 mm más pequeñas que las dimensiones coordinadoras correspondientes de la ventana.

34. Para las dimensiones de los perfiles consúltense las figuras.

35. Las siguientes holguras se dan como válidas para ventanas sin acabar provistas de herrajes.

Holgura	Bastidores interior y exterior
en el larguero quicial	2 mm
en el larguero batiente	3 ... 4 mm
en el cabio alto	2,5 ... 3,5 mm
en el cabio bajo	3 ... 4 mm

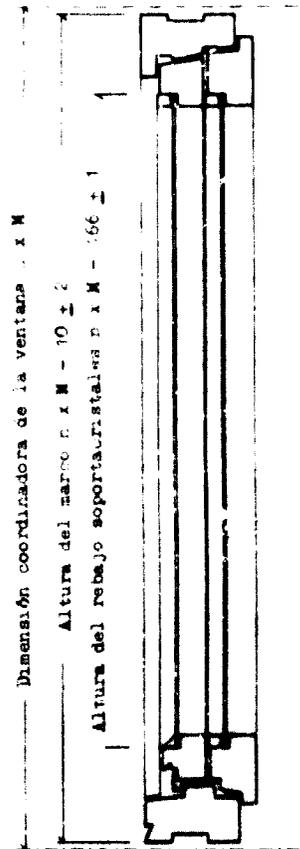
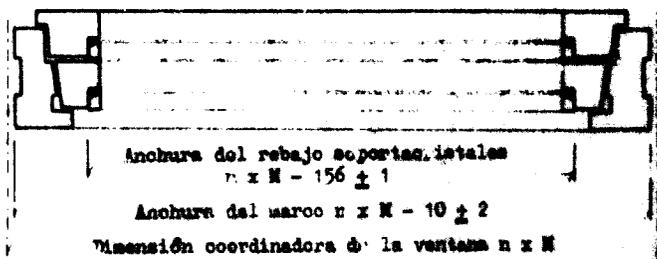


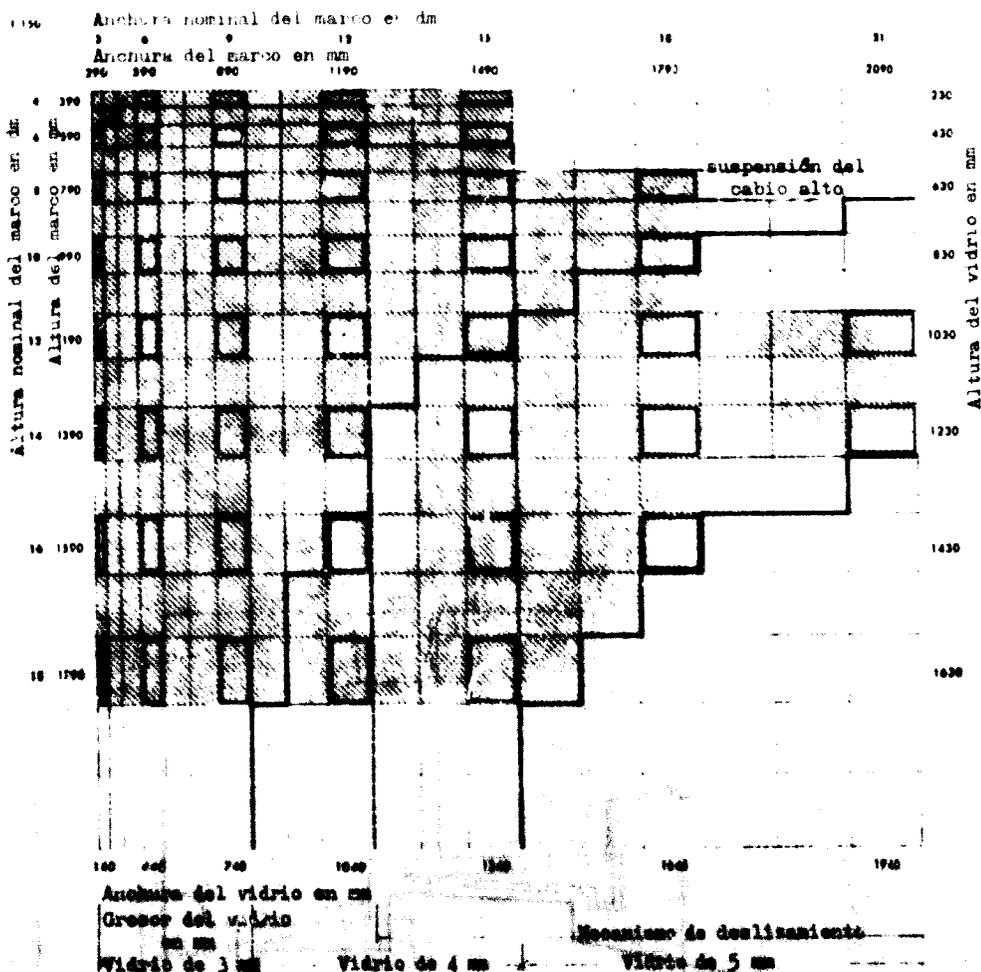
Fig. 1  
M = 100 mm  
n es un número entero  $\geq 3$



**4 Dimensiones normalizadas para ventanas de una sola luz**

En el cuadro, la zona sombreada contiene las dimensiones recomendadas para ventanas de una sola luz. Las dimensiones normalizadas, cuya anchura se basa en el módulo M, figuran en el cuadro como recuadros en raya gruesa. Las dimensiones nominales de las ventanas estándar, así como las dimensiones globales básicas aparecen en los lados superior e izquierdo del cuadro. Las dimensiones de las hojas de vidrio correspondientes se indican en los lados inferior y derecho. El grosor del vidrio se indica al pie del cuadro y sobre el propio cuadro

mediante líneas divisorias gruesas. Las variaciones en el sombreado indican el número de bisagra, y los tamaños para suspensión del cable alto aparecen en el cuadro por encima de la línea de puntos y rayas. La línea de rayas delimita en el cuadro la zona en el interior de la cual se proveerá a las ventanas suspendidas de una jamba de un mecanismo de deslizamiento.



**5 Ventanas combinadas**

Pueden formarse alineaciones de ventanas de dos a seis luces combinando entre sí ventanas de una sola luz. Estos tipos de ventanas y de puertas vidriadas se combinan entre sí como indica la fig. 2.

-  2 bisagras
-  3 bisagras
-  Dimensiones no recomendadas

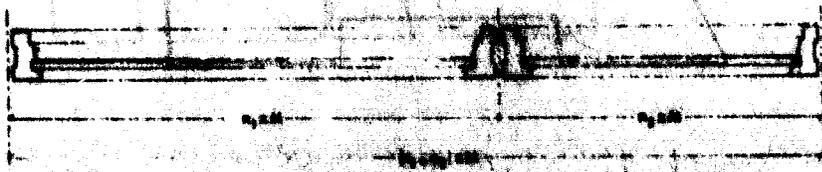
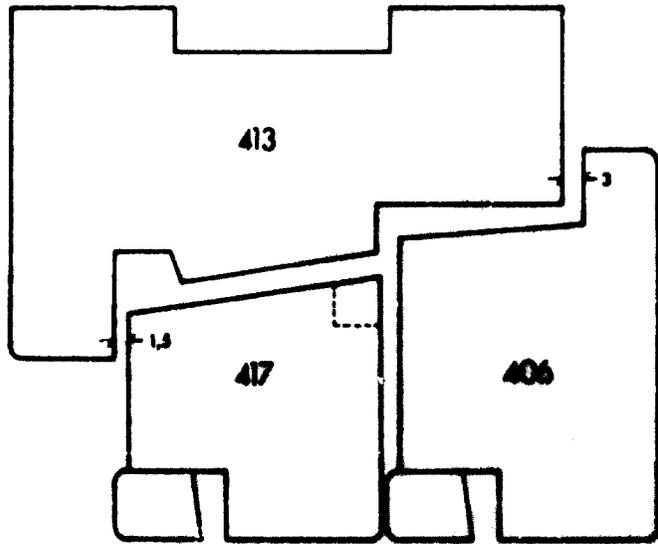
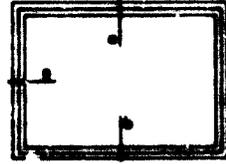
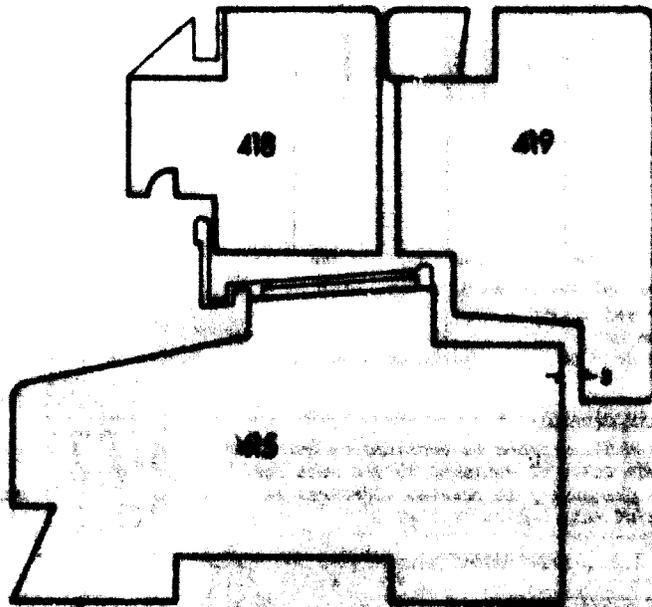


Figura 2  
Combinación de ventanas

Ajuste de las piezas del bastidor a las del marco en ventanas de una sola luz

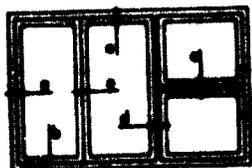


a

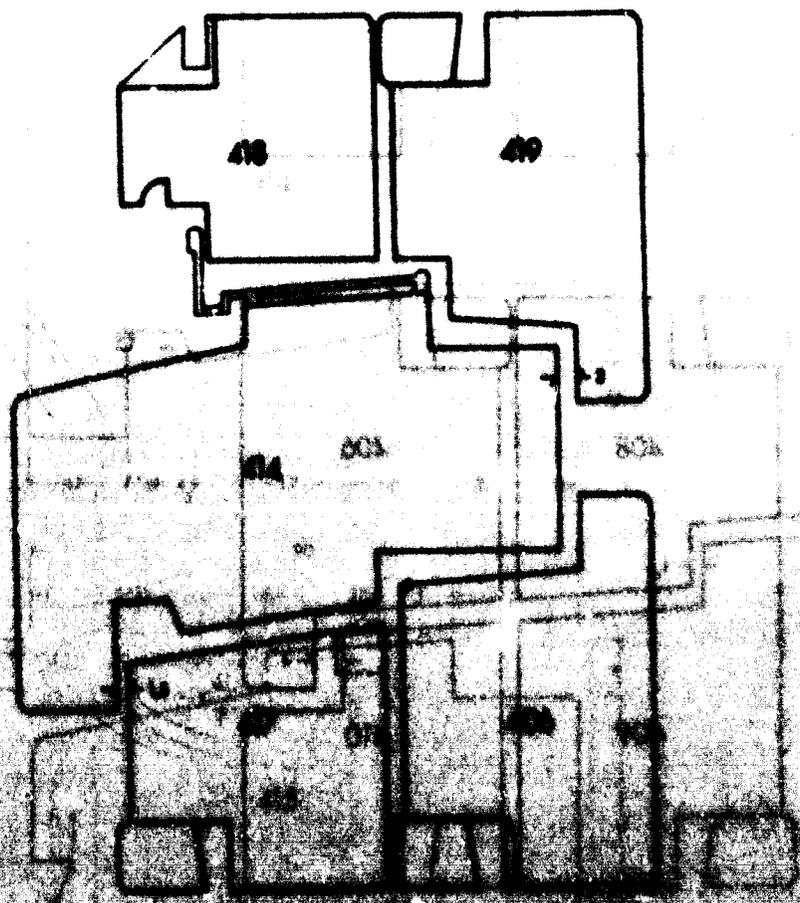


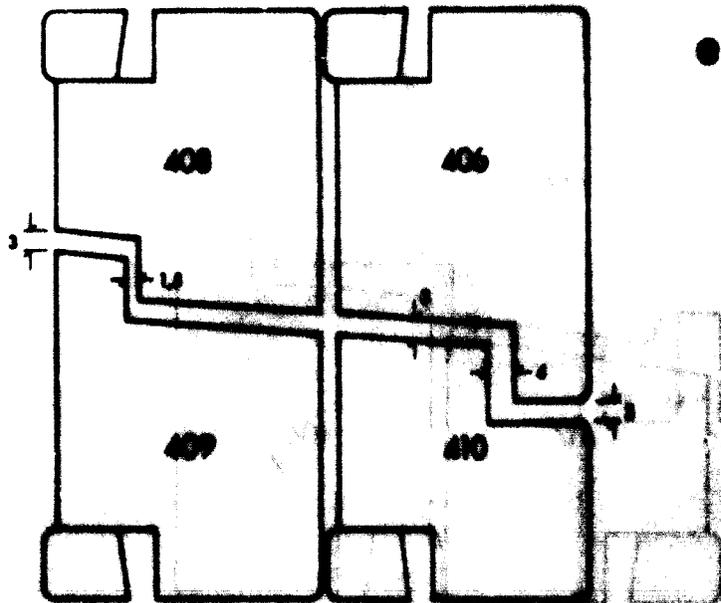
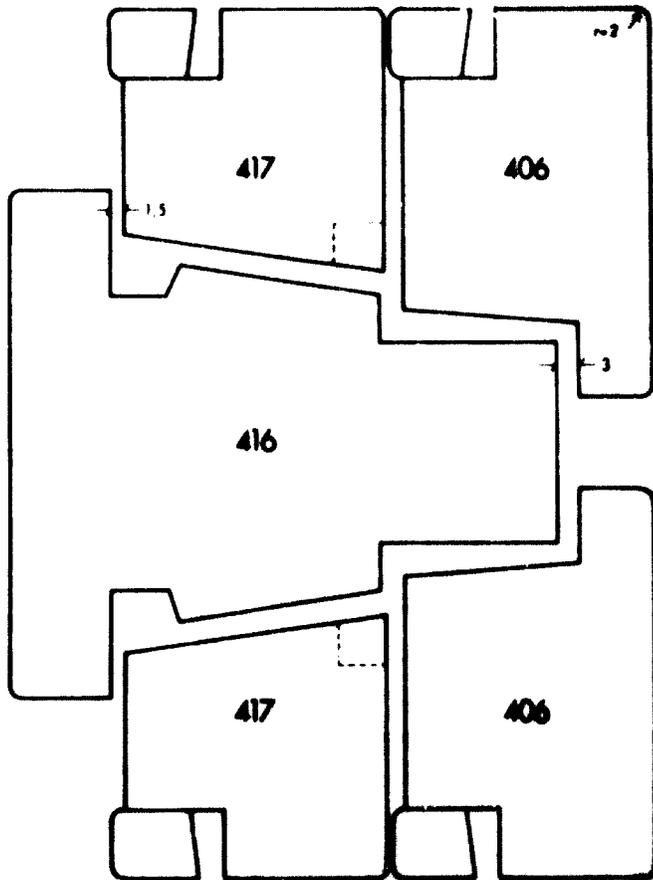
b

Ajuste de los largueros de encuentro y piezas del bastidor a los raíles y travesaños



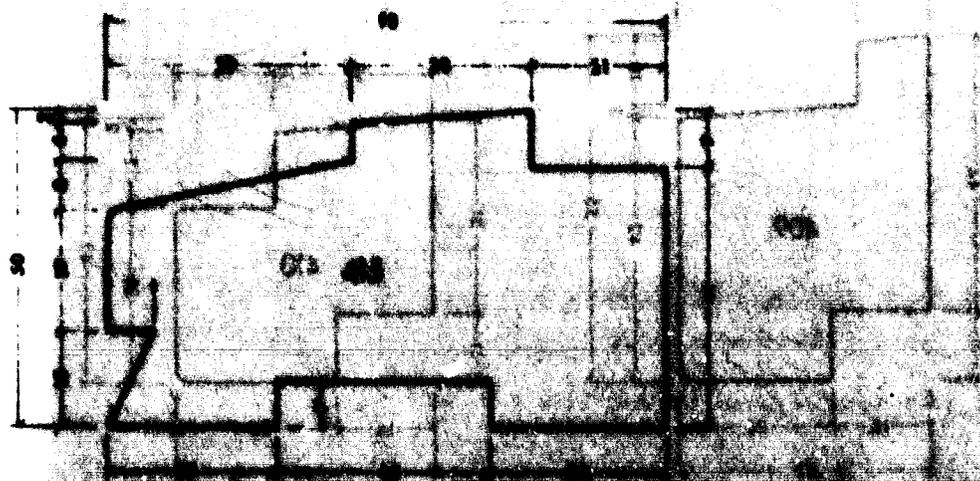
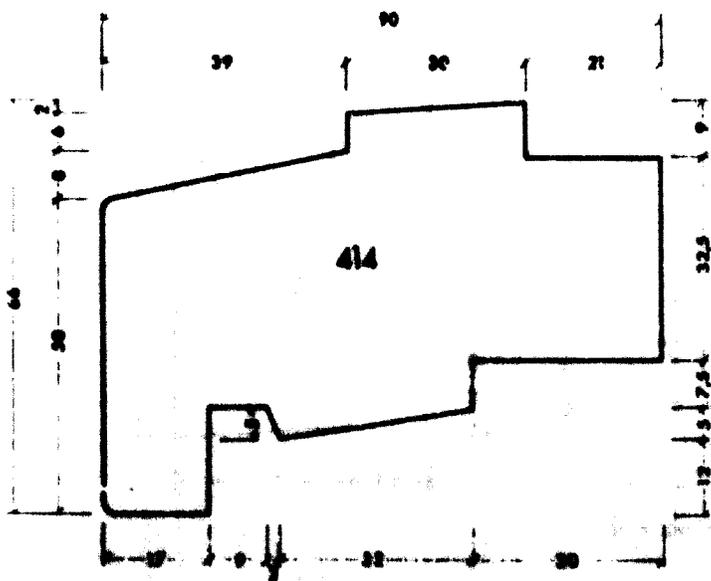
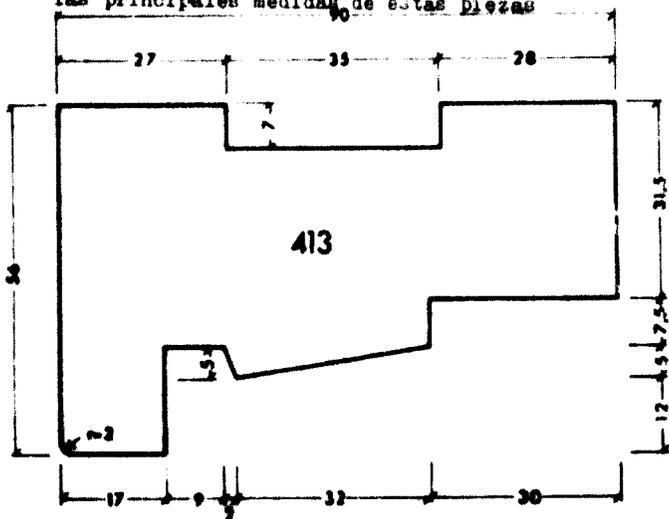
C



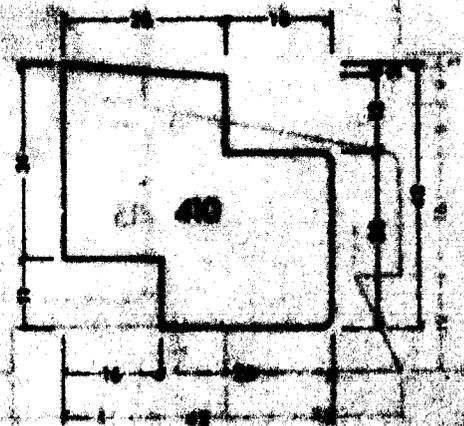
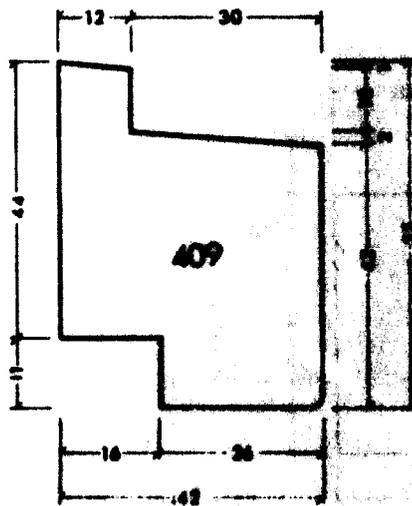
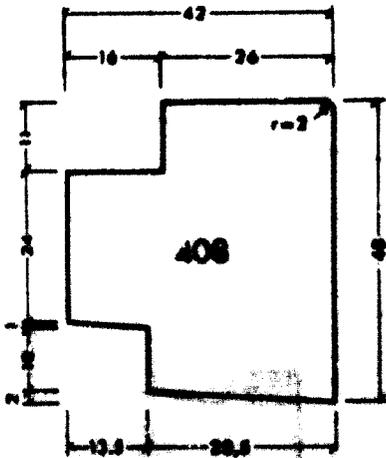
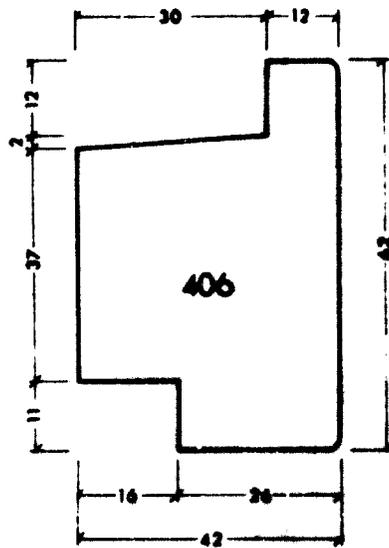
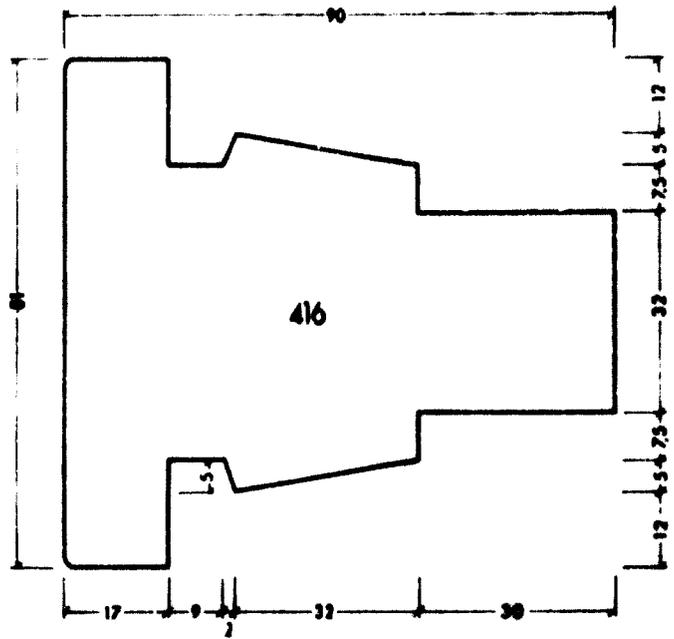


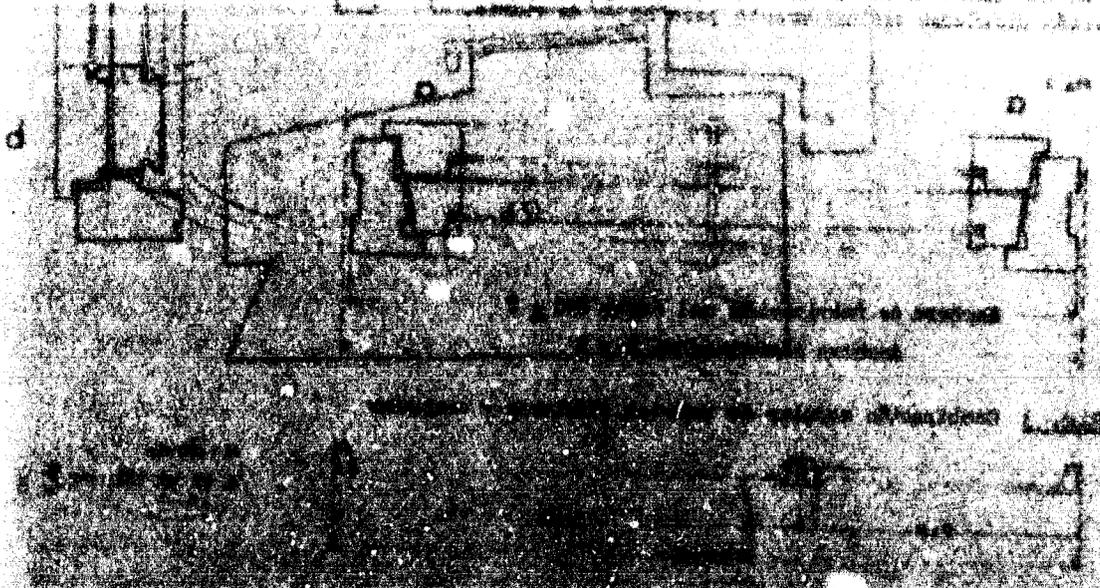
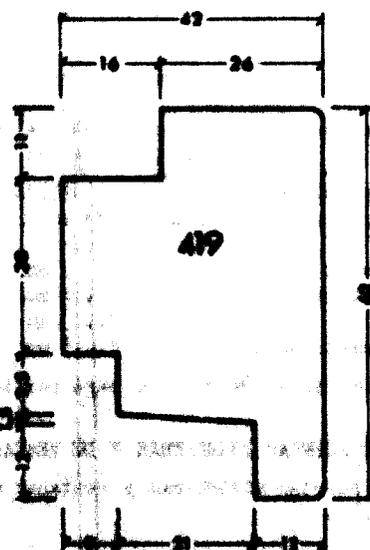
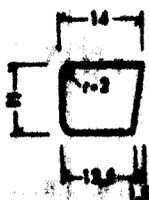
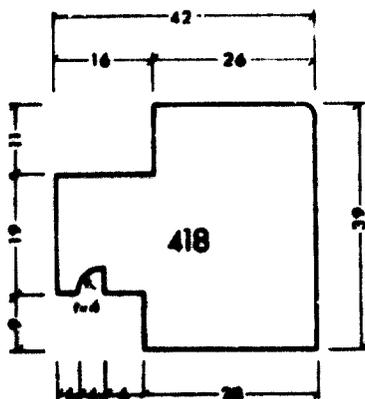
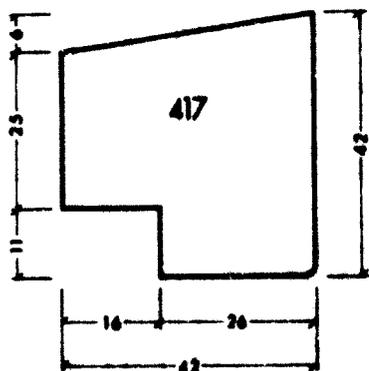
Dimensiones básicas de las piezas del marco y del bastidor

Se toleran desviaciones de hasta  $\pm 1$  mm. en las principales medidas de estas piezas



RT 881 40E





**PUEERTAS VIDRIERAS, MADERA, ABERTURA HACIA DENTRO, BASTIDORES ACOPLADOS**

1968 **RT 862.46E**  
SFB X(31)  
UOK 00 028 23 674  
Página 1 (5)

Puertas vidrieras, nomenclatura

RT 862.00

Puerta vidriera

en el grupo

RT 862...

Ventanas y puertas exteriores de madera, calidad

SFB/RT 862.81

La nomenclatura para esta puerta es

RT 862.46

01 En esta hoja RT se describen puertas vidrieras de madera, con bastidores acoplados, de abertura hacia dentro.

02 En esta hoja RT se figan las dimensiones de fabricación para la madera del marco y las piezas del marco y del bastidor, y las medidas de los bastidores.

**1 DIMENSIONAMIENTO**

Para el dimensionamiento se da por supuesto un contenido de humedad de la madera no superior al 12%, calculado sobre su peso en seco.

03 La dimensión coordinadora para la anchura del marco de las puertas vidrieras es una dimensión modular de  $9 \times N = 900$  mm. La dimensión de fabricación para la anchura del marco es de  $900 - 10 \pm 2$  mm =  $890 \pm 2$  mm. Fig. 2.

04 Una puerta vidriera adyacente a una ventana debe dimensionarse verticalmente de modo que los cabios altos de sus respectivos marcos se encuentren al mismo nivel. Se tolera una desviación de  $\pm 2$  mm en la dimensión vertical de fabricación.

05 Para las dimensiones de los perfiles transversales véanse las figuras.

La desviación normal tolerada en las piezas del marco y del bastidor es de hasta  $\pm 1$  mm respecto de sus dimensiones principales de fabricación.

06 Las siguientes holguras se dan como válidas para puertas montadas provistas de herrajes pero sin acabado de superficie.

Holgura	
en el larguero quicial	2 mm
en el larguero batiente	3...4 mm
en el cabio alto	2...3 mm
en el cabio bajo (bastidor interior)	4...5 mm

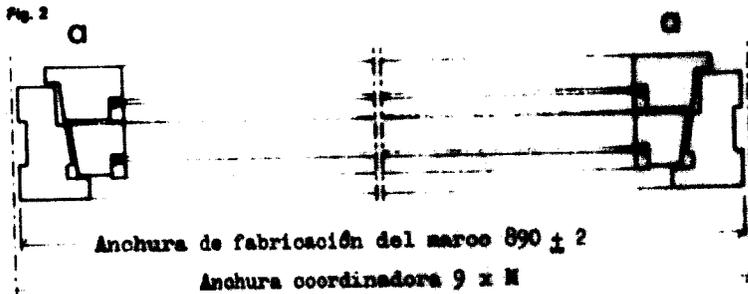
07 El grosor de las hojas de vidrio para puertas vidrieras es de 5 mm como mínimo.

**2 COMBINACION DE PUERTAS VIDRIERAS Y DE VENTANAS**

Estos conjuntos de puertas vidrieras y ventanas se combinan entre sí como indica la fig. 3.

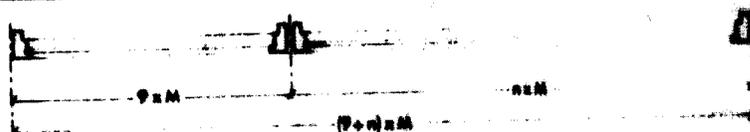
**3 ASPECTO DE LA PUERTA**

Las secciones de las piezas del bastidor que aparecen en esta hoja RT están diseñadas exclusivamente para hojas de vidrio.



Anchura de fabricación del marco  $890 \pm 2$   
Anchura coordinadora  $9 \times N$

**Fig. 3** Combinación modular de puertas vidrieras y ventanas

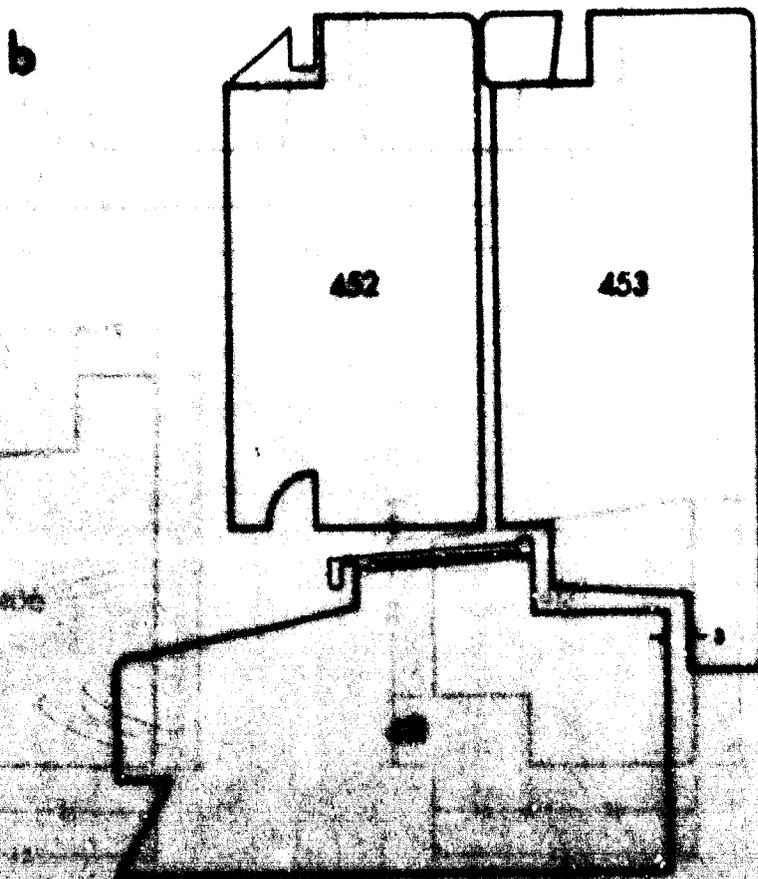
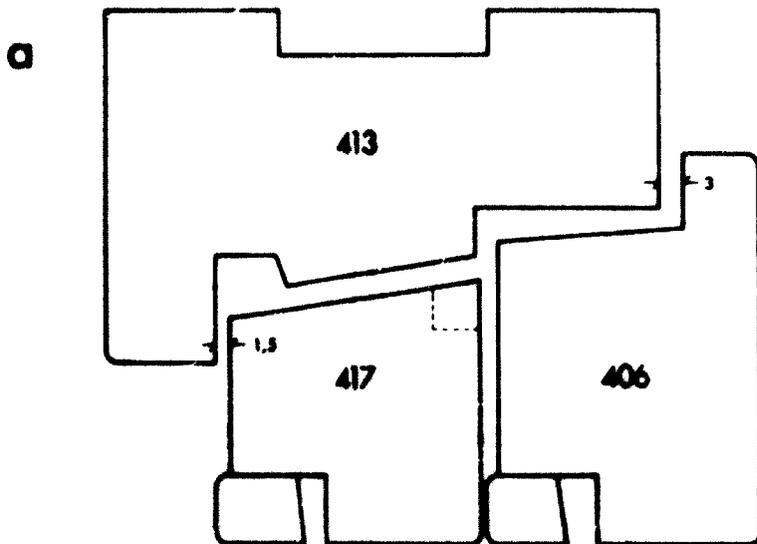


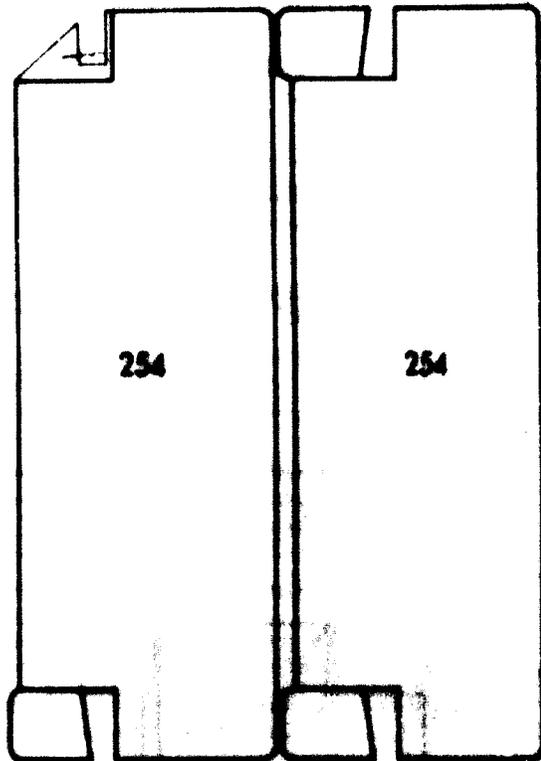
SI - 10200  
2 es un número 2



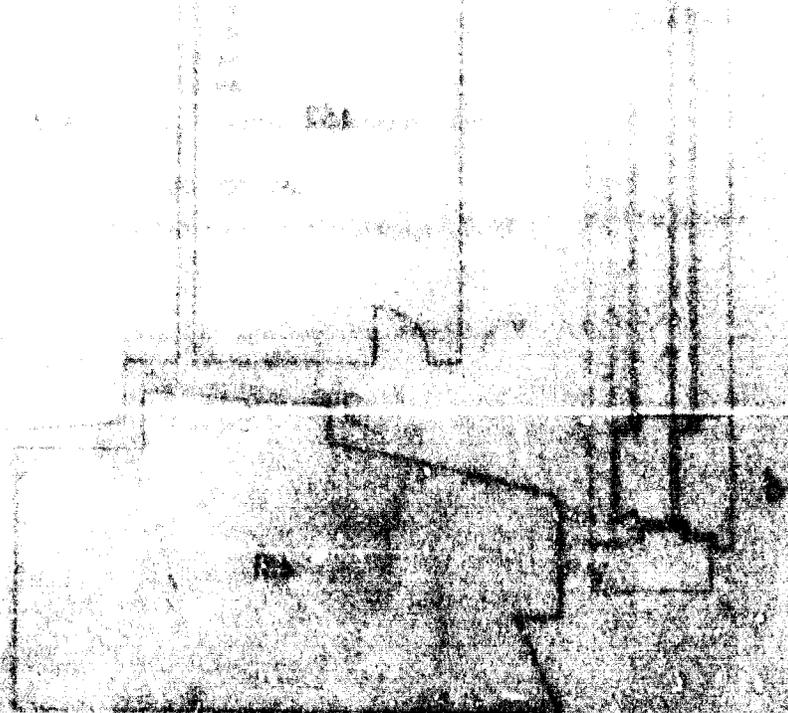
Ajuste de las piezas del marco y del bastidor

El oabio bajo irá provisto de una sección metálica protectora del tipo que aparece en la fig.

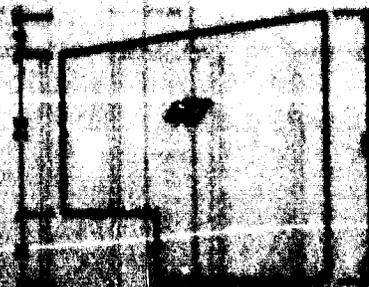
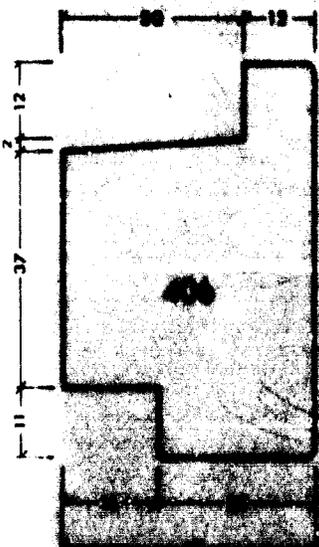
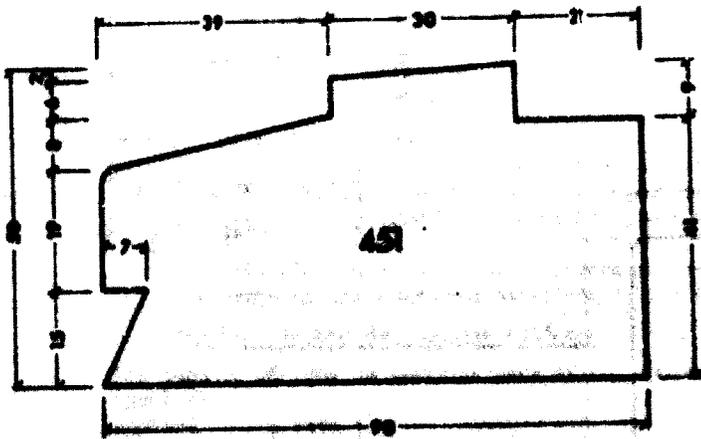
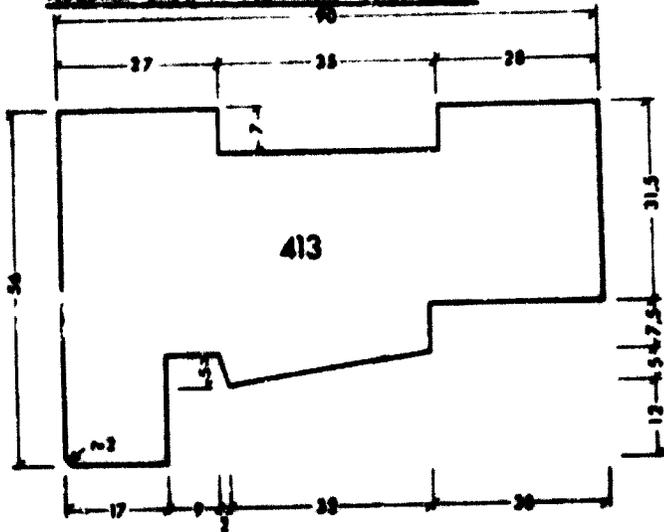


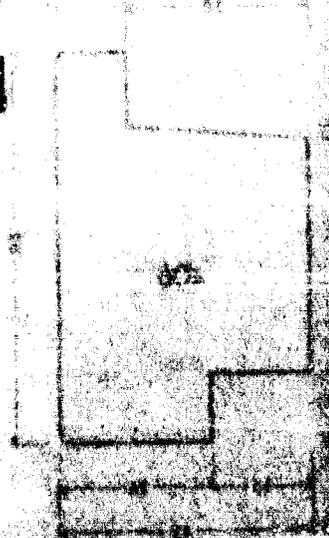
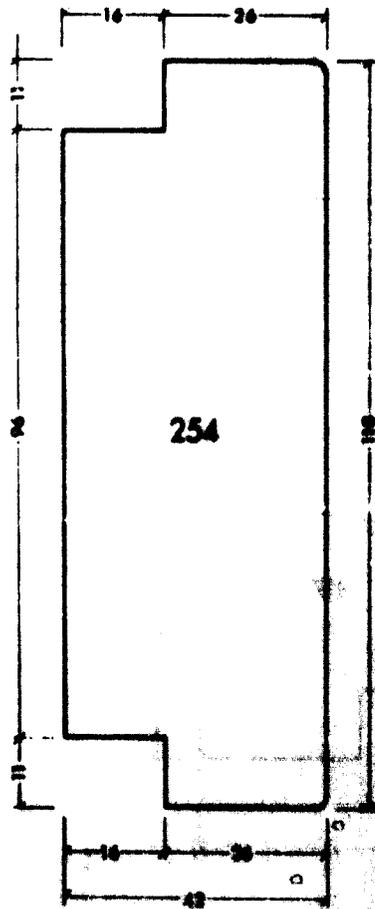
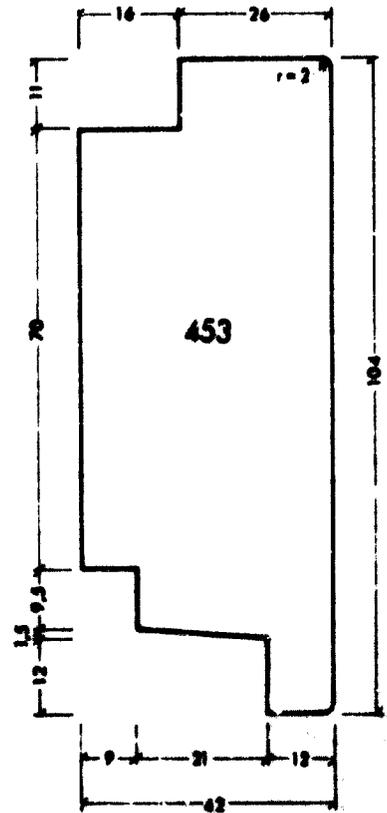
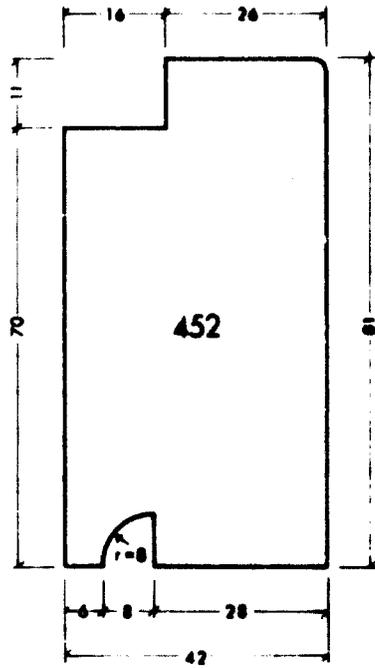


C



Medidas para el cepillado del marco







PUERTAS PARA VIVIENDAS, DIMENSIONES ESTANDAR

SFS 2483

S/B X(32)  
UDK 69.028.1

Página 1 (1)

Coordinación modular para la industria de la construcción	RT 038.960
Coordinación modular, principios de aplicación	RT 038.961
Puertas, nomenclatura	RT 870.00
Puertas en el grupo	RT 87...

1 Contenido

En esta norma se fijan las dimensiones nominales estándar de puertas modulares para viviendas, oficinas, etc.

2 Dimensiones coordinadoras. Notaciones para dimensiones de puertas

Puerta = marco + hoja de puerta.

Las dimensiones coordinadoras de la puerta determinan la unión de la puerta al muro o tabique. Las dimensiones coordinadoras para la altura de la puerta se miden a partir de la superficie acabada del suelo.

Las dimensiones coordinadoras de una puerta modular son dimensiones modulares, es decir, múltiplos enteros del módulo básico. El módulo básico es:  $M = 1 \text{ dm} = 100 \text{ mm}$ .

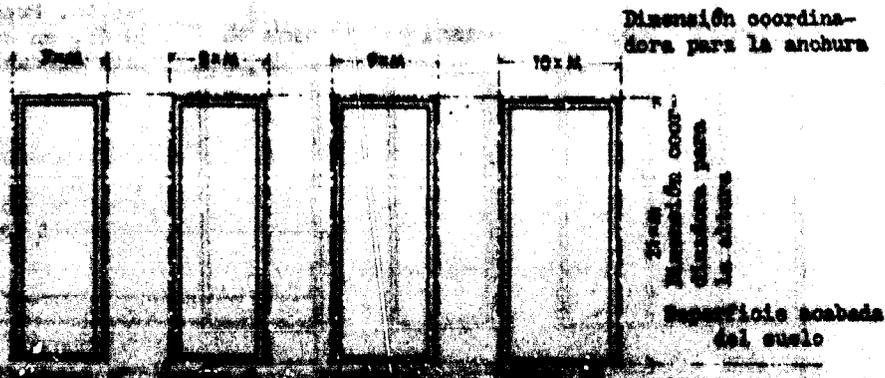
22 Las dimensiones coordinadoras (anchura y, si es preciso, también altura) se utilizan como notaciones dimensionales de las puertas. Como notación para puertas de tamaño estándar para viviendas, oficinas, etc. se utiliza la dimensión coordinadora para su anchura expresada en decímetros, p.ej. (puerta) 9.

Una notación completa contiene generalmente varios componentes que expresan las diversas características de la puerta.

3 Tamaños básicos de puertas estándar

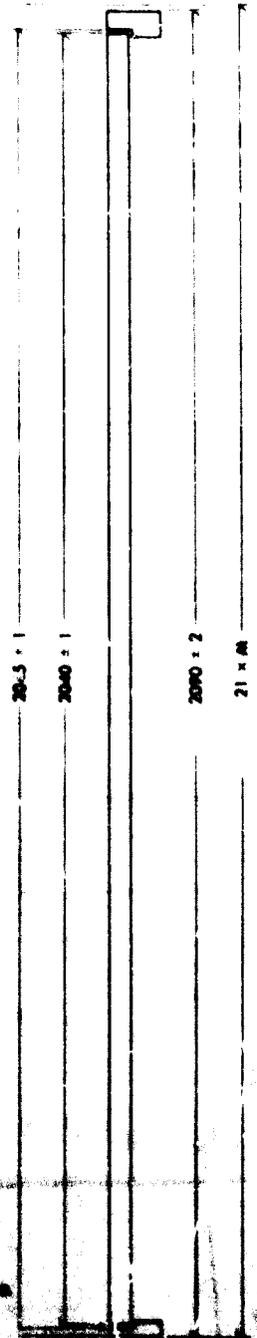
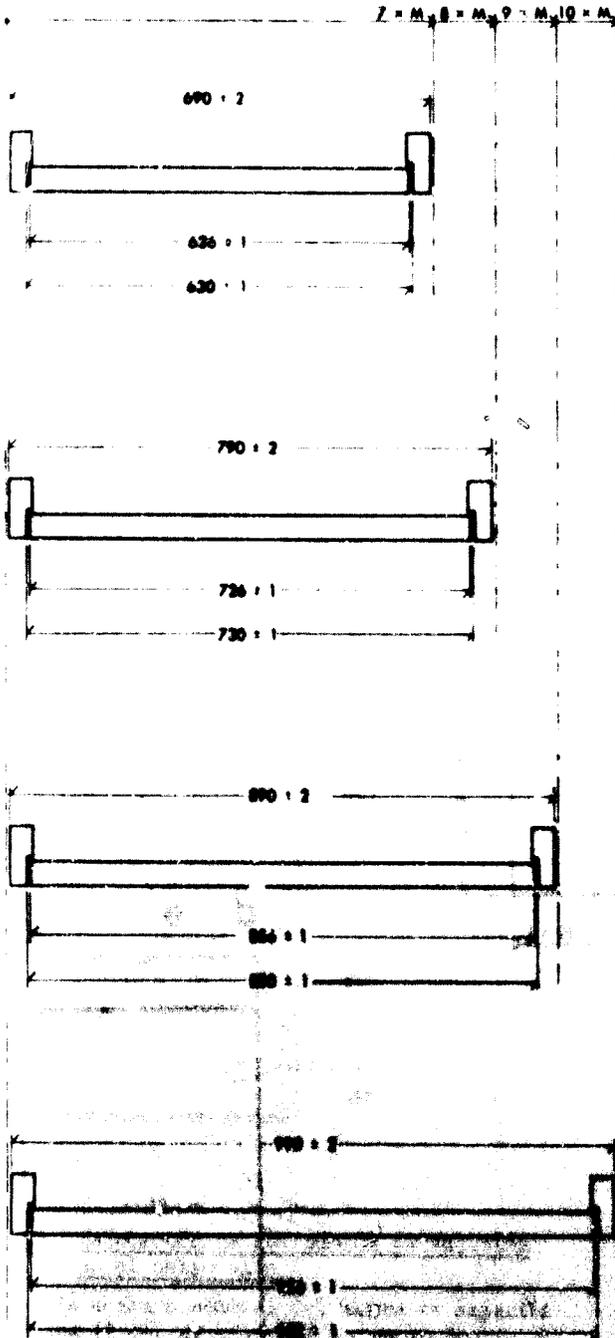
Los tamaños básicos de puertas para viviendas son  $n \times M$ , en los que  $n$  es igual a:

anchura	altura
7	21
8	
9	
10	



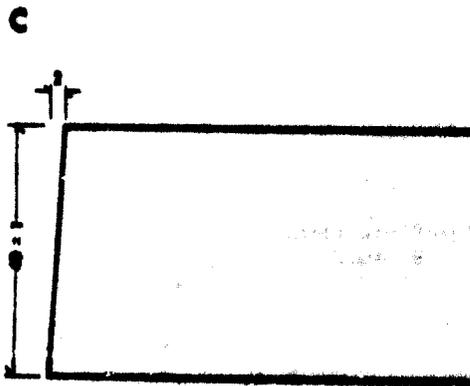
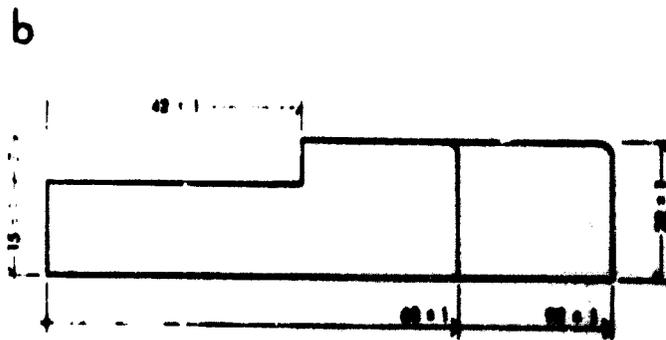
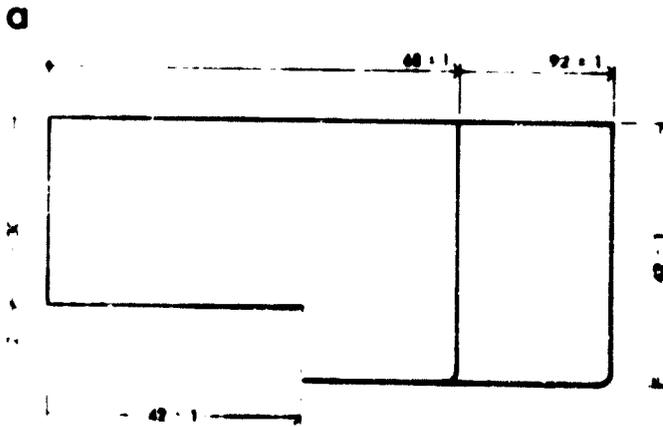
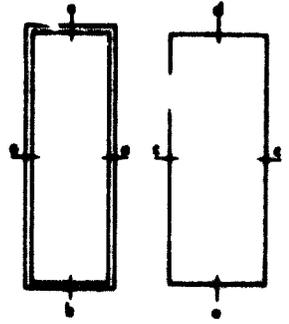


Dimensiones de fabricación para puertas



Superficie acabada  
del 80/85

Dimensiones de las piezas del marco y de los bordes de las hojas de puerta



Puertas para viviendas, dimensiones estándar RT 871.05

0 GENERALES

0\* Esta hoja RT indica el número y la ubicación de los puntos de sujeción de los marcos de puertas y la posición de los herrajes.

1 NUMERO Y UBICACION DE LOS PUNTOS DE SUJECION

11 Ubicación de los puntos de sujeción sobre las jambas, fig. 1.

La ubicación de los puntos de sujeción se mide a partir de la superficie acabada del suelo. Las puertas de dos bisagras deben quedar ancladas por los puntos inferiores y los dos puntos superiores de sujeción; las puertas de tres bisagras, por cada punto de las jambas.

13 Colocación en profundidad de los puntos de sujeción del marco, véase fig. 2, 3 y 4.

Para todos aquellos marcos cuya profundidad es  $\geq 118$  mm, la colocación de los puntos de sujeción va centrada en profundidad respecto del marco.

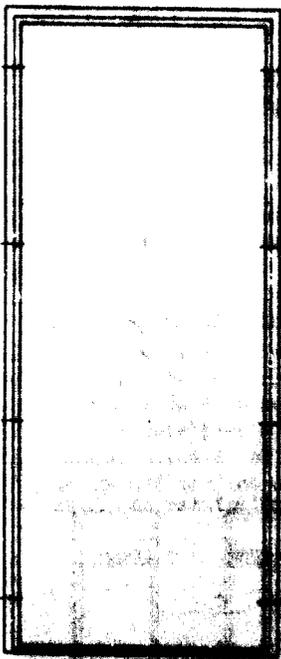


Fig. 1

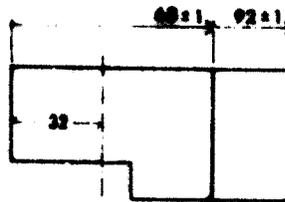


Fig. 2

Marcos de puerta sin rebajar

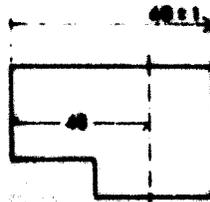


Fig. 3

Marcos de puerta a rebajar



Fig. 4

Marcos de puerta a rebajar

12 Ubicación de los puntos de sujeción en el suelo, fig. 5.

Si la profundidad del marco de puerta es  $\geq 118$  mm, se debe asegurar la sujeción en el centro del ancho del marco.

### NÚMERO Y POSICIÓN DE LOS HERRAJES

El número de bisagras, véase C. 130. 1, véase C. 131. 1.

#### Colocación de las bisagras, véase la figura 1.

##### Colocación de la cerradura

La cerradura debe colocarse de modo que el centro de pivote para la rotación del picaporte esté a 100 mm del extremo inferior de la hoja de la puerta, véase la figura 2.

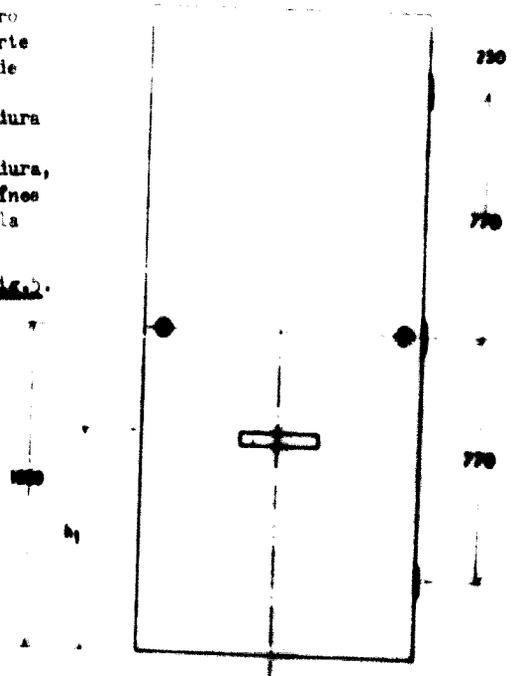
El centro del picaporte y el eje de la cerradura están alineados simétricamente en relación a la línea central horizontal de la caja de la cerradura, puesto que se abre la cerradura de modo que esta línea central está a 100 mm del extremo inferior de la hoja de puerta.

#### Colocación del buzón de correspondencia, fig. 3.

##### Colocación del timbre

El timbre debe colocarse en posición simétrica a la cerradura.

430 mm  $\leq$  h<sub>1</sub>  $\leq$  600 mm



puertas, nomenclatura	RT 870.00
puertas para viviendas, dimensiones estándar	RT 871.05
puertas en el grupo	RT 87...
puertas y puertas exteriores de madera, calidad	RT 210.81
puertas lisas de madera, calidad	RT 210.82

**CONTENIDO**

En esta hoja RT se describen puertas de madera estándar para viviendas, oficinas, etc. con hojas a puerta a rebajo.

Se fijan las dimensiones exteriores del marco, dimensiones de las piezas del marco, las dimensiones de las hojas de puerta y las holguras.

**NOTACION**

Notación para puertas

Nombre de la puerta, tamaño de la puerta (véase RT 871.05), profundidad del marco (en mm).

Indicación en su caso de que no se precisa umbral, número de esta hoja RT.

- ej. Puerta lisa 9/92 RT 871.22
  - Puerta de cuarterones 8/92 sin umbral RT 871.22
- Deben mencionarse en el pedido la calidad deseada, de conformidad con la norma RT 210.81 o RT 210.82, y el grado de manufactura.

Notación para marcos y hojas de puertas cuando se especifica RT 871.22

Notación para el marco: marco, tamaño de la puerta, profundidad del marco, indicación en su caso de que no se precisa umbral, número de esta hoja RT.

- ej. Marco 9/92 sin umbral RT 871.22
  - Marco 7/68 RT 871.22
- Deben mencionarse en el pedido la calidad deseada, de conformidad con las normas RT 210.81 o RT 210.82, y el grado de manufactura.

Notación para la hoja de la puerta: hoja de puerta, tamaño de puerta, número de esta hoja RT.

- ej. Hoja lisa de puerta 9/RT 871.22
  - Hoja para puerta de cuarterones 8/RT 871.22
- Deben mencionarse en el pedido la calidad deseada, de conformidad con las normas RT 210.81 o RT 210.82 y el grado de manufactura.

**3 DIMENSIONAMIENTO**

Para las dimensiones coordinadoras de puertas, véase RT 871.05.

31 Las dimensiones de fabricación de los marcos de puerta son inferiores en  $10 \pm 2$  mm a las dimensiones coordinadoras correspondientes.

32 Para las dimensiones de las piezas del marco, véanse las figuras.

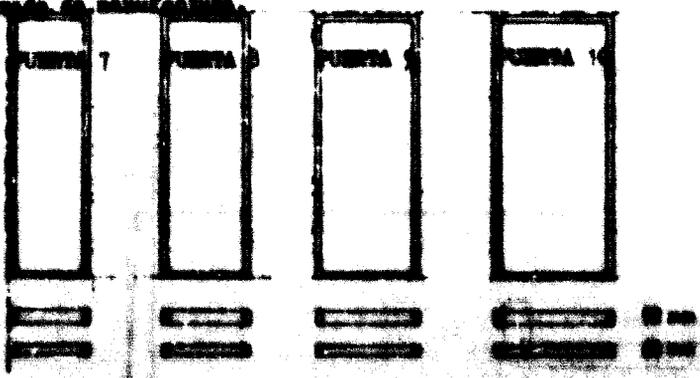
33 Para las dimensiones de fabricación de las hojas de puerta, véanse las figuras.

34 Las siguientes holguras de puerta se dan como válidas para puertas montadas provistas de herrajes pero sin el acabado de superficie.  
Holgura en los largueros, por un total de 2...6 mm  
en el dintel 1...3 mm  
en el umbral 2...4 mm

35 Para el dimensionamiento se da por supuesto que el contenido de humedad de la madera calculado sobre su peso en seco es  $\leq 10\%$  en el caso de las puertas lisas y  $\leq 12\%$  en el de las puertas de cuarterones.

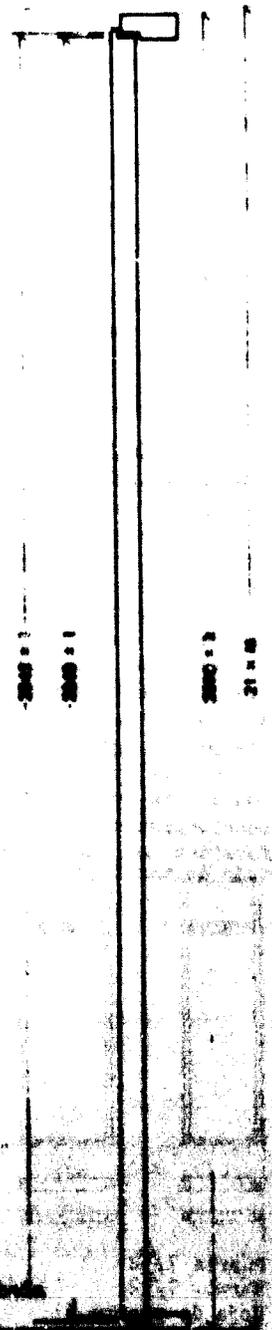
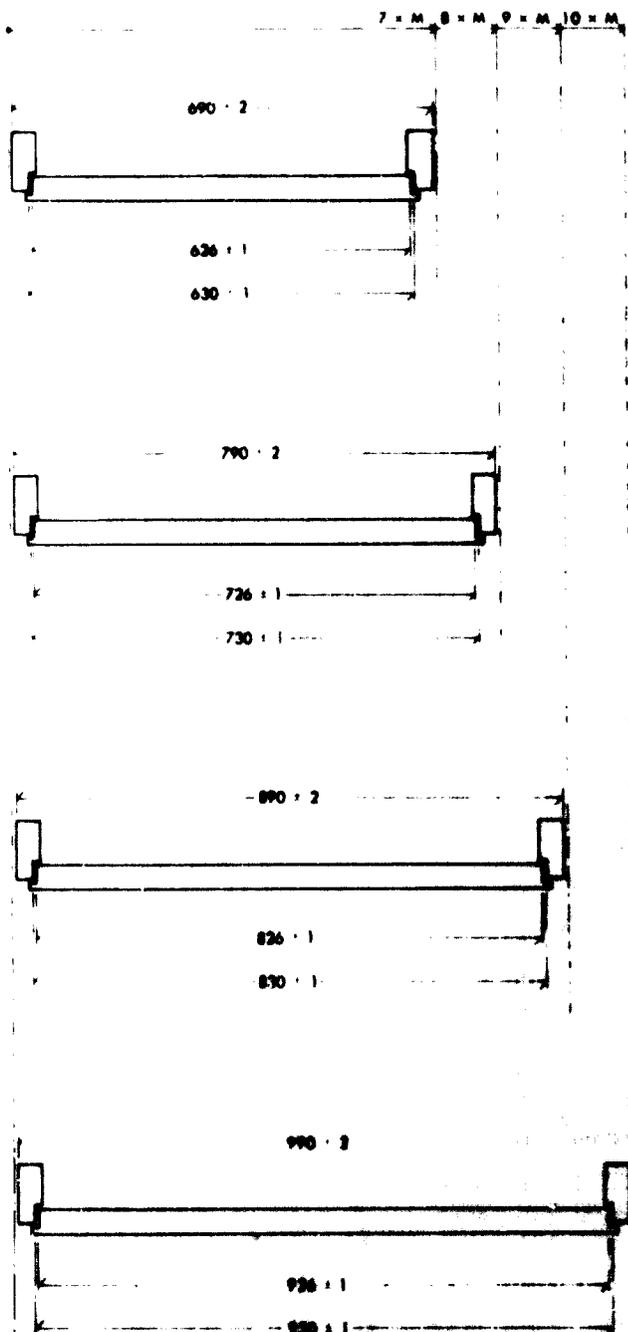
**4 UMBRAL**

En las puertas estándar, el umbral va suelto. Puede que incluso se prescinda de él, en cuyo caso debe mencionarse esta circunstancia en el pedido.



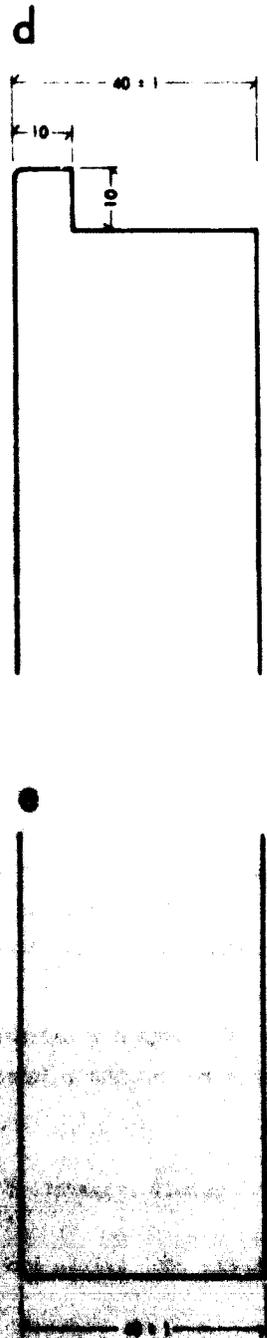
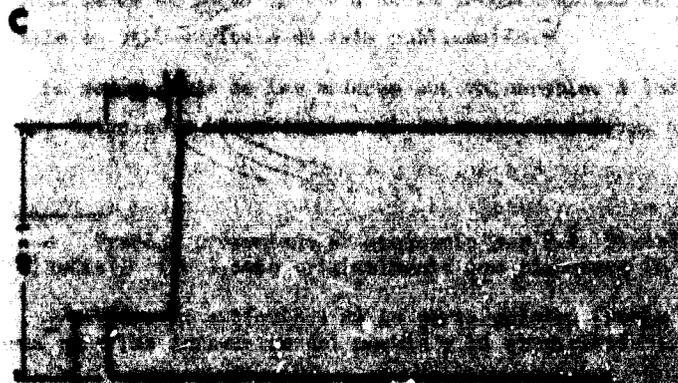
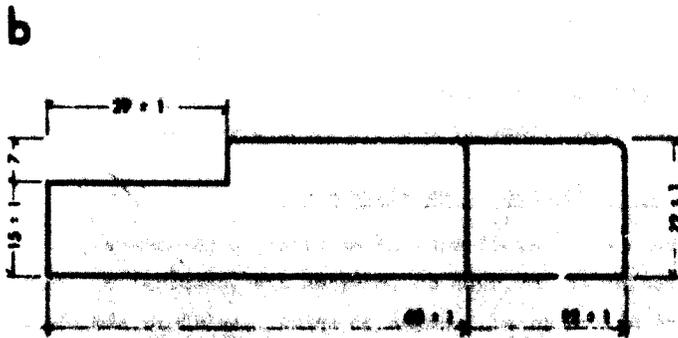
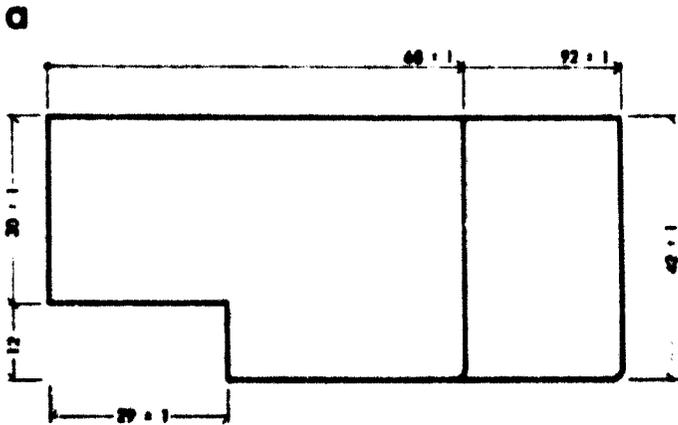
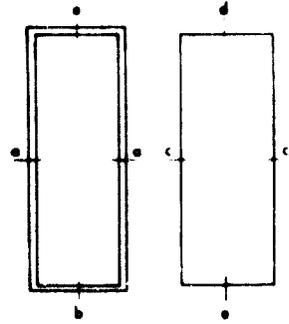
Handwritten notes and signatures at the bottom left of the page.

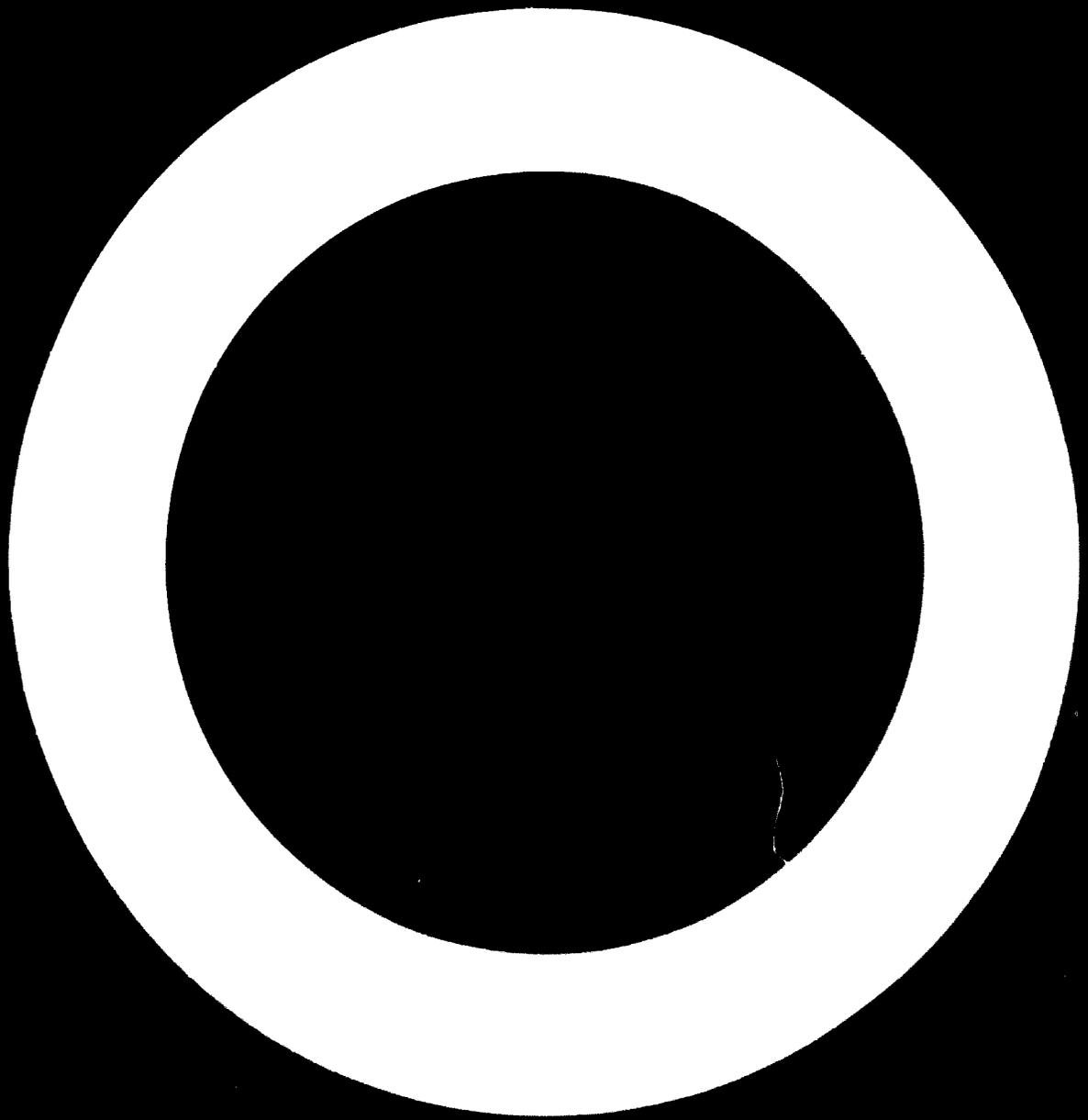
Dimensiones de fabricación para puertas



Superficie acabada  
del metal

Dimensiones de las piezas del marco y de los bordes de hojas de puerta





## 19. ACABADO DE SUPERFICIES DE MADERA<sup>1</sup>

Actualmente se dispone de gran número de materiales para el acabado de las superficies de madera, así como gran variedad de métodos para aplicarlos. Además, también existen muchas especies diferentes de madera, por lo que el problema de su acabado es realmente complejo. Pueda decir que la belleza de cualquier superficie de madera depende de su acabado y que para que éste sea bueno se precisan tiempo y paciencia. Los materiales y métodos utilizados deben ser los adecuados para la madera de que se trate. Algunas especies tienen poros grandes, otras pequeños. A veces los poros grandes se acentúan para conseguir un efecto determinado.

El que realiza el acabado debe saber siempre a qué fin se destina el artículo de que se trate, mueble, marco de ventana, puerta, etc. Si no lo sabe, le resultará difícil, o quizá imposible, seleccionar el material de acabado correcto. En caso de duda debe preguntar a los administradores.

Las pinturas son compuestos que incluyen un excipiente o aglutinante, pigmentos blancos o de color, disolventes y diversos aditivos. En las pinturas que secan al aire, los aditivos pueden ser compuestos de plomo, cobalto o manganeso. El aceite de linaza era antiguamente el excipiente más importante, pero actualmente se utilizan más los compuestos alquídicos, (también llamados "sintéticos"). Otros excipientes son los acetatos de polivinilo (APV) y los acrilatos, que se emplean en las pinturas dispersas en agua, y los poliuretanos, poliésteres, resinas epoxi y combinaciones de diversas resinas, utilizados en las pinturas más corrientes. Actualmente el dióxido de titanio es el pigmento blanco más utilizado. La trementina mineral se sigue utilizando mucho como disolvente, pero muchas pinturas modernas requieren disolventes más fuertes, como por ejemplo xileno, tolueno, acetatos, cetonas, y alcoholes.

### Preparación de la superficie para el acabado

La preparación correcta de la superficie de la madera tiene gran importancia para su acabado. El acabado, sin embargo, no cubrirá los defectos, sino que, por el contrario, los hará aún más visibles. Antes de empezar la operación de acabado, la superficie debe estar limpia y lisa. Las desigualdades en los bordes o en otros lugares se deben alisar lijándolas, cepillándolas, etc. Además, la madera debe tener la humedad adecuada. Los efectos de la humedad desde el punto de vista de la transformación de la madera se describen con bastante detalle en otro capítulo de esta publicación.<sup>1/</sup>

La mayor parte de las maderas son vulnerables a los ataques de bacterias y hongos. A veces, éstos sólo hacen cambiar el color de la madera, causando, por ejemplo, una mancha azul,

<sup>1</sup> Trabajo presentado al congreso por S. J. Miettinen, Mikko J. Vartiainen, Tikkurila (Finlandia). (Publicado originalmente con signature H. 2. 10/12/56.)

<sup>1/</sup> Véase el artículo 1 de la parte primera de esta publicación "La madera usada como materia prima para las industrias del vidrio y la cerámica".

pero a veces también pueden pudrirlo. No sólo la madera puede ser atacada por las bacterias, sino también la película de pintura; se ha observado que los microorganismos que viven entre la película de pintura y la superficie de la madera pueden tener efectos nocivos sobre la adhesión de aquella a ésta. Con gran frecuencia el moho puede estropear el aspecto de una superficie pintada, incluso aunque la película de pintura continúe intacta.

En Finlandia las fábricas de muebles y productos de carpintería utilizan diversas especies de madera, siendo las más importantes las de pino, pinabeto, roble y abedul. Sin embargo, también se emplean muchas especies tropicales, como la caoba y la teca. Pocas de estas especies pueden soportar los efectos de la intemperie sin un acabado de superficie; una excepción es la teca, cuyas propiedades mecánicas no sufren cuando se la somete a la intemperie, aunque la superficie se vuelve gris al poco tiempo y pierde su atractivo color bajo el efecto de la lluvia y de la luz del sol.

Las maderas de pino y pinabeto deben protegerse contra las bacterias por impregnación con preservativos o inmersión en ellos. El roble y la caoba no necesitan esta preparación. Algunas especies tropicales, como la teca, contienen agentes que hacen difícil el acabado de sus superficies. Por ejemplo, pueden impedir que seque una laca alquídica. Incluso cuando, al cabo de mucho tiempo, se haya secado la laca, la adhesión será muy imperfecta y se producirán rápidamente vesículas y exfoliación.

Antes de proceder al acabado de estas especies, se deben lavar las superficies con un disolvente como el xileno o un diluyente para laca nitrocelulósica; este tratamiento asegurará un buen secado y una buena adhesión. Sin embargo, esas sustancias se quedan dentro de la madera y pueden salir a la superficie y atacar la película de pintura. Investigaciones prolongadas han demostrado que los mejores resultados se consiguen imprimando previamente la superficie con productos que evitan que esos agentes entren en contacto con el acabado de la superficie. A este fin son útiles los productos de poliuretano de dos componentes y algunas lacas especiales catalizadas por ácido. Después de la imprimación se puede aplicar el acabado final con lacas alquídicas o de uretano.

A pesar de los efectos que, según hemos indicado, produce la humedad sobre las superficies pintadas, la pintura es una parte muy importante de la preparación de algunos productos de madera, como los marcos de ventanas. En una investigación realizada en Suecia sobre la resistencia de pinturas en marcos de ventana, se concluyó que de un 20 a un 80% de dichos marcos presentaban defectos en la parte inferior al cabo de un año de su instalación, lo que confirma la importancia de este asunto. Desde luego, este problema no se plantea en los productos de carpintería para interiores.

### Lijado

El lijado es parte muy importante de la preparación de la madera para el acabado. Es necesario para eliminar defectos de la superficie y alisarla a fin de que las propiedades de reflexión de los materiales de acabado hagan resaltar toda la belleza de la fibra de madera. Si el lijado se hace bien y sin prisas, utilizando los procedimientos correctos y las abrasivos de grado apropiado, se pueden conseguir acabados de aspecto y calidad verdaderamente perfectos. Es de observar que cuando se emplean materiales de acabado brillantes, especialmente en colores oscuros, se pueden ver muy fácilmente incluso los más pequeños defectos de la

superficie. Se debe utilizar siempre un papel de lija fino (Nº 150 a 240) para el lijado final, y de este modo no sólo se conseguirán muy buenos resultados sino que, a la larga, el costo del acabado será más bajo. Es cierto que el uso de un papel de lija fino exigirá más tiempo y quizá el costo del papel sea algo mayor, pero se tendrán más probabilidades de producir con los materiales de acabado artículos de primera calidad. Es preciso recordar que el lijado final se debe hacer en la dirección de la fibra.

#### Resanado

Antes de aplicar cualquier tipo de acabado se han de rellenar con una madera plástica que no se contraiga toda clase de orificios producidos por clavos o por el crecimiento de ramillas, fisuras entre ensambles, etc. Se rellenan algo más de lo preciso y, cuando ha secado el relleno, se lija la superficie hasta que quede lisa. Si no se dispone de madera plástica comercial, se la puede preparar del modo siguiente. Se toma un trozo de la misma especie de madera que la pieza que se ha de rellenar y se raspa para conseguir un polvo todo lo fino que sea posible, el cual se mezcla con un aglutinante como, por ejemplo, laca nitrocelulósica. Cuando la superficie se ha de acabar con un material pigmentado se puede utilizar cualquier tipo de relleno, con tal de que pueda resistir el efecto de los disolventes del material de acabado. En Finlandia se emplean a este fin plastes de poliéster de un tipo blando, así como plastes de un solo componente, muy pigmentados. Después de aplicar la mano de imprimación es conveniente volver a examinar las piezas y poner algo más de relleno si fuera necesario.

#### Blanqueado y coloración

Aunque en algunos países se blanquea químicamente la madera, en Finlandia no se hace porque es muy difícil obtener resultados homogéneos. En cambio, se utilizan para imprimir lacas especiales que no humedezcan demasiado la superficie. A veces se les añaden pequeñas cantidades de un producto con un pigmento blanco (0,5%) y un aglutinante del mismo tipo que la laca, con lo que la madera da la impresión de ser más blanca.

La coloración se aplica normalmente con productos hidrosolubles, pero hay un método más moderno, que consiste en añadir una solución coloreada a la laca de imprimación y aplicar el color y el agente tapaporos en una sola operación. Naturalmente, la solución de color deberá tener una resistencia excelente a la decoloración causada por la luz.

#### Pintura y barnizado a escala industrial

En Finlandia hace mucho tiempo que se practica la pintura y el barnizado de muebles a escala industrial. Lo mismo puede decirse de otros productos de carpintería, como muebles de cocina, puertas y ventanas.

En los últimos años muchas fábricas han invertido grandes sumas en equipo para acabado. Existen todavía fábricas que emplean brochas y retillos, pero las más avanzadas utilizan técnicas de rodado con aparatos manuales y automáticos y máquinas de pintura a cortina. Al aumentar el uso de máquinas para la pintura, también se han desarrollado los requisitos que deben satisfacer las pinturas y lacas. Por ejemplo, es la convergencia que los productos se puedan aplicar con el mismo equipo, con el fin de que los productos se puedan aplicar o espesar directamente y poder así utilizar el mismo equipo. Aunque estos son requisitos que se han desarrollado en los últimos años, también se han desarrollado las técnicas de aplicación posibles.

En las industrias de producción de tableros, como por ejemplo tableros duros de fibras y tableros con alma de listones, cada vez es más corriente que los mismos fabricantes realicen el acabado de superficie. Los tableros con alma de listones se emplastecen en máquinas de rodillos con productos que generalmente se basan en resinas alquídicas. Estos plastes contienen disolventes volátiles y normalmente se precisan por lo menos dos aplicaciones.

Modernamente se tiende a utilizar plastes de poliéster. Estos no contienen disolventes, y con una sola aplicación los tableros quedan completamente lisos y con superficies compactas. El proceso de secado se intensifica por medio de radiación ultravioleta (UV); el tiempo de secado en hornos especiales sólo es de 15 a 30 segundos. En este tipo de superficies se puede conseguir un acabado excelente con sólo una aplicación. Normalmente se emplean pinturas catalizadas con ácido.

A los tableros de partículas también se les puede aplicar una capa previa con un plaste de poliéster UV, pero en la actualidad lo más corriente es hacer esta aplicación primera con un tapaporos catalizado con ácido y a continuación aplicar para el acabado una pintura catalizada con ácido. Con frecuencia basta con una sola mano de pintura para el acabado. La aplicación se hace por rociado o con máquinas de pintado a cortina.

#### Los acabados pigmentados

A continuación se describen diversos procedimientos para pintar muebles, muebles de cocina de abedul, puertas y tableros de partículas y de alma de listones.

#### Con materiales catalizados con ácido

Rellenado de los orificios con un plaste alquídico. Se aplica un tapaporos catalizado con ácido, 80 a 120 g/m<sup>2</sup>

Lijado

Alisado con plaste alquídico

Lijado

Revestimiento final con una pintura de acabado catalizada con ácido, 80 a 120 g/m<sup>2</sup>

La imprimación se hace a pistola o con máquinas de revestimiento a cortina. Después del secado a temperatura ambiente durante un mínimo de dos horas (o menos, a temperaturas más elevadas) se hace el lijado a máquina. Si después de lijar la superficie aún se observan defectos, éstos se rellenan a mano con plaste alquídico. Este material seca rápidamente cuando se lo aplica en capas finas y las superficies se pueden lijar a los pocos minutos. La capa final se aplica por medio de una máquina de revestimiento a cortina o a pistola.

Los muebles de cocina se rocían con un pulverizador de aire comprimido, o sin aire, después del montaje. Las superficies interiores y los estantes y superficies exteriores que no son visibles no se emplastan por lo general. A las superficies interiores se les puede dar una sola mano de imprimación o, preferiblemente, del material de revestimiento final.

#### Con dos capas de materiales catalizados con ácido

Para conseguir un acabado de gran calidad en los muebles y las puertas para muebles de cocina se puede volver a nivelar la superficie con plaste y aplicar una segunda mano de revestimiento final.

### Con plaste de poliéster y pintura catalizada con ácido

Este sistema tiene tres fases: aplicación de plaste de poliéster UV (de 80 a 120 g/m<sup>2</sup>, según la calidad del trableiro), lijado, y pintado final con una pintura catalizada con ácido (80 a 120 g/m<sup>2</sup>). Se debe señalar que el plaste UV sólo puede aplicarse en los paneles a base de madera.

### Con plaste y pintura de poliéster

Este sistema también tiene tres fases: aplicación de plaste de poliéster UV (80 a 120 g/m<sup>2</sup>, según la calidad del trableiro), lijado y pintado final con pintura de poliéster.

### Método de inmersión para componentes pequeños

Un método fácil para acabar componentes de muebles, como por ejemplo patas de cómodas, es sumergirlos en pinturas a base de nitrocelulosa, resinas alquídicas o resinas alquídicas y melamina (catalizadas con ácido). Si se usa el tipo de pintura últimamente mencionado es preciso tener en cuenta que ésta no puede utilizarse después de ocho a doce horas de mezclada, por lo que el volumen de la serie de piezas que haya de pintarse tendrá que ser suficientemente grande para justificar la preparación de un baño de pintura.

### Sistemas para acabados sin pigmentar

A continuación se describen algunos procedimientos para el laqueado de muebles, armarios de cocina, puertas, etc.

### Lacas para maderas de color claro

Si se trata de maderas de color claro, y se desea que la superficie conserve dentro de lo posible esta tonalidad, conviene emplear el procedimiento siguiente. En primer lugar, se aplica una laca de imprimación que no oscurezca la madera, que no humedezca la superficie demasiado y que contenga un preservativo contra la radiación UV. A continuación se somete la pieza a un lijado ligero. Para la capa final se aplica la misma laca o una laca normal catalizada con ácido (mate o brillante).

### Lacas para maderas oscuras

Las maderas oscuras y las maderas claras pigmentadas se deben revestir con una laca de imprimación catalizada con ácido, lijar y finalmente acabar con una laca catalizada con ácido. Aunque se siguen empleando los pigmentos a base de agua, el procedimiento actual es mezclar una solución colorada con la laca de imprimación antes de aplicar ésta. De este modo se hace la imprimación y el pigmentado en una sola operación. El pigmento se disuelve en un disolvente muy resistente a la luz.

### Teca

La teca debe recibir dos capas de una laca catalizada con ácido diluida.

### Paliсанд

La imprimación de esta madera se ha de hacer con una laca normal. Las lacas normales tienen que aplicarse en dos capas. La segunda capa debe ser de una laca catalizada con ácido.

## Marcos de ventana de madera de coníferas

### Con preservativos de la madera

El tratamiento se realiza con un preservativo de la madera claro a base de aceite de linaza. El mejor método de aplicación es la inmersión. A continuación se pueden aplicar una o más capas de un preservativo de la madera coloreado.

### Con resinas alquídicas

El tratamiento previo es igual al anterior. Los orificios se deben rellenar con un plaste alquídico (el plaste no se debe emplear en la parte exterior de los marcos). Se da a la superficie una imprimación alquídica de secado rápido. Se vuelve a alisar la pieza con un plaste alquídico y a continuación se lija. Se aplica una primera capa con una pintura alquídica de secado rápido y se vuelve a lijar. Para la capa superior se aplica una pintura alquídica de secado rápido por medio de un rociador de pintura de aire comprimido o sin aire.

### Con pintura catalizada con ácido

En este procedimiento también se empieza por aplicar un preservativo de la madera. A continuación se rellenan los orificios con un plaste alquídico. La imprimación se realiza con un tapapores catalizado con ácido y se alisa el artículo con un plaste alquídico, se lija y finalmente se aplica la capa de acabado con una pintura catalizada con ácido. Las pinturas catalizadas con ácido deben ser de calidad especial, a fin de que puedan resistir los efectos del medio a que se someterá el marco. Las pinturas de este tipo que se utilizan normalmente para los interiores de los muebles de cocina son demasiado duras para este fin.

### Con materiales de poliuretano

Se empieza este tratamiento aplicando un preservativo de la madera o una laca de imprimación especial. A continuación se rellenan todos los orificios con plaste alquídico y se aplica un tapapores de poliuretano. Después del lijado se aplica al artículo una capa final con un producto de acabado a base de poliuretano.

## Algunos comentarios sobre las pinturas

### Pinturas alquídicas

Las resinas alquídicas utilizadas en la producción de pinturas alquídicas se fabrican calentando mezclas de alcoholes superiores, como glicerina o pentaeritrita con ácidos dioctofénicos, como por ejemplo anhídrido del ácido ftálico y ácidos grasos de aceites secantes o no secantes. Las propiedades de las resinas resultantes dependen de cómo se haga el calentamiento y de las materias primas que se usen.

### Nitrocelulosa

La nitrocelulosa sigue siendo un material muy usado para el acabado de la madera por su rapidez de secado. Los productos de nitrocelulosa se secan a causa de la evaporación de los disolventes. A temperatura ambiente, o más elevada, el secado se puede acelerar con una buena ventilación. Los productos de nitrocelulosa tienen una temperatura de inflamación muy baja, por lo que se deben tomar precauciones contra el fuego y la electricidad estática. Además,

estos productos tienen un contenido muy bajo en materia sólida, por lo cual, cuando se emplean acabados de este tipo es preciso aplicar varias capas (de 3 a 6).

#### Productos catalizados con ácido

Este es el tipo de materiales más empleado en Finlandia para el acabado industrial de la madera. Estos productos se basan normalmente en combinaciones de urea-formaldehído, melamina y una resina alquídica. La resina alquídica es de un tipo no secante. En presencia del ácido catalizador, que se mezcla antes de usar la pintura, la resina urfíca reacciona con la alquídica formando una película bastante dura. Esta película ofrece una buena resistencia a la abrasión y al alcohol y otras sustancias químicas caseras.

No se debe combinar una capa de acabado de un producto catalizado con ácido con una imprimación a base de aceite de linaza o de una resina alquídica. Normalmente, una capa inferior de esta naturaleza es demasiado blanda para la capa superior, y en poco tiempo se producirán fisuras o grietas. Además, la película de pintura catalizada con ácido será más dura si la humedad relativa del aire es baja en el momento del endurecimiento. El riesgo de agrietamiento de la película de pintura aumenta a medida que se eleva la humedad relativa. Algunas pinturas modernas pueden resistir sin agrietarse variaciones de la humedad relativa del 20 al 80%. No se deben aplicar más de dos capas en un mismo día a menos que el secado se haga en horno.

Los productos catalizados con ácido pueden resistir un calor seco de 100°C. Además, no arden fácilmente, por lo cual en los astilleros se utilizan tableros con tales acabados para los interiores de los navíos. Las superficies de metal se pueden acabar con pinturas catalizadas con ácido, pero han de tratarse previamente con una pintura de imprimación anticorrosiva.

#### Poliuretanos

Los poliuretanos pigmentados o sin pigmentar se pueden utilizar para los muebles de exterior. Hasta la fecha no se usan mucho en Finlandia, pero estas pinturas son productos muy complejos y todavía se encuentran en proceso de desarrollo. Las películas de poliuretano tienen una resistencia muy elevada a la humedad y a las sustancias químicas. Normalmente los productos de poliuretano consisten en un componente de isocianato y un componente con dos o más grupos hidroxilos. Cuando se mezclan estos dos componentes se inicia una reacción química y se produce una película por formación de enlaces entre cadenas. El componente de isocianato es muy sensible al agua o a la humedad; si el recipiente no se cierra herméticamente se produce pronto la gelación de su contenido porque el isocianato reacciona con los grupos hidroxilos del agua.

#### Poliésteres

Estos materiales de acabado se mencionaron anteriormente en relación con los revestimientos de superficie para muebles de interior. Estos productos se emplean poco en Finlandia, y se usan principalmente para artículos que se producen en pequeñas series, como mesas y muebles para aparatos de televisión. También consisten en dos componentes y se han de mezclar antes de utilizarse. Normalmente los productos de poliéster para revestido por aire comprimido se han de emplear antes de que transcurran unas pocas minutos de su mezcla, por lo que su uso es difícil. Por el procedimiento de calentamiento forzado, estos productos también se pueden

utilizar con las máquinas de revestimiento a cortina, empleando otro endurecedor de composición especial que prolonga el tiempo útil de aplicación de la resina. También hay en el mercado equipo especial de rociado por aire comprimido, en el cual se mezclan los componentes inmediatamente antes del rociado.

#### Equipo para aplicar la pintura

Finalmente, examinemos el equipo para pintar y el sistema de acondicionamiento del aire en el taller de pintura. El equipo moderno es de muchas clases, como por ejemplo brochas, rodillos, máquinas de revestimiento a cortina, dispositivos para la inmersión, cilindros revestidores y aparatos rociadores.Cuál sea el mejor equipo o método depende del artículo que se haya de revestir y de la forma más económica de hacerlo.

En el rociado por aire comprimido, el material de acabado de superficie pasa por un tubo de un recipiente a presión (0,5 a 1,5 kp/cm<sup>2</sup>) al rociador o pistola, donde se lo pulveriza por aire a 2,5 - 4 kp/cm<sup>2</sup>. En el método de rociado sin aire, la pintura o laca pasa por una bomba hidráulica (presión del aire: presión hidráulica = 1:25 a 1:40) y queda pulverizada al pasar por la boquilla del rociador. En el mercado se encuentran diferentes tipos de boquillas que dejan pasar cantidades diversas de material de acabado por unidad de tiempo a presión constante y con diversos ángulos de aplicación. El rociado por aire se utiliza principalmente en los artículos pequeños o cuando se desea una superficie extremadamente lisa. Normalmente se emplea una pintura o laca bien diluida y se rocía a la presión más baja posible. El rociado sin aire se emplea en las grandes superficies planas y en artículos como interiores de armarios. En estos últimos, el rociado por aire comprimido origina un aumento considerable del consumo a causa del rebote.

También es posible aplicar pinturas y lacas sobre la madera con equipo de rociado electrostático. Las pinturas y lacas deberán tener un punto de inflamación superior a 23°C. El contenido de humedad de la madera debe ser del 8 al 10%, y los contactos a tierra no deben estar demasiado separados (de 50 a 60 cm). Este método es ventajoso cuando se trata de artículos pequeños, con los que se usa demasiada pintura si se emplean otros procedimientos. Sin embargo, antes de hacer una inversión siempre se deben estudiar las posibilidades de esta técnica de rociado.

Antes de tomar una decisión respecto a las inversiones en equipo para aplicar o secar pintura, conviene consultar con los fabricantes respectivos, y con más de uno.

En muchas fábricas se acelera el secado de los acabados aplicados, como por ejemplo las pinturas catalizadas con ácido, por medio de hornos de alta temperatura. Empleando equipo moderno, el tiempo de endurecimiento se puede reducir a 40-60 segundos. Se habrá de prestar especial atención a los adhesivos usados y asegurarse de que puedan resistir temperaturas elevadas. La pintura sobre madera de coníferas es difícil de secar a temperaturas elevadas por la exudación de la resina. Para estas especies basta con temperaturas de secado de 50 a 60°C.

Una ventaja de la máquina de revestimiento a cortina y de los rodillos de revestimiento sobre los demás tipos de equipo para aplicación de pintura es que se puede controlar fácilmente el espesor de la película, y por lo tanto se simplifican los cálculos de los costos.

El acondicionamiento del aire y la ventilación del taller de pintura son muy importantes para evitar que la concentración de vapores de disolventes y de polvo de pintura en el aire alcance niveles peligrosos. Una ventilación defectuosa aumenta los riesgos para la salud y el peligro de incendio e influye negativamente sobre el acabado de las superficies. Cuando hay demasiado vapor de disolvente en el aire se puede llegar a alcanzar los límites de explosión. Estos límites son diferentes para los diversos disolventes; algunos de ellos se indican en el cuadro siguiente.

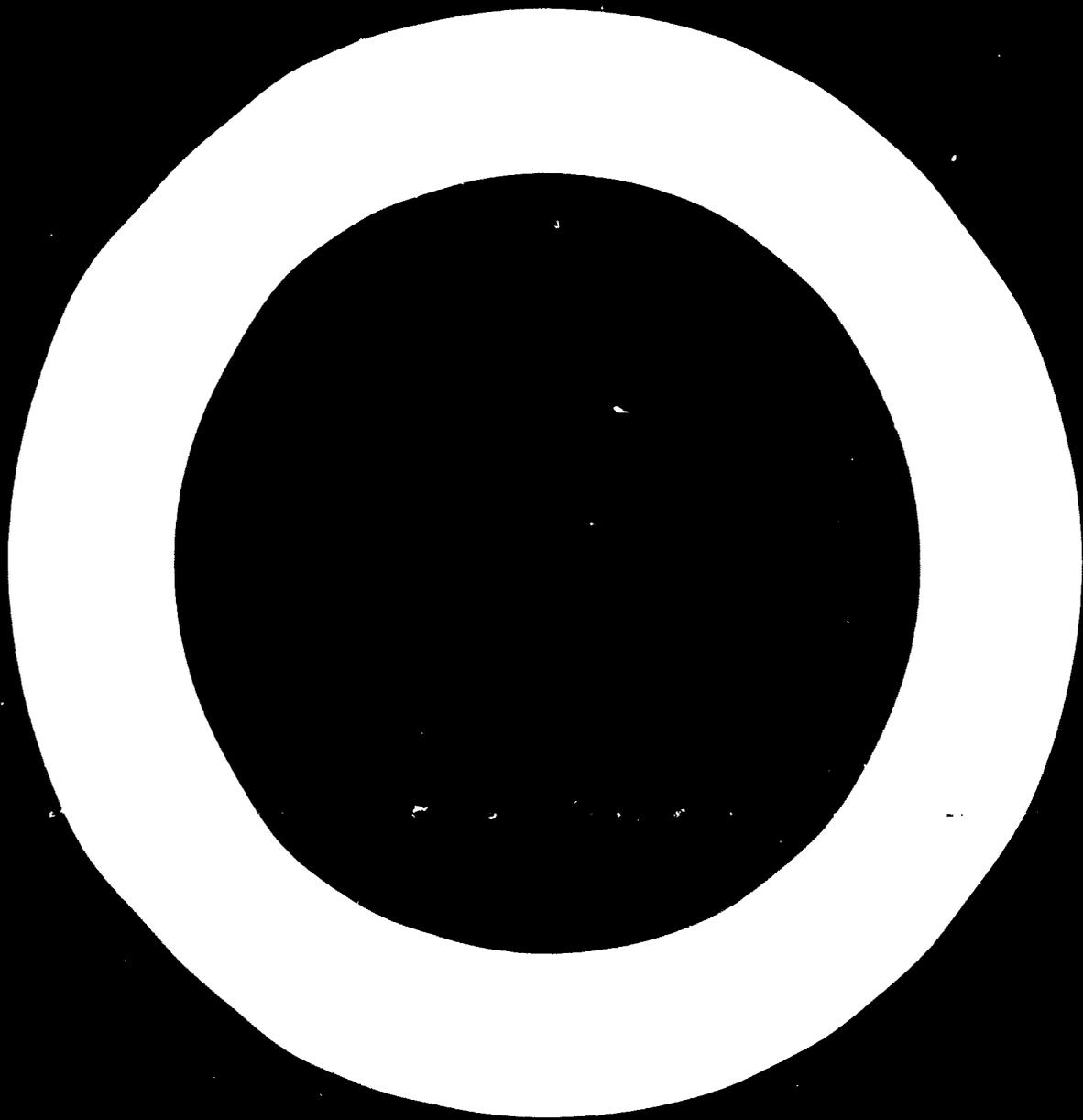
Temperaturas de inflamación, límites de explosión y valores de CMA de algunos disolventes importantes

Disolvente	Temperatura de inflamación (°C)	Límites de explosión (vol.%)	Valor de la CMA (cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Acetato de butilo	20	1,4 - 7,6	200
Acetato de etilo	-3	3 - 19	1.000
Trementina mineral	30	0,7 - 4	500
Xileno	23	1 - 6	200
Tolueno	6-10	1,3 - 6,7	200
Tricloroetileno	-	-	100
Trementina	39	-	100
Acetona	-10	2,1 - 13	-

✓ CMA = concentración máxima en el aire.

El grado de ventilación depende del tamaño del taller y del método de pintura empleado. En Finlandia, la ley obliga a renovar el aire 30 veces por hora en los talleres en que se emplean rociadores. La eficacia de la ventilación no depende sólo de cuántos metros cúbicos de aire entran o salen sino también de la ubicación del ventilador.

En un taller de pintura no basta con una ventilación general. En los lugares en que la evaporación de disolventes es intensa, como en las cabinas de rociado y en la proximidad del equipo de inmersión, es preciso disponer de ventilación local. Al planear el sistema de ventilación se debe recordar que los vapores de disolvente son más pesados que el aire.



## LA AUTOMATIZACIÓN A BAJOS COSTOS EN LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION DE LA MADERA\*

Debido que el concepto de automatización a bajo costo es nuevo para muchos países en desarrollo, con el presente trabajo se procura dar algunas indicaciones de carácter general sobre las razones de la automatización y la manera de llevarla a la práctica. La expresión "automatización a bajo costo" es traducción de la inglesa "low-cost automation", que tiene una connotación de automatización encaminada a lograr bajos costos de producción y no automatización a alto costo.

### Razones para la automatización.

Antes de considerar la manera de iniciar operaciones automáticas, convendría primeramente determinar las razones para la automatización y los casos en que resultaría aconsejable.

En la industria del mueble y de la transformación de la madera, todo fabricante tropieza con dificultades de producción en un momento u otro. Por lo general, estas dificultades se resuelven de alguna forma, pero no siempre de manera económica o completamente satisfactoria. Si dispone de suficiente personal calificado, el fabricante podrá producir piezas de forma o perfiles complicados. Un carpintero o tapicero de gran competencia técnica puede, quizá después de experimentar un poco, idear un método que produzca los resultados apetecidos en cuanto a forma y precisión, pero semejante método supone con harta frecuencia gran pericia, poder de concentración y, sobre todo, una cantidad desproporcionada de tiempo.

Es difícil contratar carpinteros calificados en número suficiente para la producción industrial, y sus salarios son más elevados que los de trabajadores no calificados corrientes pero eficientes. Por esa razón, en las industrias del mueble y de la transformación de la madera es necesario automatizar la maquinaria y los métodos hasta el punto en que se pueda emplear mano de obra no calificada y seguir produciendo artículos de buena calidad.

Quando se planifica la automatización a bajo costo para el montaje de productos fabricados por piezas, es absolutamente necesario fabricar cada pieza con tanta precisión que no se requiera ningún trabajo de acabado durante el montaje. De la misma manera, puede resultar imposible fabricar piezas de forma complicada sin automatización, si se quiere que todas las piezas producidas sean idénticas y cumplan los requisitos que impone el montaje a base de producción en masa.

La automatización a bajo costo trae como resultado la evitación de errores producidos por el hombre, pues ni siquiera el operario más cuidadoso puede concentrarse siempre de manera tan intensa que no cometa ningún error. La fallibilidad del hombre puede ser la causa que se produzca un número excesivo de piezas defectuosas, con las consiguientes dificultades en la etapa de montaje.

\* Documento presentado al Seminario que celebró el Instituto de Estudios Económicos de Helsinki (Finlandia).  
(Publicada originalmente con signatura Nº 10/65.)

Le puede quizá tener más importancia al estimar el valor de la automatización es la reducción del número de accidentes, que a su vez hace que disminuyan las lesiones de los trabajadores y los daños sufridos por herramientas y maquinaria. La alimentación mecánica de herramientas y materiales no sólo aumenta la duración de las cuchillas y herramientas cortantes, dado que la carga aplicada permanece constante, sino que también permite una calidad homogénea de mecanizado. El rápido y constante movimiento de materiales en una planta con automatización garantiza una producción máxima.

Es frecuente que la alimentación de materiales se inicie bastante lejos de la máquina, en cuyo caso es preciso transportar el material rápidamente hacia ella y alimentarla sin perder velocidad de mecanizado. Con la automatización, es posible fijar valores ideales a las velocidades requeridas, y programar todos los movimientos de manera que ocurran en el orden debido.

Aunque a menudo basta con colocar a mano el material en el montaje de trabajo, resulta más eficiente fijar en él la pieza automáticamente, y además se ahorra tiempo y se reducen las posibilidades de fatiga del operario.

Merece consideración especial la forma en que el operario recibe el material. En los casos en que aquél tiene que hacer un esfuerzo para tomar cada pieza de trabajo, o incluso abandonar su sitio de trabajo para traer nuevas cargas desde lejos, convendría considerar la posibilidad de instalaciones de automatización a bajo costo. El acoplamiento de dos o más máquinas mediante transportadores mecánicos es el método correcto de ahorrar espacio en una fábrica, pues se elimina el innecesario almacenamiento intermedio. Para efectuar ese acoplamiento suele ser preciso que la capacidad de las máquinas que se quiere acoplar sea más o menos la misma, aunque, naturalmente, es posible acoplar dos máquinas lentas con otra cuya velocidad sea aproximadamente el doble.

La remoción del material de la máquina o del montaje de trabajo puede hacerse a menudo de manera más eficiente mediante la automatización a bajo costo. También en este caso el ahorro de tiempo y la seguridad en el trabajo son las consideraciones primordiales.

Como la calidad de los componentes mecanizados repercute sobre la calidad, comercialización y precio de venta del producto final, la automatización debe desarrollarse en grado tal que el operario tenga tiempo para controlar la calidad y, en caso necesario, retirar las piezas defectuosas. De esta manera, se logrará un número suficiente de piezas aceptables sin que sea necesario almacenar muchas piezas de reserva, y el material defectuoso no ocupará el espacio destinado al almacenamiento intermedio. Si el operario tiene tiempo de controlar continuamente las dimensiones de las piezas mecanizadas, podrá asimismo observar oportunamente si las herramientas están gastadas y necesitan afilado o reajuste, evitándose con ellas variaciones de calidad y de precisión. Si no se cuenta con un transportador automático, se pueden reducir los costos de mano de obra si se da tiempo al operario para apilar las piezas mecanizadas en paletas.

#### Grados de automatización

En cualquier caso, ha de determinarse cuidadosamente el grado apropiado de automatización. Una vez que se conozcan los costos de suministro, montaje y utilización del mecanismo automático, y que se haya estimado el ahorro que la automatización representaría por

concepto de mano de obra, se puede calcular si la inversión es rentable. Existen sin duda muchos argumentos en pro de la automatización, como mejoramiento y uniformidad de la calidad de las piezas mecanizadas, ahorros por concepto de herramientas y de mano de obra especializada y evitación de accidentes. Es difícil reducir estas consideraciones a valores monetarios exactos, pero, desde luego, influyen enormemente sobre la decisión.

Por otro lado, en todos los casos es aconsejable la prudencia; antes de proceder a una automatización completa conviene analizar cuidadosamente todos los resultados favorables y desfavorables. Se debe comenzar con aquellas operaciones en las que es posible lograr una reducción de los costos u otra clase de ahorros.

Otra consideración importante es el efecto que produce la automatización sobre los trabajadores. Si el proceso de mecanizado de una pieza resulta tan automático que el operario sólo tiene que supervisar que todo marche normalmente, éste se aburrirá enseguida con su tarea y no encontrará en ella satisfacción alguna. A los artesanos con muchos años de experiencia les puede costar aprender a pensar con criterio industrial. Por ejemplo, el carpintero que en una obra se encarga de instalar herrajes en puertas y ventanas puede darse por satisfecho si logra duplicar su producción aun cuando la automatización permitiera decuplicar la producción sin demasiado esfuerzo. Por consiguiente, es indispensable inculcar a los trabajadores y sus supervisores una actitud positiva frente a la automatización.

#### Procedimientos de automatización

Las reglas básicas de la automatización a bajo costo son las siguientes:

Las máquinas han de ser de tipo barato y corriente, sencillas, flexibles y fáciles de instalar y mantener

Los sistemas han de ser fáciles de organizar en torno a una máquina y de modificar posteriormente sin pérdidas excesivas de tiempo o dinero

Las operaciones automáticas más extendidas son las siguientes:

Transferencia de material a la máquina

Fijación del material en posición de funcionamiento

Alimentación del material a la máquina en funcionamiento

Remoción del material trabajado por la máquina

Apilamiento del material elaborado

Nueva transferencia del material al operario para la realimentación

En muchos casos es posible establecer sistemas de regulación de ciclo cerrado para tener la seguridad de que todos los movimientos se suceden en el momento preciso y en el orden debido. Conviene tener siempre en cuenta que para alcanzar los resultados previstos se requiere un buen mantenimiento de los mecanismos automáticos.

Se dispone de muchas clases de componentes y sistemas automáticos experimentales. Algunas máquinas llevan incorporados, desde el primer momento, mandos automáticos; otras han de ser equipadas con ellos posteriormente. En algunos casos, las máquinas, como las espigadoras debias tienen muchos elementos de trabajo. Cuando se trata de producción en pequeña escala, los precios de semejantes máquinas / con costos de instalación son demasiado elevados en relación con la cantidad de la serie de producción. Cuando se necesita información sobre

posibilidades y equipo estándar para la automatización a bajo costo, la forma más fácil y menos onerosa de obtenerla es ponerse en contacto con los fabricantes o vendedores, que suelen estar dispuestos a dar la ayuda técnica necesaria. Sin embargo, para sacar el mayor partido posible de la flexibilidad de tales componentes automáticos, resulta sumamente ventajoso contar con una persona, en la plantilla de la fábrica, que posea amplios conocimientos técnicos y también experiencia práctica en materia de sistemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos, porque el equipo de automatización puede dividirse en tipos correspondientes a esas tres categorías o a combinaciones de las mismas.

Los elementos más comunes del equipo neumático son los siguientes:

Cilindros para movimientos en una dirección (empuje, tracción, compresión, etc.), según los sistemas mecánicos.

Mecanismos giratorios para efectos de torsión.

Válvulas y otros dispositivos de regulación de los mecanismos antes mencionados.

En principio, en los sistemas hidráulicos se emplean las mismas clases de componentes que en los neumáticos. Sin embargo, con un sistema hidráulico es más fácil lograr más fuerza y velocidades reguladas con precisión que con un sistema neumático. En muchos casos, no obstante, un sistema hidráulico sale más caro que uno neumático, sobre todo si ya se dispone de aire comprimido.

En el esquema de montaje de la figura I se presenta un ejemplo típico de una instalación de equipo neumático para una fresadora. La red de distribución envía aire comprimido a través de una válvula de cierre (1) y un conjunto de válvula de reducción y lubricador (2). Cuando no se ejerce presión sobre el pedal conectado a la válvula (3), el cabezal de la fresadora está levantado y el resorte del cilindro (4) abre el dispositivo de sujeción (12). El cilindro de accionamiento de la mesa (8) se mantiene en posición de "pistón fuera" mediante la válvula con resorte (6). Cuando el operario pisa el pedal, el cilindro (4) cierra el dispositivo de sujeción que mantiene al material en la posición correcta sobre la mesa (11) mientras desciende el cabezal de la fresadora.

Cuando el cabezal de la fresadora ha alcanzado la altura adecuada, su leva regulable (10) hace contacto con la válvula con resorte accionada por un rodillo (5), la cual deja pasar aire comprimido de la red para invertir el paso de la válvula (6). El cilindro de doble acción (8) tira de la mesa y hace pasar el material a ella sujeto bajo la cuchilla. La velocidad de desplazamiento de la mesa se regula mediante válvulas reductoras unidireccionales (7). El movimiento de la mesa se limita mediante topes mecánicos ajustables.

En la figura II se presenta un diagrama básico del circuito para un cilindro hidráulico. El motor (M) genera la presión para el sistema y la transmite a una bomba (1). Cuando la válvula (2) está en posición hacia la izquierda, el cilindro (3) "tira" a toda velocidad según la capacidad de la bomba. El aceite de reflujo fluye libremente a través del filtro (4) hacia el depósito de aceite (5). La válvula de seguridad (6) protege a la bomba de una contrapresión demasiado elevada. Cuando la válvula (2) está hacia la derecha, el cilindro (3) empuja, controlado por la válvula ajustable de regulación del canal (7).

En el anexo I figuran algunas aplicaciones del sistema de circuitos neumáticos; en el anexo II, algunos símbolos simplificados de los circuitos neumáticos e hidráulicos; y en el anexo III, algunos relacionados con mecanismos de control.

Figura 1. Diagrama de un circuito neumático para una freidora

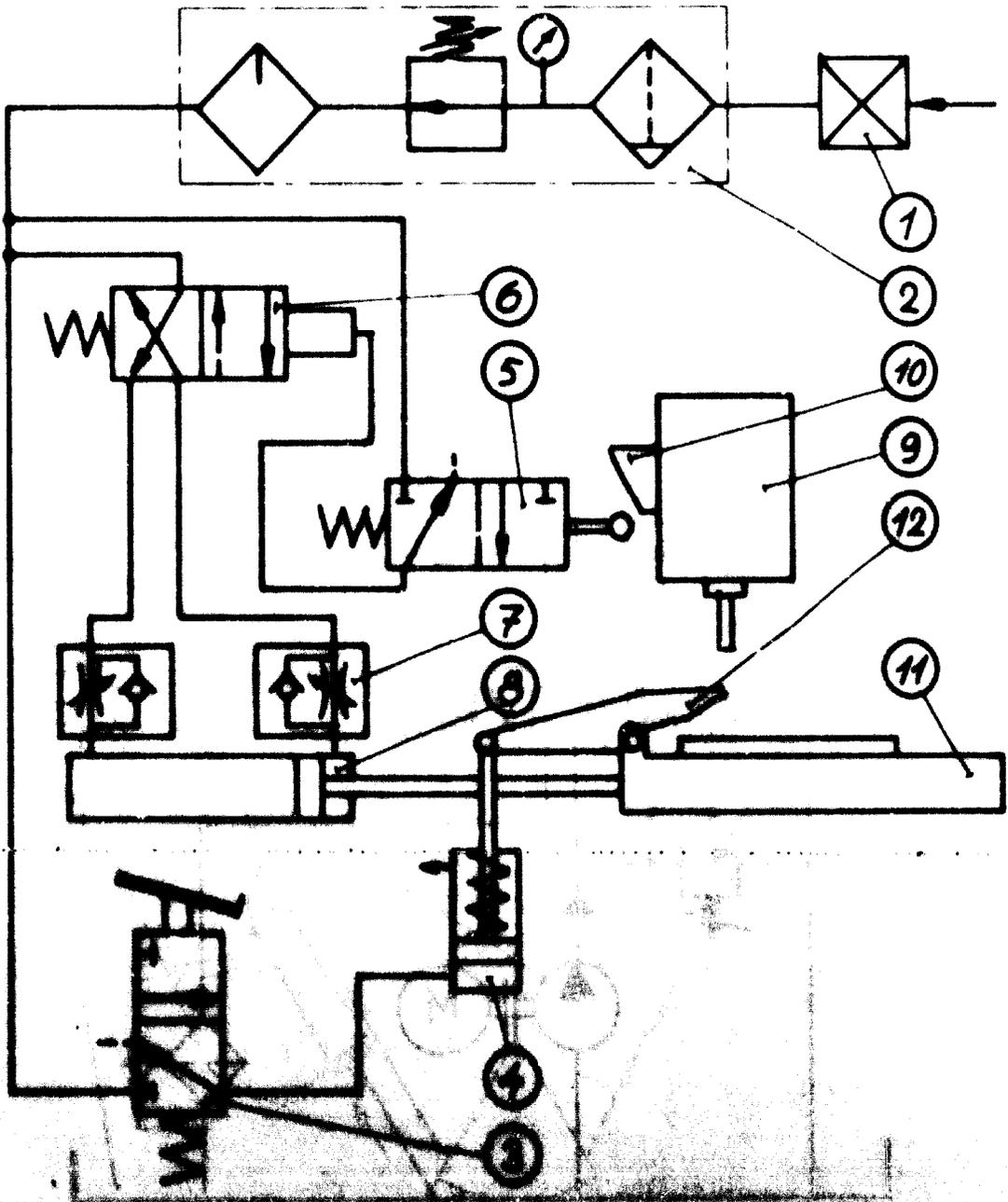
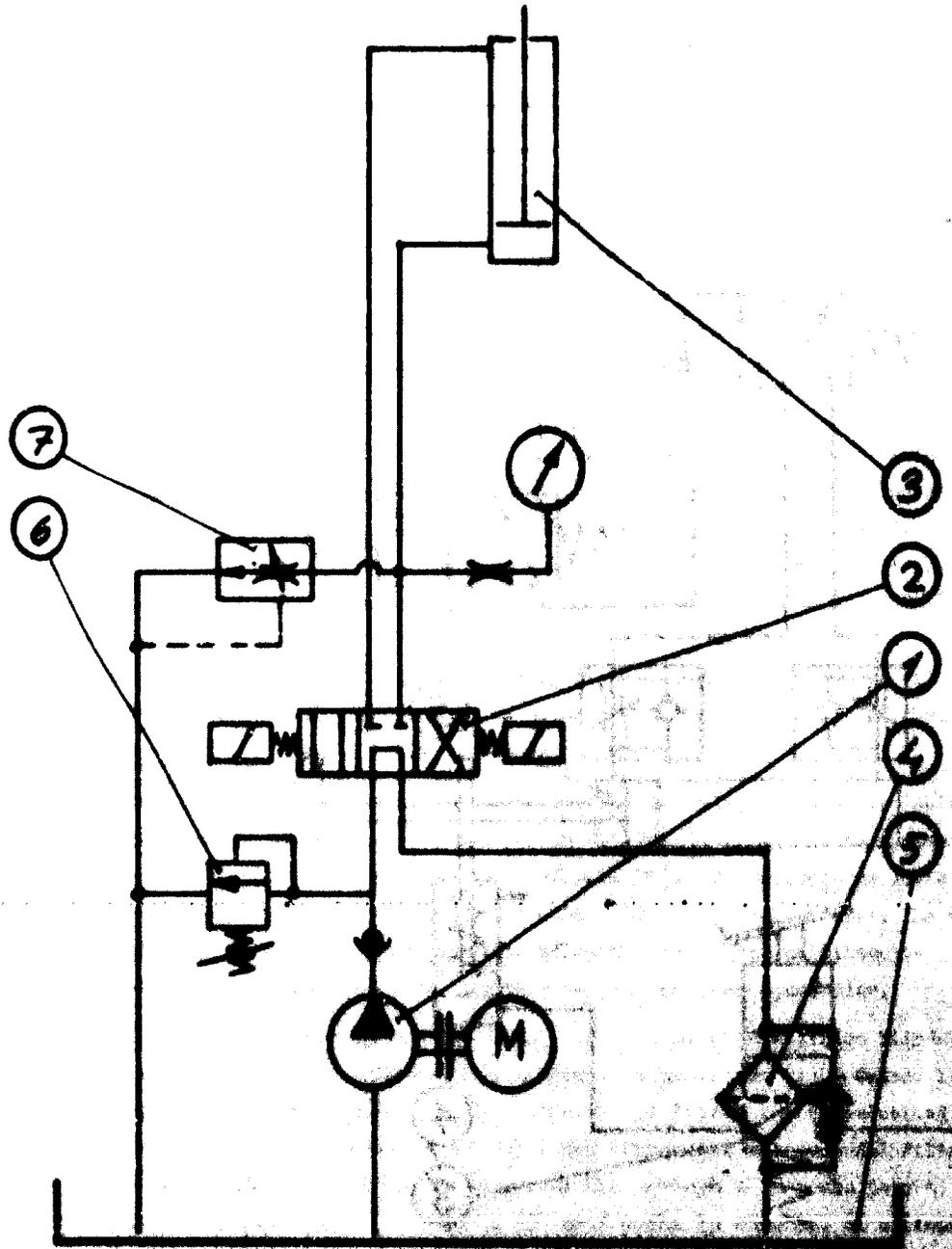
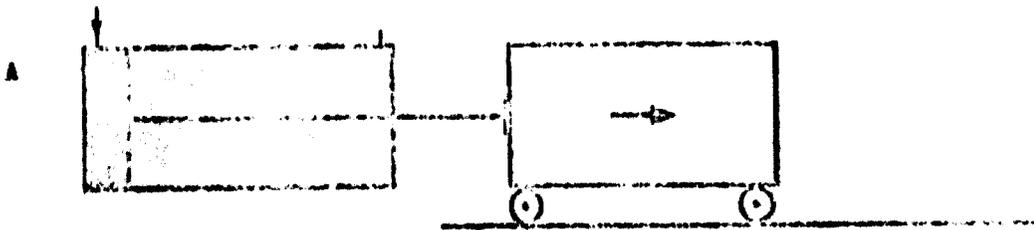


Figura II. Diagrama de un circuito hidráulico para el funcionamiento de un cilindro

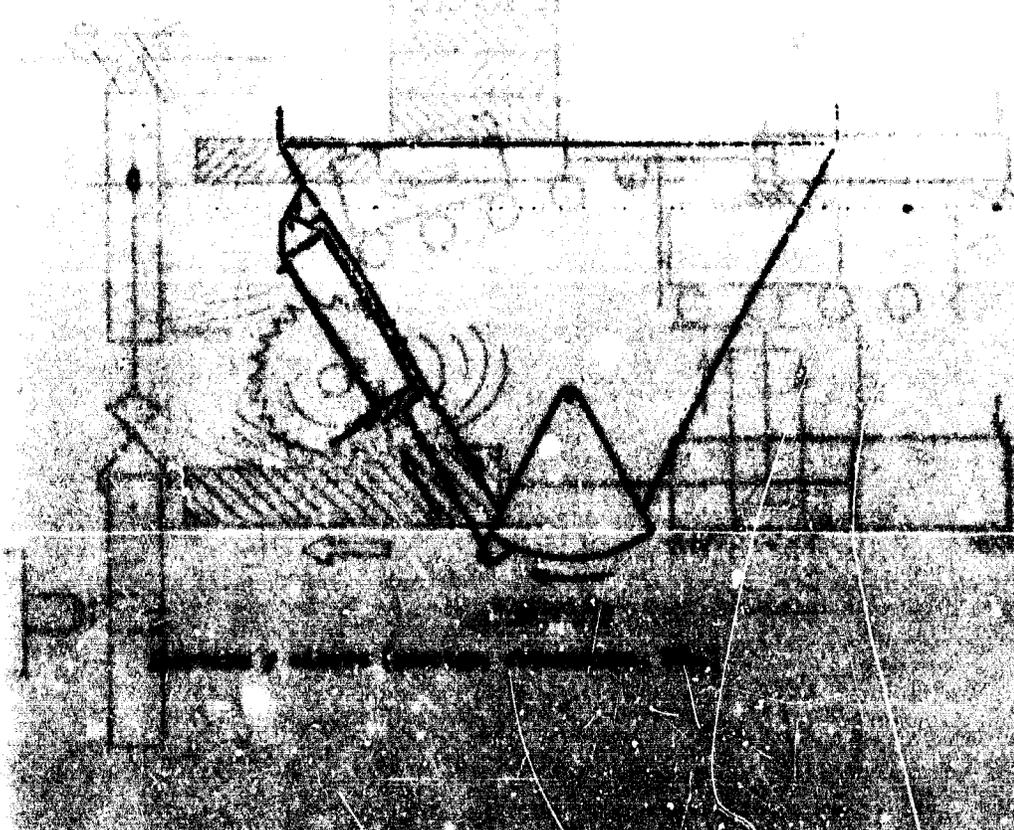
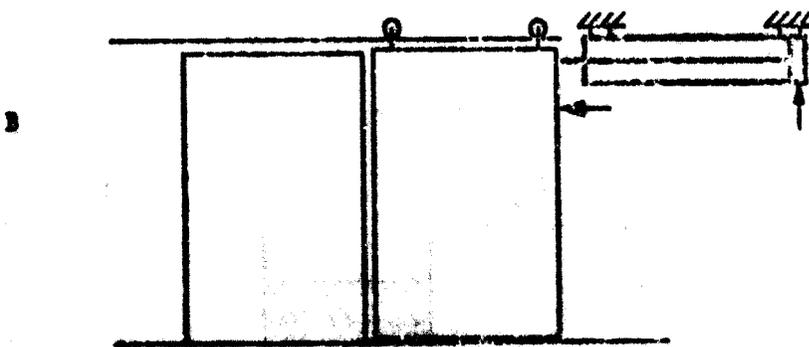


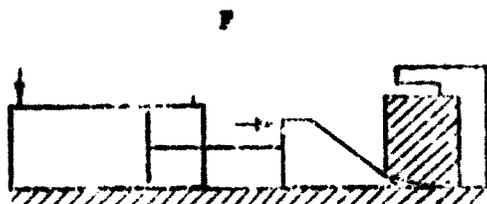
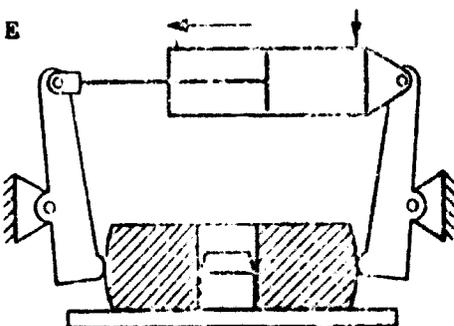
Anexo I

ALGUNAS APLICACIONES DE LOS CIRCUITOS NEUMATICOS

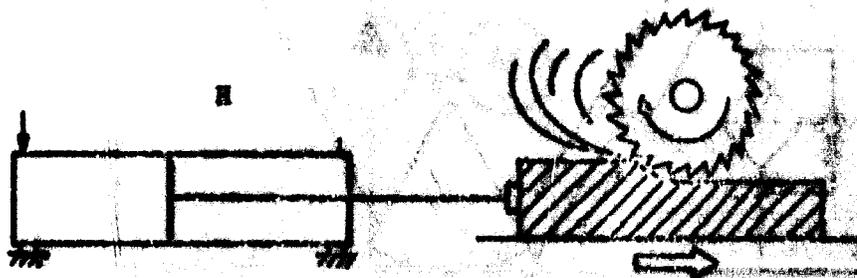
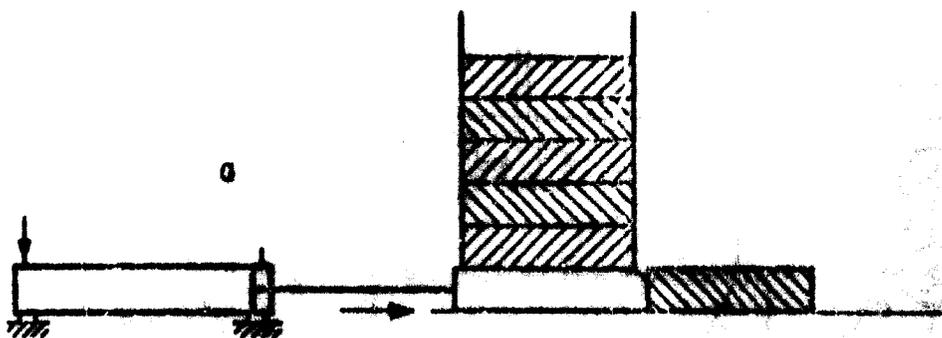


Empuje



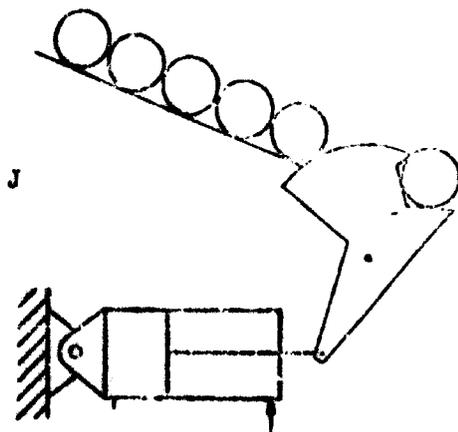
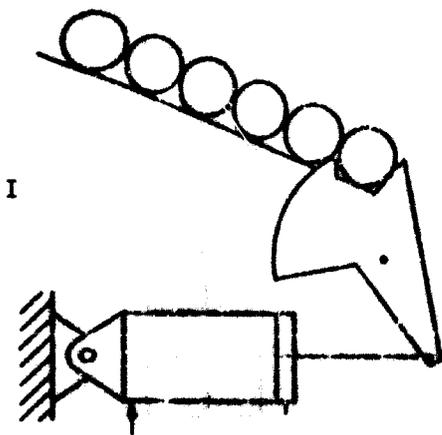
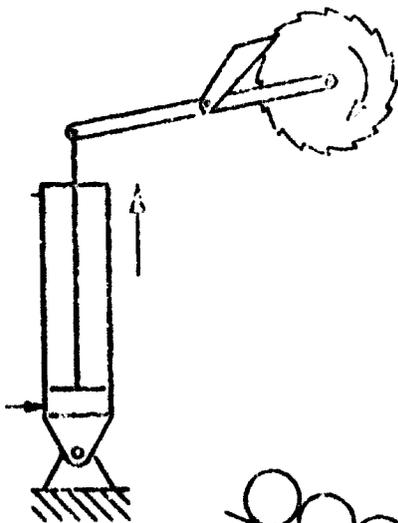


**Sujeción**

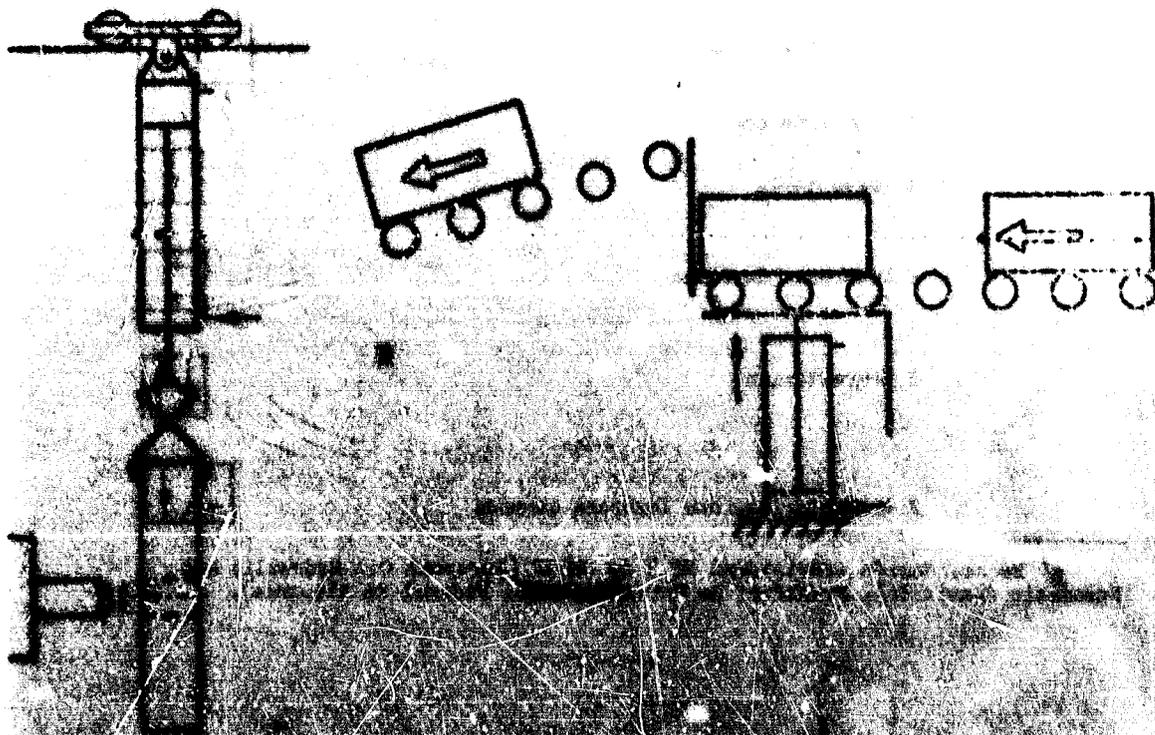


**Alimentación**

La alimentación de los materiales se realiza mediante un sistema de transporte que permite la introducción de los mismos en el punto de corte de la herramienta.



Division

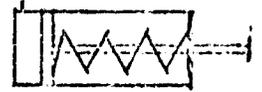


Anexo II

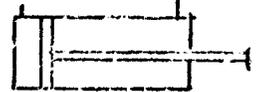
ALGUNOS SIMBOLOS SIMPLIFICADOS UTILIZADOS EN CIRCUITOS  
HIDRAULICOS Y NEUMATICOS

CILINDROS

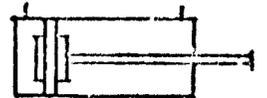
Cilindro de simple efecto  
(carrera de vuelta mediante un resorte reactivo)



Cilindro de doble efecto  
(el fluido funciona en ambas direcciones)



Cilindro con amortiguación



VALVULAS DE CONTROL

Válvulas direccionales de control



Varias posiciones de servicio, cada una de las cuales está representada por un cuadrado



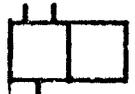
Con dos posiciones



Con tres posiciones



Líneas de flujo externo



Trayectorias internas

1 trayectoria



2 lumbreras cerradas



2 trayectorias



2 trayectorias, una lumbrera cerrada



Recomendación provisional RP 3 de CETOP (European Oil Hydraulic and Pneumatic Committee), Frankfurt am Main (República Federal de Alemania).

Válvula direccional de control 2/2



Válvula direccional de control 3/2



Válvula direccional de control 5/2



Anexo III

ALGUNOS SIMBOLOS SIMPLIFICADOS PARA MECANISMOS DE CONTROL<sup>2/</sup>

Control manual

Sin indicación de método



Por botón de contacto



Por palanca



Por pedal



Control mecánico

Por pistón



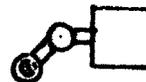
Por resorte



Por rodillo



Por disyuntor de rodillo



Control eléctrico

Por solenoide



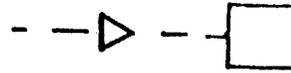
Por motor



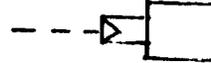
<sup>2/</sup> Recomendación provisional RP 3 de CETOP (European Oil Hydraulic and Pneumatic Committee), Frankfurt am Main (República Federal de Alemania).

Control de presión

Control directo

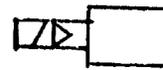


Control indirecto



Control combinado

Por solenoide y válvula auxiliar



Válvula de retención

Sin contrapresión

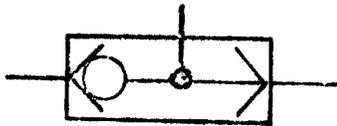


Con contrapresión



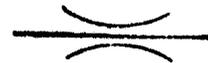
Válvula de lanzadera

La entrada bajo presión se halla conectada a la salida y la otra entrada se halla cerrada



Válvula reguladora del caudal

Sin mandos

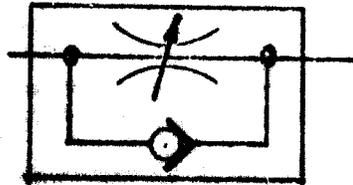


Con mando manual



Válvula reductora unidireccional

La válvula permite el libre flujo en un sentido y un flujo limitado en el contrario



Válvula de cierre

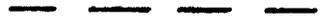


Diagrama de flujo

Línea de trabajo y líneas de retorno



Línea piloto de control



Línea de evacuación



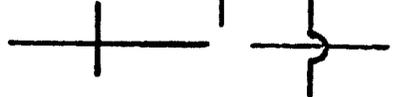
Tubo flexible



Confluencia de líneas



Cruce de líneas (no conectadas)



Filtro o purgador



Deshidratador del vapor

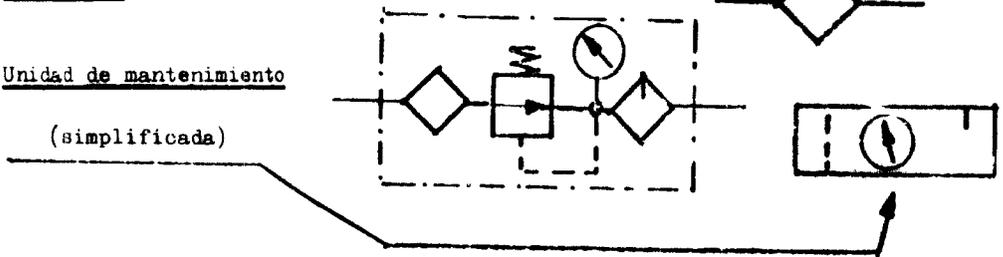


Lubricador



Unidad de mantenimiento

(simplificada)



## 21. MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO<sup>21</sup>

El presente trabajo se limita a las máquinas y al equipo que desempeñan funciones primarias en plantas industriales de tamaño mediano y pequeño. Estas funciones comprenden:

- Mantenimiento de máquinas y herramientas
- Servicios de mantenimiento y de lubricación avanzados
- Montaje de nuevas máquinas y equipo
- Trabajos de modificación de diversas clases
- Generación y distribución de electricidad, vapor, aire comprimido, etc.

Las llamadas funciones secundarias de la labor de mantenimiento comprenden:

- Limpieza
- Manipulación de desechos, residuos, etc.
- Trabajo experimental, construcción de nuevas máquinas y equipo
- Ciertas funciones de almacenamiento
- Seguridad de la planta y protección contra incendios.

En una planta grande, estas funciones secundarias deben realizarse como actividad centralizada de mantenimiento, si la planta comprende varios talleres o si desarrolla actividades en diversos sectores de la industria de transformación de la madera y no solamente en la de productos de ebanistería.

La magnitud de la labor de mantenimiento en la industria viene aumentando de manera continua, y cabe esperar que esta tendencia continúe en el futuro. En la actualidad, el número de trabajadores dedicados al mantenimiento en la industria de transformación mecánica de la madera representa entre el 10 y el 15% del total, y en la industria de tableros de partículas ese número es incluso mayor.

El continuo aumento de la labor de mantenimiento obedece a las siguientes circunstancias:

El rápido y continuo aumento de la mecanización, la automatización y el desarrollo general de la industria, que han reducido en forma notable el número de operarios de producción en la misma.

El considerable aumento de las instalaciones y de las herramientas para mantenimiento.

La importancia relativamente decreciente del absentismo laboral y la importancia creciente del tiempo improductivo de las máquinas.

El carácter de gran densidad de capital que de manera creciente va adquiriendo la industria, con la necesidad concomitante de un funcionamiento continuo, o, dicho en otras palabras, de dos o tres turnos de trabajo.

Las velocidades, presiones, temperaturas, y capacidades cada vez mayores de las máquinas, que se traducen en un desgaste más rápido.

La exigencia del consumidor de una mayor precisión de las máquinas y de una mejor calidad de los productos.

<sup>21</sup> Memoria preparada para el seminario por Antti Aikman, Lahden Rautateollisuus Oy, Lahti (Finlandia). (Publicada originalmente con el número IB/40.133/85.)

La necesidad de redistribuir máquinas y equipo

La seguridad en el trabajo, el acondicionamiento del aire, la higiene industrial y otras circunstancias que imponen nuevas tareas

La creciente conciencia de los problemas sociales y económicos relacionados con el tratamiento y la eliminación de residuos industriales.

Con la intensificación de esta labor, también aumenta constantemente la demanda de personal con la pericia necesaria para los trabajos de mantenimiento, sobre todo en lo relativo a instrumentación y automatización, que imponen nuevas y difíciles exigencias. El empleo y la mantención de nuevos materiales, como los plásticos, contribuyen a reforzar esta tendencia. Antes, e incluso ahora, en cierto grado, la palabra mantenimiento significaba simplemente reparación, es decir: medidas adoptadas cuando algo se rompía o averiaba. En la actualidad, sin embargo, se observa una marcada tendencia hacia el mantenimiento preventivo, lo que debe considerarse como una forma de mantenimiento bastante avanzada.

El equipo se está haciendo tan complejo, y su mantenimiento y reparación están empezando a exigir operarios tan calificados, que sólo algunas plantas industriales pueden permitirse el lujo de emplearlos; únicamente las grandes empresas son autosuficientes a este respecto. Otras empresas deben recurrir a arreglos de sustitución de piezas, e incluso de máquinas enteras. Las piezas averiadas se envían, para su reparación, a una fábrica o taller especializados. Los importadores o fabricantes autorizados proporcionan información sobre tales talleres de reparaciones. Mediante acuerdos anuales u otros acuerdos a largo plazo, puede asegurarse que el taller de reparación especializado tenga siempre máquinas o piezas de repuesto a disposición del cliente.

En general, se obvia que tal ayuda externa para la labor de reparación irá siendo cada vez más corriente, sobre todo porque, de esta manera, podrán obtenerse servicios especializados para tareas que no es posible realizar en organizaciones pequeñas. El motor diesel para camiones o para máquinas es un buen ejemplo de tales piezas cambiables. Si este motor sufre alguna avería, se lo sustituye por otro y va a un taller especializado de reparación donde hay a disposición del cliente un nuevo motor. Este arreglo es muy adecuado para aserraderos de maderas y de rollizos. No debe olvidarse, sin embargo, que, al adquirir las máquinas de trabajo, sus motores han de ser del mismo tipo y estar fabricados al menos por el mismo fabricante, incluso cuando las máquinas sean de marcas diferentes.

#### Organización del mantenimiento

La organización del mantenimiento ha venido cambiando de manera decisiva a lo largo de los años. Antes, toda labor de reparación era realizada por una sola persona, pero se ha ido desarrollando de manera gradual una moderna forma de organización. El lugar que el mantenimiento ocupa en la empresa también ha cambiado de modo radical, pues si antes estaba subordinado a la producción, ahora se está equiparando con ella y dependerá directamente de la gerencia al nivel más elevado.

En relación con la reorganización del mantenimiento y con la organización en general, debiera tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) Si el campo de tareas se amplía, será preciso añadir know-how técnico y económico a la función de supervisión del mantenimiento. En general, cuando la carga de trabajo aumenta, también se amplía el número de ajustadores y otros operarios,

pero no el de ingenieros y técnicos. Si el personal de la oficina es insuficiente, el de supervisión del mantenimiento ha de encargarse a menudo de demasiadas tareas mecánicas y de rutina, en detrimento del control de la planificación, etc. Con frecuencia se olvida que un aumento del número de personas y de la carga de trabajo siempre exige personal adicional para las tareas de supervisión, control y de rutina. A falta de personal técnico, pueden designarse capataces para ciertas áreas, dejando al personal de supervisión el control de los grupos mayores.

- b) Debe evitarse emplear demasiados trabajadores no calificados; el número de tales trabajadores auxiliares no deberá exceder del 20% del personal calificado. Sin embargo, ni el departamento de mantenimiento debe convertirse en un lugar para el personal obsoleto ni el taller de reparaciones en un museo de máquinas anticuadas para trabajar la madera. Para disponer de mano de obra nueva y calificada se requiere capacitación, pero ésta no debe proporcionarse de forma que un joven operario se pase los años ayudando a un trabajador calificado más antiguo, sino que ha de llevarse a cabo bajo la dirección de instructores competentes.
- c) Además, en la presupuestación y en la futura planificación deberá tenerse en cuenta que en la organización del mantenimiento se están integrando tareas y departamentos enteramente nuevos, como, por ejemplo, departamentos independientes para mantenimiento preventivo, desguace y reparación, plásticos, e instrumentación y automatización (posiblemente, incluso de electrónica).

En general, dentro de la organización global del mantenimiento existen los llamados sistemas descentralizados y centralizados. En los primeros, el personal de mantenimiento se divide en pequeños grupos en torno a la fábrica, y a menudo está subordinado, en cierto modo, a la supervisión de la producción local, mientras que en los segundos la labor está dirigida desde un punto y subordinada a una supervisión centralizada. Ambos sistemas tienen sus ventajas e inconvenientes. El sistema apropiado debe seleccionarse por separado en cada caso particular, teniendo en cuenta circunstancias tales como la índole del proceso de trabajo, el costo del tiempo improductivo por minuto, el número de interrupciones del trabajo, el grado de mecanización y de automatización y el desarrollo general de la labor de mantenimiento.

Por regla general, en las empresas pequeñas debiera procurarse la centralización. Sin embargo, cuando la superficie de la fábrica es tan grande que los desplazamientos innecesarios (y que consumen tiempo) llegan a convertirse en un considerable factor de costo, es aconsejable estudiar la posibilidad de establecer una organización al menos parcialmente descentralizada. No obstante, conviene tratar de conservar una supervisión centralizada. Lo mismo es válido para la automatización y cuando se empleen máquinas básicas costosas de gran capacidad (por ejemplo, una máquina de papel o, en la industria del mueble, una línea para pintar los productos). En tales casos, merece la pena, por supuesto, disponer de personal de mantenimiento para controlar el funcionamiento del equipo y el estado en que se encuentra.

Sin embargo, deben centralizarse, casi sin excepción, las siguientes funciones y servicios:

Labor de planificación

Generación y distribución -a las áreas de producción- de electricidad, gas, vapor, aire comprimido, etc.

Mantenimiento de ascensores, vagonetas, camiones, etc.

Cuidado del sistema sprinkler de extinción de incendios, transportadores neumáticos y aire acondicionado

Talleres de mecanizado

La mayor parte de las instalaciones de fabricación de paneles a base de madera

Talleres de construcciones y de reparaciones

La red telefónica interior

Asignación de mano de obra auxiliar.

En principio, cada grupo de personal debería estar dirigido por un capataz de la misma ocupación. Así pues, no es aconsejable, por ejemplo, subordinar los trabajadores de mantenimiento a la dirección de producción. Sería conveniente, sin embargo, subordinar de manera directa grupos de mantenimiento descentralizados a la dirección de mantenimiento en lo relativo a las técnicas de trabajo; pero en lo tocante a la asignación de tareas, dichos grupos deben subordinarse a la dirección de producción.

#### Ficheros de mantenimiento

No es posible organizar bien el mantenimiento sin cierto registro de datos, es decir: sin un fichero. Incluso resulta casi imposible iniciar el mantenimiento preventivo sin estadísticas de las reparaciones efectuadas durante varios meses -y, mejor aún, varios años- a cada una de las máquinas. Cuando una máquina está desmontada, es muy fácil registrar en una ficha, si se tiene a mano, datos tales como los números de los cojinetes, o los de las correas antes de que éstas se desgasten, y el peso de una máquina al verlo en el conocimiento de embarque.

Los objetos que deben tener ficha de registro son casi los mismos en las diversas plantas industriales. Sin embargo, merece la pena considerar de qué objetos deben llevarse tales registros y de cuáles no. En la industria de la ebanistería, por ejemplo, procede llevar registro de las máquinas para trabajar la madera, las prensas, los transportadores y ciertas herramientas de mano, tales como lijadoras, etc.

La ficha básica también sirve como lista para el seguro contra incendios y otros tipos de seguros. Si contiene datos suficientes sobre correas, cojinetes, lubricantes, etc., constituye un excelente punto de partida para uniformar los procedimientos de mantenimiento. A veces se han preparado fichas individuales para cada tipo de máquina, pero, al menos en la industria de la ebanistería, tal diferenciación tiene poco valor. En la práctica, los datos comunes a máquinas diferentes son, por lo general, los más necesarios. Así pues, un solo formulario con bastante espacio para notas suele considerarse más que suficiente.

La ficha relativa a motores eléctricos podría considerarse como una excepción. Este formulario puede ser de tamaño pequeño y normalmente debiera conservarse en el departamento de reparaciones eléctricas. En la ficha sólo se consignan datos electrotécnicos básicos, tales como el tipo de motor, el número de serie y las revoluciones por minuto. Por razones prácticas, los datos sobre reparaciones y mantenimiento se reflejan en una ficha en blanco separada, que, por supuesto, puede archivararse junto con la ficha de la máquina. Los datos sobre reparaciones se acumulan tan rápidamente que las columnas de la ficha básica se llenarían con demasiada rapidez. También es difícil proporcionar en esta ficha espacio suficiente para descripciones detalladas de los trabajos, datos sobre piezas de repuesto utilizadas, etc. La ficha básica y la ficha de reparaciones propiamente dicha también pueden emplearse para controlar los plazos de ejecución de los trabajos (inspecciones de mantenimiento preventivo, servicio de lubricación, etc.).

La numeración de las máquinas para poder llevar su fichero correspondiente puede hacerse de varias maneras, pero lo más corriente es aplicar un número correlativo, por orden de compra o de llegada, o cierta serie de números para cada tipo de máquina. Una tercera posibilidad es aplicar una serie separada de números para las máquinas de cada departamento.

#### Mantenimiento preventivo

Para que el mantenimiento preventivo sea correcto, deberá extenderse a toda la planta, inclusive el edificio de la fábrica y sus líneas de transporte y redes de distribución de agua, gas, electricidad, etc., y no limitarse a las máquinas y al equipo.

En general, el mantenimiento sigue teniendo un carácter pasivo, pues de ordinario esta función sólo comienza cuando las máquinas se averían. Debiera tener, sin embargo, un carácter activo, como suponen la inspección y lubricación en servicio, y la observación continua del estado de la máquina; la reparación básica, planeada con cuidado, debería realizarse oportunamente a efectos de producción.

La idea del mantenimiento preventivo no es nueva. Respecto de algunos mecanismos, como los de ascensores, aviones, ferrocarriles y cámaras de presión, la inspección regular viene siendo práctica normal desde hace unos decenios. Se trata de una función muy amplia entre cuyos elementos figuran los siguientes:

Inspección de máquinas y dispositivos

Reparaciones menores, ajustes, limpiezas, etc., efectuadas durante las inspecciones

Revisiones generales completas planeadas por anticipado y realizadas durante los períodos de inactividad

Servicio de lubricación

Investigación y selección de nuevas piezas y materias primas

Investigación, comparación y recomendación de diversos revestimientos y dispositivos protectores.

El mantenimiento preventivo entraña, naturalmente, ciertos costos, por lo que debieran planearse detenidamente los objetos y el alcance del mantenimiento. En la industria de la ebanistería, el mantenimiento debería extenderse al equipo de pintar y laminar, a los cojinetes de gran velocidad de rotación, a las correas de transmisión, a las cadenas y a las ruedas de cadena.

Antes de iniciar un amplio programa de mantenimiento, las personas que de él se vayan a encargar no deberán ocuparse de ningún otro trabajo. Llegado ese momento, serían imprescindibles los siguientes documentos y datos:

Ficheros con tarjetas de registro de todas las máquinas y dispositivos

Todos los documentos, instrucciones, etc., relativos a cada máquina

Planes de dispositivos y máquinas, en especial de los de grandes dimensiones

Estadísticas de las averías

Datos sobre reparaciones

Diagramas de todas las líneas de distribución de agua, gas, electricidad, etc.

Establecimiento de un servicio de confianza de piezas de repuesto.

Además, es importante que el grupo de servicio preventivo esté integrado por trabajadores laboriosos y activos.

Las actividades de inspección comprenden dos funciones diferentes: inspección y mantenimiento de rutina e inspección conforme al programa de cada máquina en particular. En la industria de la sbanistería, y en otras, la primera función debe aplicarse a:

- Motores eléctricos
- Dispositivos de transmisión de energía
- Tuberías, válvulas y bombas
- Equipo transportador, montacargas y mesas elevadoras
- Dispositivos de acondicionamiento de aire y de extracción de polvo
- Dispositivos de alumbrado
- Máquinas de oficina
- Instrumentos y dispositivos de automatización.

Como ejemplos de periodos de inspección, la segunda de las funciones mencionadas podría comprender:

Inspección semanal de básculas, equipo de refrigeración, células fotoeléctricas, herramientas con motores eléctricos o de aire comprimido, y dispositivos de pulverización y de acondicionamiento de aire para talleres de pintura

Inspección quincenal de correas, acoplamientos, motores de arranque y motores eléctricos; instrumentos y dispositivos de control eléctrico; y compresores de aire, bombas y equipo de acondicionamiento de aire

Inspección mensual de sopladores y transportadores de cinta, neumáticos e hidráulicos; plantas de tratamiento de aguas; aparatos elevadores y montacargas

Inspección trimestral de cargadores para acumuladores; calderas y sistema de alumbrado, soldadoras y transformadores

Inspección semestral de equipo contra incendios, depósitos de agua y sus accesorios, tuberías, líneas de transporte de energía y aparatos de calefacción

Inspección anual de pequeños sopladores eléctricos y cojinetes de bolas de funcionamiento normal.

Un buen ejemplo de mantenimiento preventivo es la observación del cojinete de un eje de cuchilla, que funciona a más de 9.000 revoluciones/minuto, de una máquina de alta velocidad, como una afiladora monohusillo. Un cojinete roto puede originar la avería de toda la máquina. Observando este cojinete de manera regular, podrá determinarse el momento oportuno de sustituirlo, evitando con ello la avería.

El equipo arriba relacionado sólo se cita a título de ejemplo, pues algunas máquinas o equipo pueden requerir varios periodos de inspección diferentes, tales como limpieza diaria, ajuste semanal, inspección mensual del funcionamiento y revisión general anual. Determinar correctamente el período de inspección constituye el requisito básico para un programa eficaz de mantenimiento preventivo. Las inspecciones demasiado frecuentes suponen un derroche de mano de obra y de dinero; por el contrario, el efectuar inspecciones muy de tarde en tarde compromete el buen funcionamiento de la maquinaria. Los periodos entre inspecciones deben variarse conforme vayan cambiando las condiciones, y la observación de los cambios que se produzcan permitirá ajustar estos periodos.

Las máquinas pueden inspeccionarse bien cuando estén funcionando o bien cuando se hallen paradas. En el primer caso, la inspección se efectúa si se observa una vibración anormal, desgaste, defectos de lubricación (fugas de aceite), recalentamiento, piezas mal afianzadas, huelgo de ejes, etc. Sin embargo, debe tenerse en cuenta a este respecto que, en la industria

de la ebanistería, una cuchilla en mal estado puede causar algunas de estas anomalías, por lo que, en las máquinas para trabajar la madera, es preciso observar cuidadosamente los intervalos entre cambios de cuchillas.

Cuando las máquinas no están funcionando, las posibilidades de inspección son, por supuesto, mucho mayores; la experiencia ha demostrado que por lo menos una de cada tres inspecciones debe realizarse de esta forma, pues entonces pueden inspeccionarse y medirse ejes, cojinetes, ruedas de engranaje, superficies deslizantes, correas y bridas, así como las tensiones. Las máquinas que produzcan mucho serrín y viruta deben inspeccionarse especialmente cuando estén paradas, pues entonces se pueden examinar piezas que de ordinario no se hallan a la vista. Para hacer la inspección, deben limpiarse las máquinas de polvo y de viruta. En condiciones tropicales, deben determinarse al mismo tiempo el espesor y el grado de protección de las capas de grasa.

### Ingeniería preventiva

Ingeniería preventiva es la investigación y selección de materias primas y de diversas protecciones, a fin de evitar o reducir la necesidad de reparar las máquinas o el equipo. Una vez desarrollado el programa de mantenimiento preventivo, se suelen descubrir algunas causas de diversas averías y reparaciones, y en muchos casos se ha visto que las construcciones, las materias primas y las protecciones eran inadecuadas. Esta esfera de actividad requiere una labor importante.

La primera tarea al respecto consiste en estudiar estadísticas de reparaciones y analizar los trabajos de reparación más esenciales y frecuentes; la segunda, en determinar si el modificar la construcción, las materias primas o las protecciones mejoraría la situación.

### Mantenimiento de lubricación

La finalidad principal de la lubricación es reducir los efectos de la fricción. Una lubricación eficaz tiene las siguientes ventajas:

Las máquinas se mantienen en buen estado

La vida de las máquinas aumenta al reducirse el desgaste

Aumenta la eficiencia de las máquinas

Disminuye el peligro de accidentes.

Para lograr estas ventajas, es esencial utilizar el lubricante idóneo en el lugar debido y en el momento oportuno.

En la lubricación, son importantes todos los requisitos siguientes:

El suministro de grasas de que se haya de disponer debe ser lo más reducido posible.

Los lubricantes elegidos deben estar incluidos en las normas de la fábrica y marcados con el mismo signo que los puntos de lubricación y las herramientas.

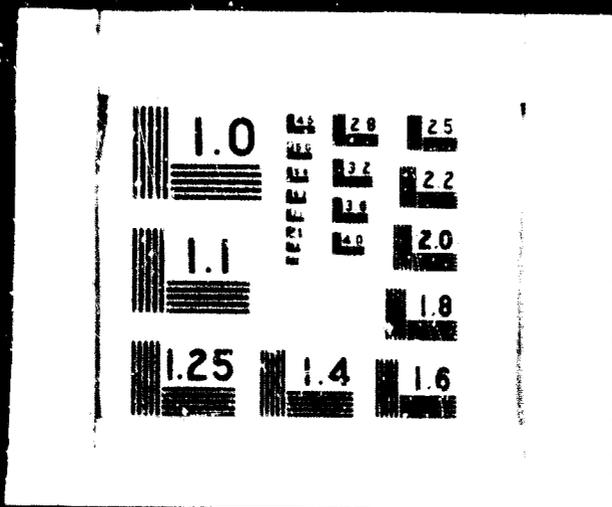
Todos los puntos de lubricación deben lubricarse de manera correcta; es decir, la lubricación debe efectuarse conforme a un plan preparado por un experto. Las compañías que fabrican lubricantes distribuyen tales planes gratuitamente.

La lubricación ha de efectuarse en el momento oportuno, evitando evitarse al mismo tiempo una lubricación excesiva. Se ha comprobado que el exceso de lubricación es más frecuente que lo contrario, sobre todo en los cojinetes de bolas. En general, un cojinete de tamaño pequeño o mediano de uso normal y con velocidades de rotación normales sólo requiere lubricación una vez al año.



75 . 11 . 20

3 OF 3  
06440  
S



La cantidad de grasa utilizada en una carga puede calcularse de manera aproximada mediante la siguiente fórmula:

$$G = \frac{D \times B}{200}$$

donde:

- D = cantidad de grasa necesaria (en gramos)
- D = diámetro mayor del cojinete (en milímetros)
- B = anchura del cojinete (en milímetros).

Para economizar en los costos de lubricación y conseguir que ésta sea fiable, algunas empresas importantes, y especialmente aserraderos y fábricas de madera terciada, han instalado un sistema de lubricación automática, en virtud del cual bombas hidráulicas hacen llegar la grasa necesaria, a través de tuberías, hasta los puntos de lubricación. La cantidad de grasa para cada punto es regulable. Esta forma de lubricación se está generalizando, como, por ejemplo, en el caso de las superficies deslizantes de los transportadores y en la industria transformadora. En la industria de la ebanistería, sin embargo, las máquinas no tienen muchos puntos que puedan lubricarse de esta manera.

Los aceites utilizados una o incluso varias veces no deben desecharse, sino que, por el contrario, se debe procurar limpiarlos. En general, el aceite residual se limpia en plantas especiales. Si esto no es posible, puede construirse fácilmente un filtro a base de desechos de lana.

#### Prevención de la corrosión

La mayor parte de los daños que sufren las máquinas y otro equipo utilizados en la industria se debe a la corrosión. Esto constituye siempre un problema, pero reviste particular gravedad en un medio caluroso y húmedo. Por ejemplo, la velocidad de oxidación del acero es directamente proporcional a la temperatura. Lo más frecuente es que la corrosión sea causada por el agua o por el oxígeno. Este último es un factor que plantea enormes dificultades, pues en algunos casos la resistencia del metal requiere su presencia, ya que el oxígeno provoca la formación de una película protectora de óxido sobre la superficie metálica; a veces, sin embargo, contribuye muchísimo a la corrosión.

Prevenir ésta es, en principio, bastante sencillo. En las superficies de acero, por ejemplo, la velocidad de corrosión se reduce impidiendo mecánicamente que tales superficies entren en contacto con el oxígeno o la humedad o inhibiendo el proceso de oxidación. En la práctica, para impedir la corrosión se utilizan los siguientes métodos:

Construir las máquinas de manera que los materiales oxidables estén protegidos del aire, del calor y de la humedad

Modificar las condiciones ambientales

Recubrir los materiales vulnerables con materias resistentes a la corrosión (pintura, plásticos, caucho, materiales cerámicos), esmaltarlos o protegerlos con mampostería de calderas, o aplicarles revestimientos metálicos o galvanizados

Protección catódica

Empleo de inhibidores de algunas de las reacciones que se producen en la corrosión

Uso de materiales que no tiendan a oxidarse en las circunstancias dadas.

De lo anteriormente expuesto se infiere que, en muchos casos, los métodos para impedir la corrosión requieren considerables conocimientos de química. También conviene tener en cuenta que el primero de los métodos indicados rara vez puede aplicarse in situ; por lo general, corre a cargo del fabricante de la máquina. Sin embargo, al encargar la maquinaria, el comprador puede ejercer presión y tratar de conseguir que esté configurada de la manera más apropiada a las condiciones de empleo.

Respecto del segundo método -modificar las condiciones ambientales- puede procederse de la siguiente manera:

Limpiar y secar el aire de la nave de la fábrica, y reducir su contenido de dióxido de carbono

Reducir la velocidad de flujo, si el problema se refiere a tuberías o conducciones

Mejorar la ventilación.

Las medidas de protección enunciadas en tercer lugar son las más usuales y vienen utilizándose desde hace mucho tiempo. En relación con la pintura, deben seguirse las tres prácticas siguientes: limpiar a fondo la superficie, aplicarle una imprimación inhibidora de la corrosión y recubrirla con pintura que proteja bien. El minio y el amarillo de zinc son dos excelentes imprimaciones tradicionales. Entre las pinturas de terminación cabe mencionar las bituminosas, las lacas y pinturas reactivas, y las pinturas de resina silicónica.

Entre los recubrimientos de plástico existe una amplia gama de pinturas, lacas, pastas y soluciones. En la actualidad, su empleo está muy extendido y ha quedado demostrada su utilidad para proteger superficies y aumentar la resistencia al desgaste.

El revestimiento con caucho es una posibilidad a considerar en el caso de depósitos, tuberías, rodillos, transportadores, rodillos de encolar y máquinas encoladoras en general. Sólo debe realizarlo un vulcanizador muy competente, a fin de asegurar que el caucho se adhiera con firmeza a la superficie a que se aplique.

Las mamposterías de calderas, el esmaltado y los revestimientos cerámicos sólo deben emplearse en lugares expuestos a temperaturas muy elevadas.

Los revestimientos metálicos y el galvanizado no siempre tienen por objeto proteger contra la corrosión, sino que a veces se emplean para proteger contra el desgaste o para dar brillo al objeto de que se trate. Los métodos de revestimiento por inmersión en caliente, por aspersión y electrolíticos son los más usuales. Como recubrimiento se emplean capas de zinc, cromo, níquel, aluminio, estaño y plomo.

Los otros métodos enumerados tienen poca importancia en la industria de la ebanistería, salvo en el caso de plantas en que se utilizan piezas metálicas para muebles. En tal caso, debe consultarse con un experto en esta materia, a fin de que tales piezas sean tratadas de manera correcta y con los materiales apropiados.

Por último, debe mencionarse la llamada protección provisional, consistente en el empleo de materiales que influyen en el aire circundante, y de películas protectoras. Estas películas protectoras son de plástico de PVC, que puede ser desprendido. Primero se derrite el plástico, y luego se empuja al objeto que se desea proteger en la masa fundida (a una temperatura de 175°C). A los productos químicos que influyen en el aire circundante se les denomina inhibidores de humo de vapor, los cuales forman una capa de protección sobre el objeto.

Existencias en almacén para la labor de mantenimiento

Las existencias de que ha de disponerse en almacén para la labor de mantenimiento son principalmente las siguientes:

Piezas corrientes: tuberías, tuercas, pernos, fierblas, cojinetes, etc.

Piezas para determinadas máquinas: piezas de repuesto y cojinetes especiales, etc.

Conjuntos de repuesto: motores, bombas, condensadores, acoplamientos, etc.

Suministros generales: materiales de relleno, lubricantes, pinturas, etc.

Herramientas de máquinas: cuchillas, taladros, muelas abrasivas, etc.

Herramientas de mano: llaves de tuercas, calibres, herramientas de aire comprimido, herramientas eléctricas, etc.

La creciente mecanización y automatización también vienen contribuyendo al valor capital de las existencias para mantenimiento. La misma tendencia se viene observando en el costo cada vez mayor del tiempo improductivo. Las reparaciones deben efectuarse con la mayor rapidez posible, para lo cual ha de disponerse en almacén de suficiente piezas de repuesto.

En relación con los materiales de mantenimiento, han de tenerse en cuenta dos factores inherentes de conciliar. Por una parte, para poder llevar a cabo las reparaciones con mayor rapidez y reducir el tiempo improductivo es preciso tener en almacén cantidades crecientes de piezas de repuesto y dispositivos para las máquinas más esenciales. Por otra, sin embargo, si se atiende a los costos de capital y de almacenaje, las existencias en almacén deberán reducirse al mínimo. En general, la solución final ha de ser una especie de transacción.

Si la fábrica se encuentra lejos del país donde se fabrica su maquinaria, como ocurre con la mayoría de los países en desarrollo, las existencias de piezas de repuesto habrán de ser bastante importantes, a fin de asegurar el funcionamiento continuo de la fábrica. No obstante, al encargar la máquina deberán señalarse las piezas de repuesto que probablemente se van a necesitar, pidiendo al mismo tiempo las piezas de repuesto que permitan asegurar el funcionamiento de la máquina durante un período de dos años, o incluso mayor, en algunos casos. Además, merece la pena discutir con otros usuarios de las máquinas la necesidad de cada pieza de repuesto en particular, especialmente si estas piezas son caras.

También debe procurarse la normalización, adoptando, por ejemplo, el sistema métrico para todas las máquinas y piezas de máquinas, roscas, orificios, cojinetes, etc., y descartando las medidas en pulgadas.

Es fácil mantener al día las existencias si se hace con orden y si las fichas se archivan debidamente. El llamado "límite de alarma", o nivel mínimo de piezas y tiempo que requiere el conseguirlas, debe figurar en el mayor número de fichas posible, a fin de que pueda cursarse el pedido tan pronto como el número de piezas en almacén caiga por debajo de ese nivel. En este caso, es útil servirse de fichas de productos o de piezas de repuesto. Con respecto a las máquinas pequeñas, en las fichas de máquinas sólo figuran las piezas de repuesto más esenciales. De las piezas de repuesto normales que se utilizan en muchas máquinas debe prepararse un resumen por departamento y otro para toda la planta, indicando su número total. Tales piezas son, por ejemplo, correas, cadenas, motores y cojinetes. La lista resumida constituye una base para las compras, el almacenamiento y la normalización interna. En todas estas listas las piezas de repuesto suelen identificarse mediante números o letras clave. La lista de piezas de repuesto y su registro deben mantenerse al día y en forma ordenada, con objeto de que puedan encontrarse los artículos necesarios sin pérdida de tiempo.

Las reparaciones pueden hacerse con creciente rapidez a medida que la función de mantenimiento evoluciona para atender las necesidades cambiantes. Por otro lado, dichas reparaciones entrañan costos, y siempre hay un límite que resulta antieconómico rebasar. Conviene, pues, calcular por anticipado la cuantía del capital que debe inmovilizarse en piezas de repuesto para las máquinas más esenciales; el costo de otros métodos posibles debe calcularse cuidadosamente. El ejemplo que figura más abajo se refiere a un motor eléctrico grande y esencial que funciona a base de tres turnos de trabajo. El costo del tiempo que permanece inactivo se ha calculado en 200 marcos finlandeses por hora. El mantenimiento periódico de dicho motor puede realizarse por uno de estos cuatro métodos: a) revisión general completa sin sustitución de piezas; b) rebobinado completo, etc.; c) sustitución del rotor completo y d) sustitución del motor completo. En el cuadro siguiente se establece una comparación de los costos respectivos. Un estudio de dicho cuadro pone de manifiesto que el tercero de esos métodos, es decir, la sustitución del rotor, es el preferible, por lo que resulta económico mantener en reserva un rotor completo.

Costos comparativos de cuatro métodos de revisión general  
periódica de un motor eléctrico grande

Tipo de revisión	Tiempo de reparación (horas)	Costos (marcos finlandeses) <sup>a/</sup>			
		Tiempo improductivo	Piezas	Mano de obra	Total
Revisión completa	240	48.000	-	6.000	54.000
Rebobinado, etc., del rotor	144	28.800	1.000	2.900	32.700
Sustitución del rotor	7	1.400	8.000	300	9.700
Sustitución del motor	3	600	16.000	100	16.700

<sup>a/</sup> A principios de 1973, el tipo de cambio del marco finlandés era de Mk 3,90 = \$1.

Montaje de las máquinas

Las máquinas deben montarse con gran cuidado, pues un montaje incorrecto o defectuoso puede causarles daños irreparables durante su funcionamiento. Antes de iniciar el montaje, deben leerse con detenimiento las instrucciones que normalmente proporciona el fabricante al suministrar la máquina. Es más, siempre que sea posible, deberían solicitarse y obtenerse dichas instrucciones antes de la llegada de la máquina. Aunque las diversas formas de montar las máquinas más usuales para trabajar la madera no difieren de manera sensible, conviene tomar nota de las herramientas y disposiciones necesarias consignadas en las instrucciones de cada máquina en particular. Esto es importante incluso si la máquina es de un tipo familiar, pues los diseños de máquinas y dispositivos cambian con frecuencia.

Algunas máquinas pesadas, tales como las lijadoras de cinta ancha y las cepilladoras y regresadoras anchas, pueden colocarse en su sitio sin necesidad de afianzarlas al piso. En tal caso, deben colocarse bajo la máquina láminas de goma para amortiguar las vibraciones. Sin embargo, este método de montaje requiere que el suelo esté perfectamente nivelado y plano.

De todos modos, y cualquiera que sea la máquina, el montaje puede efectuarse afianzándola con pernos de fijación. Una vez decidido el emplazamiento, deben practicarse en el suelo los orificios para los pernos de cimentación, o, si la planta se halla en construcción, pueden utilizarse muy pronto las perforaciones necesarias. Estas perforaciones o cavidades han de ajustarse por completo a los planos del fabricante; en ningún caso serán menores que las indicadas en el plano, pues, de lo contrario, los pernos ser aflojarán tan pronto como la máquina empiece a funcionar.

Al efectuar la instalación, se coloca la máquina en su lugar exacto, se insertan los pernos de cimentación en los orificios del bastidor y se atornillan a través de los orificios y cavidades del suelo. La máquina se alza entonces del suelo (entre 20 y 30 mm) mediante cuñas metálicas, placas de plomo, etc., colocadas entre el bastidor y el suelo. Las cuñas deben colocarse lo más cerca posible de los orificios de fijación. (A tal fin, debe emplearse un nivel de burbuja para comprobar la posición horizontal de la máquina.) Las cavidades de los pernos se rellenan entonces con lechada de cemento y una vez endurecida ésta, se aprietan los pernos de cimentación. En esta fase ha de ponerse sumo cuidado en que no se creen tensiones en la máquina, es decir: los pernos no deben ejercer un efecto de flexión o de torsión en el bastidor, cosa que puede ocurrir si no se instala la máquina en un piso plano y horizontal. La torsión y la flexión obstaculizan el funcionamiento de las piezas móviles, e incluso el bastidor puede dañarse.

Al planear el emplazamiento de la máquina, deben preverse los cables eléctricos necesarios, las tuberías de aire comprimido e hidráulicas, y los conductores de evacuación de polvo.

La extracción del polvo y de las virutas de madera tiene capital importancia, y si no se hace debidamente, ello irá en detrimento de la eficiencia, de la salud y de la seguridad de los trabajadores. Por otra parte, resulta fácil descuidar el mantenimiento de una máquina polvorienta. También es mayor el peligro de incendio, pues los motores recubiertos de virutas y astillas de madera suelen recalentarse y se queman sus bobinados, con el consiguiente riesgo de daños de mayor importancia. Por último, debe subrayarse que una fábrica limpia produce más y mejores artículos en menos horas de trabajo por unidad de producto, y que funciona con costos de mantenimiento mínimos.

Respecto de las virutas y el polvo, lo mejor es limpiarlos neumáticamente de la cuchilla del cabezal cortador, que es donde se originan. El sistema neumático de succión de virutas puede ampliarse a toda la nave de la fábrica y a cada máquina en servicio. La seguridad y la limpieza no son las únicas ventajas de tal sistema centralizado; los residuos así recogidos pueden utilizarse después en fábricas de tableros de partículas o de celulosa.

El dotar a viejos edificios de tales canalizaciones para los residuos de madera puede entrañar dificultades y costos adicionales, pero éstos no suelen ser desproporcionados. En tales casos, es frecuente que los conductos colgantes del techo sean la única solución. En nuevas plantas en construcción o proyecto se pueden prever conductos en el suelo para la red de succión, de forma que las virutas que caen al suelo puedan barrerse hasta las bocas previstas al efecto, desde las cuales son absorbidas.

## 22. LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS PARA TRABAJAR LA MADERA Y SU MANTENIMIENTO\*

Al considerar la fabricación de muebles y artículos de carpintería a escala industrial, los planificadores han de conocer bien las máquinas herramientas para transformar la madera y su mantenimiento correcto, pues se trata de equipo que es a la vez complicado y costoso y cuya selección, explotación y mantenimiento correctos tendrán capital importancia para el éxito de la explotación. Por esas razones, se examinan aquí con cierto detalle la naturaleza, el funcionamiento y la correcta conservación de algunos de los tipos más importantes de máquinas de transformación de la madera.

Empezamos examinando algunas de las máquinas herramientas utilizadas para cortar. Como se indica en la figura I, los rollizos y maderos se pueden aserrar de tres formas distintas: 1) perpendicularmente a la fibra (corte contra el hilo); 2) paralelamente a la fibra (corte al hilo); y 3) paralelamente a la fibra pero con la herramienta moviéndose en sentido transversal a ella. Las herramientas utilizadas para efectuar esas operaciones han de estar diseñadas en consecuencia.

### Hojas de sierra circular

Existen sierras circulares con dientes apropiados para cortar la madera al hilo o contra el hilo. En la figura II se indican las formas y los ángulos normales de los dientes. La sierra debe estar bien equilibrada cuando funciona y, para tener la seguridad de que su rotación será satisfactoria y uniforme, la parte central debe martillarse de antemano (pretensado) a fin de que adquiera la extensión correspondiente a la que se produce en el borde de la sierra cuando ésta funciona a toda velocidad.

Cuando las sierras se reciben del fabricante, están correctamente equilibradas y tensadas, pero la misma operación de corte hace que pierdan su tensión, que habrá de ser renovada por personal experimentado.

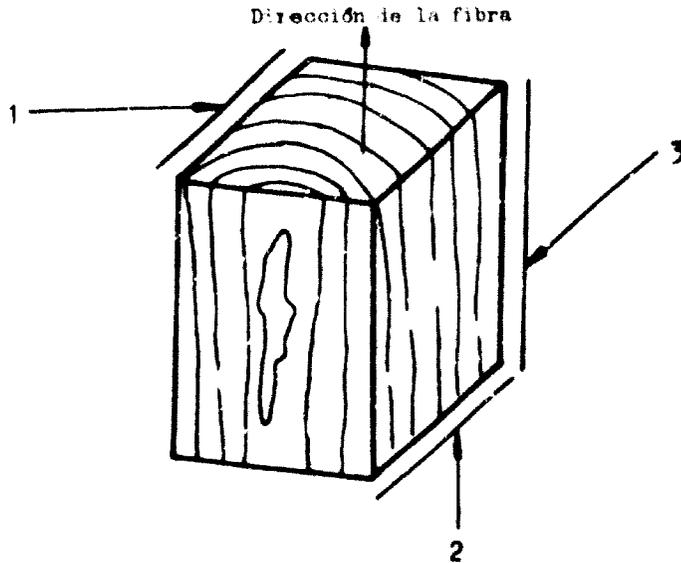
Normalmente, la velocidad en la periferia es de unos 50 m/segundo. Las velocidades periféricas superiores e inferiores a la normal requieren un ajuste de la tensión; las velocidades más elevadas requieren tensiones inferiores y viceversa.

Es muy importante que las hojas sean absolutamente uniformes y planas cuando giran y que no se aparten más de un par de décimas de milímetro del plano vertical. De ahí la importancia que tiene el tensado.

Los aceros de calidades adecuadas para sierras suelen tener una dureza uniforme de 46 R<sub>c</sub> aproximadamente, sin variaciones apreciables. Para que las hojas de sierra trabajen bien, es necesario que estén correctamente afiladas y montadas y que en el mantenimiento se conserve la forma correcta de los dientes, con los ángulos adecuados.

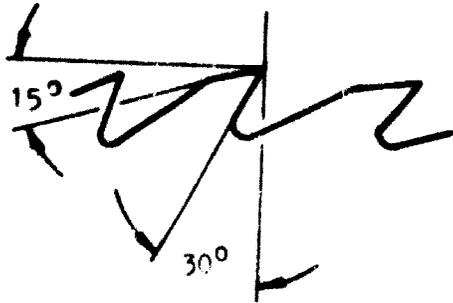
\* Memoria presentada al seminario por Erik Wänzlert, Sandviken Jernverk AB, Sandviken (Suecia). (Publicada originalmente con signature ID/NO.105/11/Ev.1.)

**Figura 1. Direcciones de corte con respecto a la fibra de la madera**

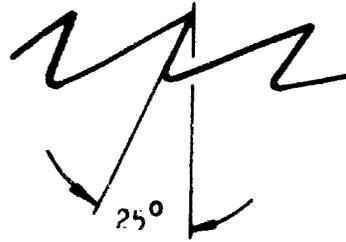


- Clave:**
1. superficie de corte perpendicular a la fibra;
  2. superficie de corte y movimiento de la herramienta paralelos a la fibra;
  3. superficie de corte paralela a la fibra pero moviéndose perpendicularmente a ella.

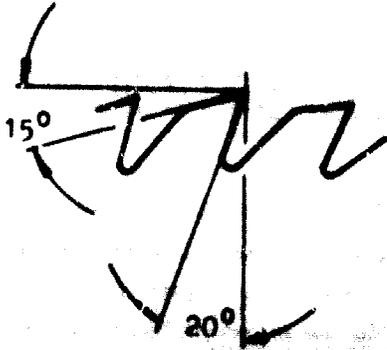
Figura II. Formas y ángulos de dientes estándar para las hojas de sierras circulares



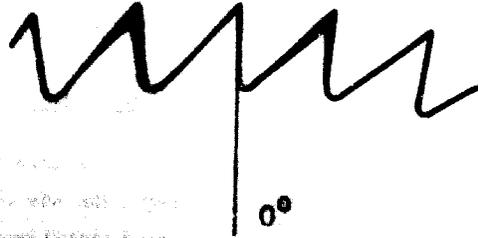
A Angulo del bisel anterior =  $0^\circ$   
Angulo del bisel posterior =  $5^\circ$



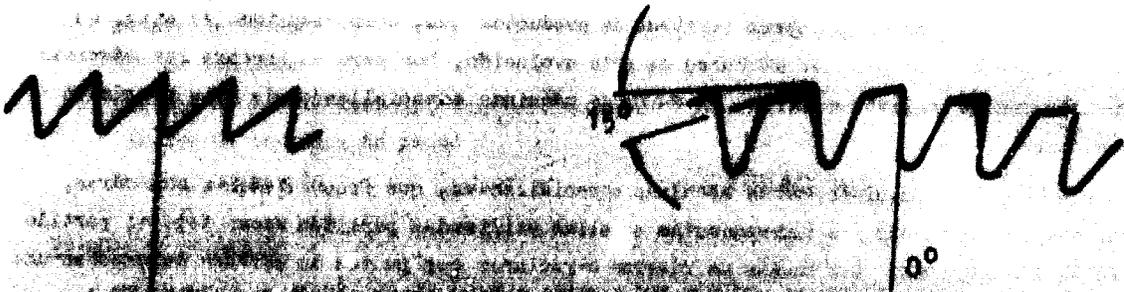
C Angulo del bisel anterior =  $0^\circ$   
Angulo del bisel posterior =  $5^\circ$



D Angulo del bisel anterior =  $0^\circ$   
Angulo del bisel posterior =  $5^\circ$



F Angulo del bisel anterior =  $15^\circ$   
Angulo del bisel posterior =  $15^\circ$



E Angulo del bisel anterior =  $15^\circ$   
Angulo del bisel posterior =  $15^\circ$

La hoja de sierra se monta en un eje que encaja exactamente en su orificio central. El eje suele estar accionado por una transmisión de poleas, pero en algunas máquinas más pequeñas va directamente al motor.

Al aserrar, se hace avanzar la troza hacia la sierra en una mesa separada o carro para trozas. Se sigue utilizando la alimentación manual en los aserraderos anticuados.

En talleres de abastecida y otras plantas industriales similares, es corriente la alimentación manual, pero también se utilizan rodillos o cintas. El aserrado de trozas con sierras circulares es barato en lo que respecta al costo de la maquinaria, pero a menudo las medidas de la madera aserrada son poco precisas pues resulta muy difícil apoyar la hoja de la sierra correctamente. Es muy importante que la hoja esté correctamente tensada y nivelada.

No es necesario clasificar el material que debe trabajarse y basta con apartar las trozas demasiado grandes. En algunos países, para aserrar trozas grandes, se utilizan las llamadas sierras dobles. Este tipo de sierra consta de dos hojas, colocadas una encima de la otra de manera que las curvas de la sierra se encuentren en el corte.

Las sierras circulares no son económicas pues con ellas se pierde mucha madera en forma de serrín. Por consiguiente, estas máquinas están desapareciendo poco a poco, especialmente por lo que respecta al aserrado de trozas. En cambio, la fracción del mercado correspondiente a las sierras de cinta y a las sierras circulares con puntas de carburo va a ir aumentando cada vez más, en detrimento de las sierras circulares tradicionales, más pequeñas.

#### Sierras circulares con hojas de carburo

La popularidad de las hojas de sierra circulares con puntas de carburo aumenta constantemente. La introducción de máquinas más estables, diseñadas especialmente para este tipo de hojas, y la mayor experiencia en la utilización y el cuidado de las mismas se han traducido en crecientes ahorros.

La industria de productos de la madera de Suecia se ha reorganizado en el curso de los últimos años y se ha generalizado la adopción de medidas encaminadas a aumentar la eficiencia. Al agudizarse la competencia cada vez más, la mayoría de las empresas se han visto obligadas a centrar sus esfuerzos en una gama limitada de productos que, como resultado de ello, se fabrican en grandes series. En el curso de esta evolución, han perdido terreno las máquinas universales que se utilizaban antes, en favor de máquinas especializadas de gran precisión y capacidad.

Sin embargo, al adquirir estas máquinas especializadas, que frecuentemente son caras, hay que asegurarse de que las herramientas en ellas utilizadas permiten sacar todo el partido posible de las máquinas. Las hojas de sierras circulares con puntas de carburo desempeñan una función importante a este respecto. Gracias a su larga vida útil, se ha podido elevar la producción y reducir los costos unitarios de fabricación. Sin embargo, el rendimiento óptimo de las hojas con puntas de carburo únicamente puede conseguirse en ciertas condiciones de trabajo bien determinadas.

#### Velocidad de corte

Como regla general, las máquinas de tipos más antiguos que se utilizan en la industria de la transformación de madera no pueden ajustarse para diferentes velocidades. Tales ma-

una velocidad que, con hojas normales, da una velocidad de corte aproximada de 47 m/seg. (155 pies/seg., véase la figura III). Cuando se pasa a utilizar las hojas con puntas de carburo, se puede emplear un diámetro más pequeño porque, con este tipo de hojas, la reducción del diámetro no representará más de 5/8 de pulgada (15 mm) aproximadamente, durante la duración de servicio de la sierra; dicho con otras palabras, mucho menos que en el caso de las hojas corrientes. Teniendo en cuenta estas circunstancias, una hoja con puntas de carburo montada en una máquina de tipo más antiguo dará una velocidad de corte muy inferior a la de la hoja tradicional, lo cual significa en muchos casos que no puede utilizarse de la forma más económica.

En el cuadro 1 se indican las velocidades de corte recomendadas para diversos tipos de material. La velocidad de corte correspondiente a cada grupo sólo puede indicarse dentro de unos límites relativamente amplios porque las distintas clases de madera y de tableros a base de madera no se trabajan con la misma facilidad. En los límites superiores, es necesario que la máquina sea suficientemente estable para que la hoja funcione sin vibraciones. Si la velocidad de alimentación por diente es demasiado baja, no se formarán verdaderas virutas, pues el filo del diente actuará únicamente de una manera abrasiva sobre el material, desgastándose excesivamente en consecuencia. Para reducir el desgaste es mejor aplicar una gran velocidad de alimentación por diente, pues el desgaste del filo depende principalmente del recorrido del diente a través del material. Si se utiliza una velocidad de alimentación demasiado alta, puede ocurrir que las fuerzas de corte sean tan grandes que se rompa el carburo sinterizado del borde cortante. El tipo de acabado que se precise será siempre un factor importante al seleccionar la velocidad de alimentación.

Quadro 1

Velocidades de corte de las sierras circulares con puntas de carburo en distintos materiales

Material	Velocidad de corte	
	m/seg.	pies/seg.
Madera de coníferas	60-90	200-300
Madera de frondosas	50-70	160-230
Madera terciada	60-80	200-260
Tablero de fibras dures	70-90	230-300
Tablero de residuos de papel	60-80	200-260
Tablero laminado	60-90	200-300

Velocidad de corte

El avance por diente puede variar entre 0,005 y 0,012 pulgadas (0,05 - 0,30 mm), según el material que se está trabajando y el nivel de acabado requerido. Puede calcularse aplicando la fórmula siguiente:

$$V = \frac{1.000}{Z}$$

donde V es la velocidad de corte en pies por minuto y Z es el número de dientes por pulgada de diámetro de la sierra.

Figura III. Velocidad de corte (m/seg.) en función de la velocidad de la hoja (rev/min)

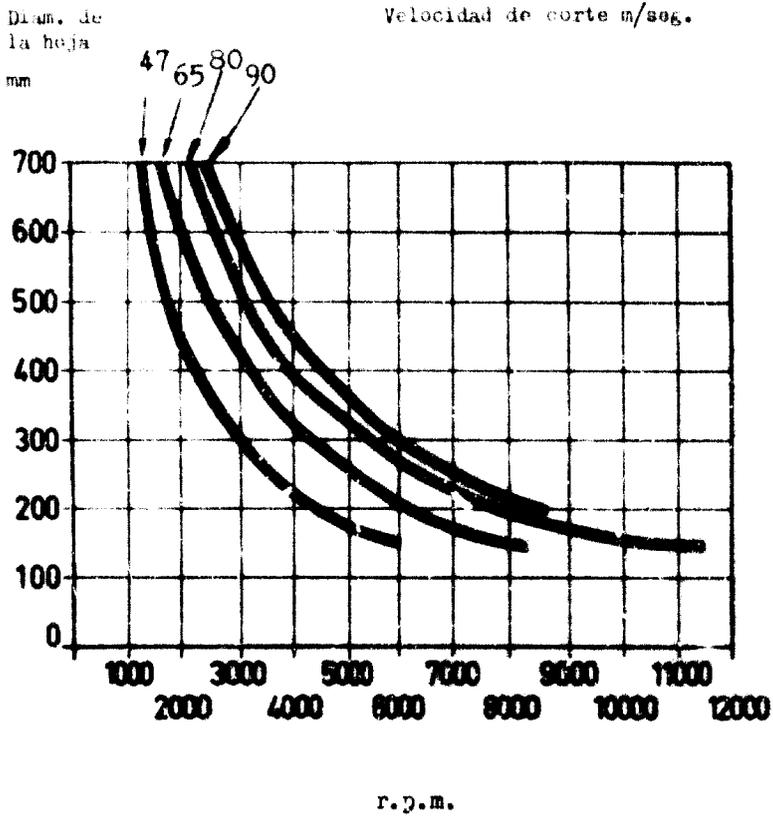
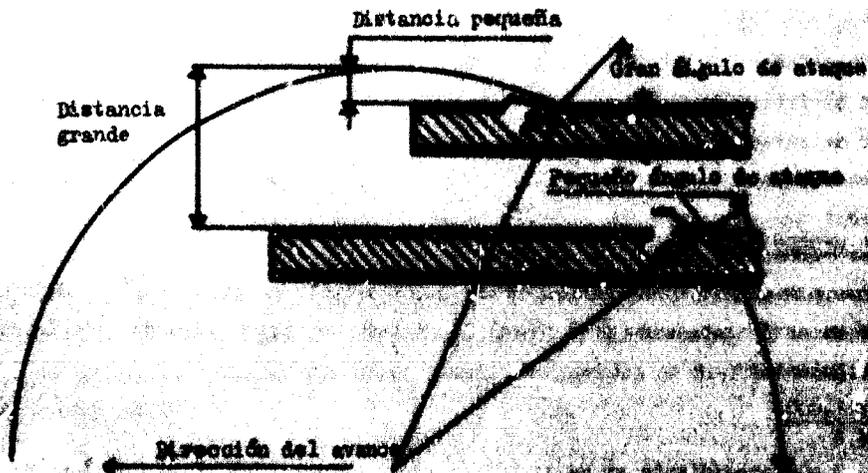


Figure IV. Variación del ángulo del ataque del diente con respecto al material



### Altura de la hoja sobre la superficie de trabajo

El ángulo de "gancho" de las hojas con puntas de carburo catalogadas y normalizadas suele estar proyectado para que la hoja se mantenga a una altura de  $2/8$  a  $5/8$  de pulgada (10 a 15 mm) por encima de la pieza de trabajo. En la figura IV se observa cómo varía el ángulo de ataque del diente con respecto al material cuando varía la altura de la hoja. En otras palabras, es posible influir en cierta medida sobre el acabado de la sección modificando la altura que sobresale la hoja de la pieza de trabajo, y esto ocurre sobre todo con los materiales recubiertos de plástico laminado o chapa. La altura óptima de la hoja debe determinarse en cada caso por tanteo. Por lo general, cuanto mayor sea esa altura peor será el corte de entrada en la cara inferior del material, y mejor será la cara superior. En cambio, si la altura es menor, es peor el corte de entrada en la cara superior, pero se obtiene una cara inferior sin defectos. En la primera situación, la trayectoria de corte a través del material es más corta, lo cual supone menos fuerza de avance y, teóricamente, menor desgaste del filo. Sin embargo, en el segundo caso, se obtiene un movimiento de la hoja más uniforme y, por consiguiente, un mejor acabado del corte.

### Ángulos

El ángulo de salida de corte se mantiene entre  $10^\circ$  y  $12^\circ$  (figura V). En intensos estudios se ha puesto de manifiesto que, si se aumenta el ángulo por encima de esos límites, no se obtienen unas fuerzas de corte inferiores pero, en cambio, se puede debilitar el filo. Por mor de la solidez, el ángulo de la punta del diente no debe ser inferior a  $45^\circ$ . El "gancho" queda determinado por las propiedades específicas de corte, la facilidad de trabajo y la dureza de la madera. Los valores normales oscilan entre  $0^\circ$  y  $30^\circ$ ; los ángulos más abiertos se emplean para cortar al hilo madera de coníferas y los más cerrados para practicar cortes de través y rebajar.

En el corte al hilo, la madera tiende a separarse delante de la sierra lo cual reduce las fuerzas de corte. Por consiguiente, se puede aumentar el gancho sin peligro de sobrecargar el filo, y tal aumento se traduce en menores fuerzas de avance.

El ángulo de salida tangencial oscila normalmente entre  $3^\circ$  y  $4^\circ$ . El ángulo de salida radial se mantiene entre  $1,5^\circ$  y  $2^\circ$ . Sin embargo si la hoja tiene tendencia a acumular depósitos, habrá que aumentar este ángulo hasta  $3^\circ$ .

El biselado anterior e frontal se utiliza en las hojas ordinarias de acero al carbono cuyos dientes tienen las formas F y G; en los casos  $15^\circ$  (véase la figura II). En las hojas con puntas de carburo, el biselado anterior se emplea para cortar ingletes y también madera terciada y tableros enchapados cuando se quiere obtener un corte limpio. En esos casos, el ángulo nunca tiene más de  $5^\circ$  a fin de no debilitar el filo. Actualmente, la mayoría de las hojas con puntas de carburo tienen también biselado posterior. Si se compara con una hoja de dientes rectos, la hoja con bisel posterior regulará mejor el avance y menos fuerza de avance. El ángulo oscila entre  $1^\circ$  y  $3^\circ$ .

En las hojas con punta de carburo, los biselados "laterales", es decir los biselados, tanto anterior como posterior, se emplean para cortar a lo largo de la izquierda y hacia la derecha. Esto se traduce en un movimiento de la hoja de arriba hacia abajo los dientes tuvieran el bisel en el lado izquierdo y viceversa. Este biselado lateral se emplea en algunos casos con

Figura V. Designaciones de ángulos admitidas en Suecia para las hojas de sierras circulares con puntas de carburo

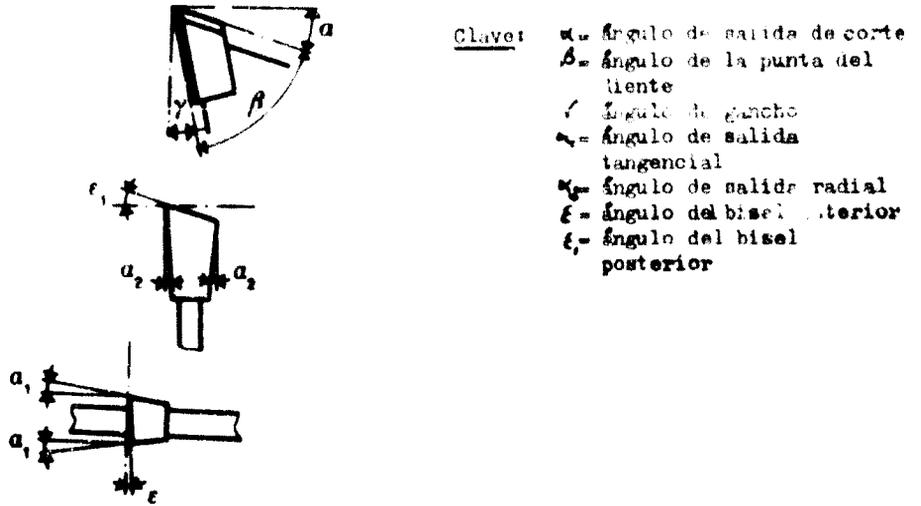
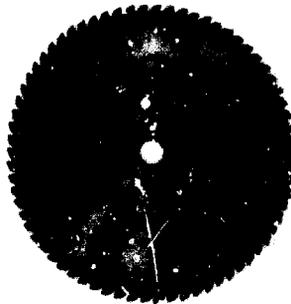


Figura VI. Hendiduras y orificios de expansión de las hojas de sierras circulares con puntas de carburo



### Dimensiones

Las normas suecas (SIS) por las cuales se rigen las dimensiones de las hojas de sierras circulares con puntas de carburo han sido determinadas recientemente. La norma sueca 2370 contiene una lista de dimensiones que incluye series de diámetros, tres series de anchuras de dientes y series de números de dientes para pasos de 75, 49, 30, 19, 14 y 10 mm; en la norma 2371 se dan datos para hojas de sierras circulares de corte al través; y en la norma 2372, para hojas de sierra para corte al hilo.

Todavía no se ha normalizado el espesor de la hoja. Normalmente, viene a ser de  $1/32$  a  $1/64$  de pulgada (1 mm) inferior a la anchura del borde de corte. Dicho de otra forma, la hoja tiene un huelgo aproximado en el corte de 0,02 pulgadas (0,05 mm).

A veces se fabrican hojas de filos cortantes muy estrechos que sólo tienen un huelgo de 0,0182 pulgadas (0,3 mm). Por consiguiente, hay que prestar mayor atención a su montaje y poner especial cuidado al aserrar. Las hojas con puntas de carburo suelen ser algo más gruesas que las ordinarias de acero al carbono, a fin de que su movimiento sea bien uniforme y de conseguir una buena unión de la punta de carburo por soldadura.

Para liberar las tensiones que se crean en la periferia de la hoja, principalmente como resultado del calor originado al aserrar, las hojas con puntas de carburo llevan hendiduras y orificios de dilatación, según se observa en la figura VI. Dichas hendiduras se encuentran en todas las hojas con dientes poco espaciados y en las que se utilizan para un aserrado continuo.

### Calidades de carburos sinterizados

Desde 1959, los carburos sinterizados se describen conforme a las designaciones de la Organización Internacional de Normalización (ISO) con respecto a las operaciones de mecanizado en las cuales se forman virutas. Según se indica en la figura VII, hay tres grupos principales. Las flechas indican en qué dirección aumentan la durabilidad y la tenacidad, respectivamente. En la transformación de la madera, los carburos sinterizados exhiben el desgaste por abrasión que se muestra en la figura VIII, y que recibe el nombre de desgaste lateral.

Las calidades de carburos sinterizados que entran dentro del grupo K (véase la figura VII) son particularmente resistentes al desgaste lateral y por consiguiente se utilizan en las hojas de sierra circulares. La calidad utilizada depende del diseño de la hoja y del material que hay que trabajar. Es importante que el carburo sinterizado sea suficientemente duro para resistir la rotura del filo durante el aserrado. La tenacidad y la solidez guardan relación principalmente con el tipo de carburo, el contenido de cobalto y la estructura del grano. Por consiguiente, un mayor contenido de cobalto y un grano más grueso producen una mayor tenacidad pero una durabilidad inferior.

### Afilado

Un error que se comete con frecuencia es afilar una hoja con puntas de carburo con una frecuencia inferior a la necesaria para conseguir resultados óptimos. Se debe estudiar el desgaste lateral considerándolo como una gafa para saber el momento en que resulte más económico volver a afilar la herramienta. El desgaste no debe ser superior a 0,008 pulgadas (0,2 mm) (véase la figura IX). La forma más fácil de comprobar este desgaste es utilizar una lupa con dispositivo para medir.

Figura VII. Calidades de carburos sinterizados determinadas por la ISO

K40	K30	K20	K10	K01	M40	M30	M20	M10	P80	P40	P30	P20	P10	P01
DURABILIDAD TENACIDAD					DURABILIDAD TENACIDAD					DURABILIDAD TENACIDAD				

Figura VIII. Desgaste por abrasión típico ("desgaste lateral") de una herramienta para trabajar la madera que tenga puntas de carburo sinterizado

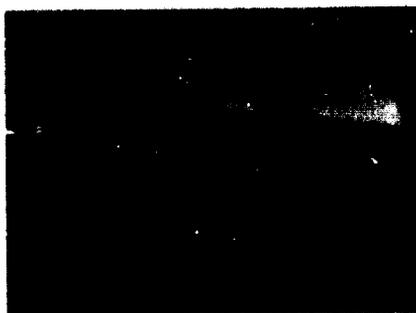
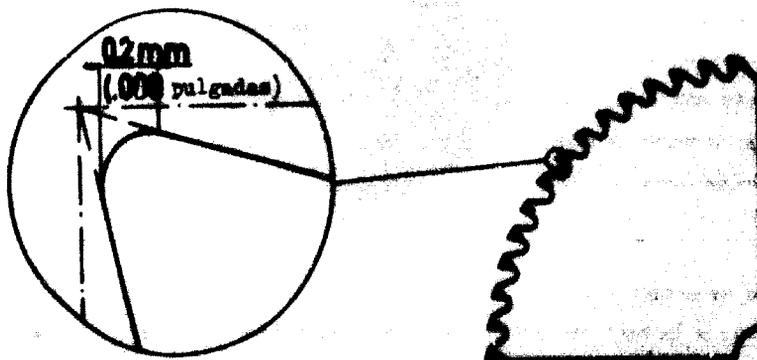


Figura IX. Desgaste lateral de una hoja de sierra con puntas de carburo



Al afilar, operación para la cual habría que utilizar una muela adiamantada, hay que afilar primero el borde principal y después el borde posterior. Como se indica en la figura IX, el desgaste penetra considerablemente en el ángulo de trabajo, a pesar del ángulo de salida radial. Si únicamente se afila la parte posterior, hay que quitar una cantidad relativamente grande de la punta de carburo para restablecer el filo de una manera plenamente satisfactoria.

Para un primer afilado, se recomienda una rueda de 150 granos y para el acabado una rueda de 300 granos. La máquina de afilar debe ser estable y la hoja debe estar fijada de manera segura, preferentemente con un soporte cerca del punto de afilado.

### Resumen

El empleo de hojas con puntas de carburo es cada vez más frecuente. La introducción de máquinas más estables, proyectadas especialmente para utilizar hojas con puntas de carburo, y una mayor familiaridad con la utilización y el mantenimiento correctos de dichas hojas se han traducido en crecientes economías. Nuevas configuraciones y nuevas calidades de carburo sintetizado, compuestas especialmente para las diversas condiciones de aserrado, aumentarán todavía más las posibilidades de las hojas con puntas de carburo. Desde luego, es conveniente que se observen y apliquen en la medida de lo posible las normas por las que se rigen las dimensiones.

### Hojas para sierras de cinta

Normalmente, las hojas para sierras de cinta sólo tienen dientes en un lado, pero un número reducido de ellas los tienen en ambos. La distancia entre puntas (paso) varía según la dimensión y la aplicación de la hoja, también influyen en ella el tamaño y el tipo de material que ha de cortarse. Las hojas de sierras de cinta se utilizan exclusivamente para cortar al hilo. En los aserraderos se utilizan hojas más anchas y en las ebanisterías y otras industrias similares de transformación de la madera se emplean hojas más estrechas.

En general, se considera que las hojas de sierra son estrechas hasta los 70 mm de ancho, teniendo las llamadas anchas más de 70 mm de anchura. Las hojas de sierras de cinta para cortar trozas suelen tener una anchura superior a 150 mm.

La máquina de aserrar de cinta suele funcionar en posición vertical, pero las máquinas horizontales están ganando terreno, especialmente en los aserraderos más pequeños. La máquina consta de dos ruedas, fijas a un bastidor bastante rígido, alrededor de las cuales pasa una banda metálica dentada continua, que es la hoja de la sierra. La rueda inferior está accionada por un motor y la superior por la hoja de la sierra, que actúa como correa de transmisión. En una máquina vertical, la hoja siempre corta hacia abajo y todos los dientes trabajan.

El objetivo del tensado, es decir el alargamiento de la parte central de la hoja mediante un cilindro, es que la hoja se ajuste correctamente a las poleas portasierra en toda su anchura durante la operación de aserrado, con fricción y calentamiento normales y un esfuerzo adecuado en la máquina. Es muy importante que el filo dentado esté suficientemente estirado durante el aserrado; de otra forma, la hoja no cortará derecho. El estirado de la hoja se hace ejerciendo presión hacia arriba sobre la polea superior. Este estirado no debe confundirse con el tensado del centro de la hoja de sierra.

Normalmente, las hojas de las sierras de cinta se compran en rollos, se cortan a la longitud necesaria y se unen los extremos, preferiblemente por soldadura, aunque en algunos aserraderos eso se hace por soldadura amarilla. Se utiliza un carro portatrazas para las sierras de despiezar trozas pero también son corrientes otras formas de alimentación como, por ejemplo, una máquina alimentada por una mesa con guías de la hoja de sierra por encima y por debajo de la pieza de trabajo. La guía superior puede moverse en sentido vertical y ajustarse lo más cerca posible de la pieza de trabajo, con lo cual es más fácil que el corte sea recto.

Las llantas de las ruedas portacinta son convexas, a fin de impedir que la hoja se desplace lateralmente, siempre y cuando esté correctamente tensada. En los Estados Unidos de América, por ejemplo, las grandes máquinas de hojas anchas tienen ruedas planas, pues se considera que la gran superficie de contacto proporciona suficiente apoyo, sin que haya que tomar ninguna otra medida.

En el aserrado con máquina de cinta, las pérdidas en aserrín quedan reducidas al mínimo y no es necesario clasificar las trozas conforme a sus diámetros. Las sierras de cinta de diversos tipos se consideran las máquinas más económicas para el despiece de trozas y su reaserrado. Esto se debe a la delgadez de la hoja y al hecho de que las trozas se pueden aserrar conforme a determinadas dimensiones y calidad sin que haya que perder tiempo en manipulaciones. El aserrado con sierra de cinta está cobrando popularidad en el mundo entero.

El mantenimiento de las hojas de sierra de cinta es más complicado que el de otras hojas accionadas mecánicamente. La necesidad de utilizar buenas máquinas para el mantenimiento se hace notar más en los aserraderos con sierras de cinta que en las otras industrias de la madera.

#### Cuchillas de máquina

La mayoría de las cuchillas de máquinas realizan movimientos de vaivén o de rotación sobre discos, tambores, ejes, etc.; otras en cambio permanecen fijas, siendo la pieza a maquinar la que efectúa el movimiento de vaivén o rotación. También hay máquinas con una sola cuchilla y máquinas con varias cuchillas, que cortan en combinación.

Las cuchillas de máquinas se pueden clasificar por su forma de cortar, a saber: rotatorias, como en los discos cortantes y las cuchillas de máquinas cepilladoras, y fijas, como las cuchillas de máquinas para cortar chapas y las de las raspadoras de superficies.

#### Cuchillas rotatorias

En su forma más sencilla, la cuchilla rotatoria corta principalmente a lo largo de la cara (filo cortante). Su función consiste en separar la superficie, plana o curva, y no en cortar el tablero grande en fragmentos más pequeños, lo cual es función de la sierra. En la figura I se ve cómo funciona este aparato.

#### Cuchillas fijas

En muchos casos, las cuchillas para cortar madera son relativamente fijas. En la pieza de madera la que gira contra la cuchilla, como en los tornos para desenrollar chapa, o efectúa el movimiento de vaivén perpendicularmente a ella, como en las máquinas rebanadoras. Otro

ejemplo es el raspador de superficies, en el cual se hace avanzar la madera contra una cuchilla rígida que tiene un borde ligeramente curvado para sacar una viruta delgada (de unos 0,006 pulgadas - 0,15 mm aproximadamente). En la figura XI se dan algunos ejemplos.

#### Cuchillas de máquinas cepilladoras

Las cuchillas de máquinas cepilladoras son de dos tipos: combinadas y de cementación (figura XII). La empresa en que trabaja el autor (Sandviken) utiliza la técnica de cementación. La materia prima (acero) tiene un bajo contenido de carbono (alrededor de un 0,10%) y por lo tanto no es templeable. Se aumenta el contenido de carbono de la parte de la cuchilla que hay que endurecer hasta un porcentaje adecuado mediante un proceso de carburación que penetra hasta la profundidad requerida. Durante el templeado subsiguiente, sólo la sección carburada se endurece por completo, y el interior de la cuchilla conserva la tenacidad propia del acero con bajo contenido de carbono. La transición entre el material duro y el blando es gradual, sin unos límites bien definidos que, en ciertas condiciones, podrían crear tensiones.

En la actualidad, la empresa sólo emplea acero rico en cromo para las cuchillas de cepilladoras, porque las máquinas modernas de este tipo funcionan a velocidades y con capacidades muy grandes, con lo cual el filo de la cuchilla puede alcanzar temperaturas de 450°C. Por consiguiente, para esas máquinas se requiere un material con una temperatura de recogido elevada. Las cuchillas delgadas se templean, todas, pero las más gruesas se templean por corriente de alta frecuencia. La configuración del temple es prácticamente idéntica a la que se obtiene por cementación.

#### Cuchillas para trituradoras de madera

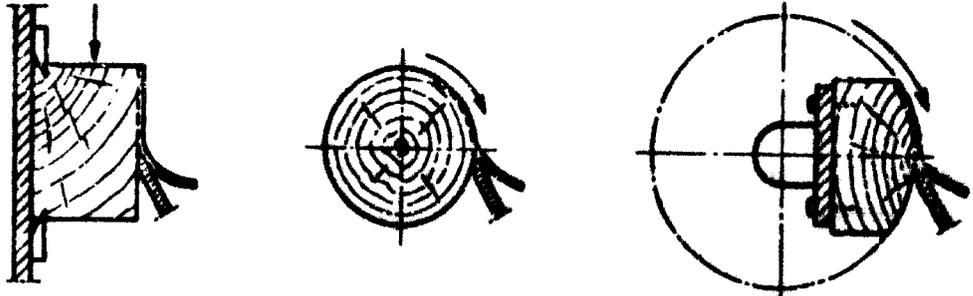
Las máquinas trituradoras de madera se utilizan principalmente para reducir madera y corteza de desecho a pedazos pequeños que puedan servir de combustible de calderas, y casi todas las fábricas de chapas, así como muchas otras plantas que trabajan la madera, las emplean para este fin. Asimismo, las máquinas trituradoras para convertir la corteza en combustible se utilizan en muchos aserraderos que tienen una descortezadora y una planta de tratamiento al vapor, así como en algunas fábricas de celulosa. Entre las demás aplicaciones figura la elaboración de tocónes de pinos resineros para la producción de trementina; la trituración de madera de roble para la obtención de cortientes en las plantas de extracción y la preparación de materias fertilizantes para poner plantas en asociación. Las máquinas que ahora se utilizan comprenden una gran variedad de modelos pertenecientes a veinte o más fabricantes. Suelen requerirse de 10 a 30 cuchillas para formar un juego. Otras máquinas pertenecientes a este tipo general, conocidas como "trituradoras de martillo" y "pulverizadoras", no utilizan cuchillas.

Como el producto que se obtiene de la operación de las aplicaciones de las máquinas trituradoras se es objeto de gran atención en cuanto a calidad y los métodos de manipulación de los desechos de la planta permiten recuperar los que pasan por la trituradora materiales metálicos y otras sustancias distintas de la madera, las cuchillas de esas máquinas suelen estar mucho peor tratadas y ser mucho más duras y más caras que otros tipos de cuchillas. Por lo tanto, cuando se trata de eso, para esos fines, basta probablemente con las cuchillas más baratas que haya, las cuales resultarán a la larga más económicas.

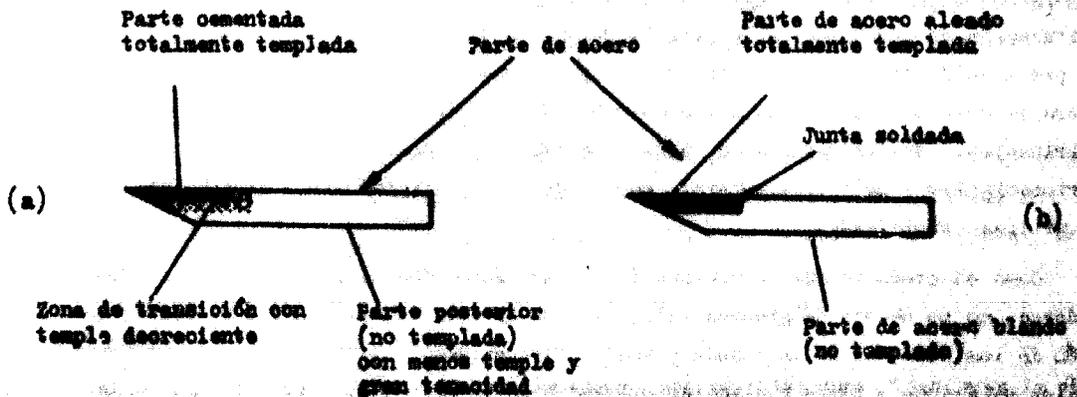
**Figura I. Funcionamiento de una cuchilla rotatoria**



**Figura II. Corte de chapas con máquinas de cuchillas fijas: (izquierda) rebanado de chapas a partir de un costero; (centro) corte de chapas por movimiento rotatorio a partir de una trena o tronco; (derecha) corte sesgado de chapa con un torno a partir de un costero**



**Figura III. Cuchillas de sierras oscilatorias: a) endurecidas por cementación; b) soldadas**



Esta teoría sólo es válida dentro de ciertos límites. Es evidente que las cuchillas que, en condiciones de uso normales, puedan utilizarse por un período más largo antes de requerir nuevo afilado y cuya resistencia al daño causado por pedazos de metal sea igual o superior a la de otras cuchillas han de ofrecer una ventaja económica adicional, en cuanto que son menores el desgaste de la cuchilla y los gastos de mantenimiento.

Algunas cuchillas de trituradoras son de acero de muy baja aleación con un contenido de carbono que dé una dureza del orden de 47 a 54 HRC (escala de Rockwell). Se utilizan calidades baratas de acero comercial corriente a fin de que los precios sean lo más bajos posible, en respuesta a la teoría más difundida entre los compradores. Como las cuchillas se templan completamente por métodos tradicionales y al acero de baja calidad, por sus propiedades, no se le puede dar más que una tenacidad moderada, se ha de mantener una dureza relativamente baja para que las cuchillas no se rompan demasiado durante su uso.

#### Cuchillas para cortar chapa

Durante años, Sandviken ha fabricado una cuchilla cementada para cortar chapa. Está templada localmente, lo cual significa que sólo en una parte (el filo cortante) tiene la dureza máxima (59 a 60 HRC). El rendimiento de esta cuchilla ha resultado ser muy satisfactorio, tanto con madera de coníferas como con madera de frondosas.

Hace unos dos años, Sandviken produjo una nueva cuchilla para cortar chapa, de una calidad nueva. Se trata de una cuchilla de acero de baja aleación, templada por corriente de alta frecuencia. Su construcción es idéntica a la de la antigua cuchilla cementada; el filo tiene una dureza de 59 a 61 HRC y excelentes propiedades de conservación, pues la cuchilla se mantiene afilada durante mucho tiempo. Si piedras, clavos, nudos duros, etc., ocasionan daños de poca importancia al filo, éste se puede restablecer fácilmente con el torno. En caso de curvatura, el filo se puede enderezar con un martillo y después rectificarlo; si se produce una muesca, se puede corregir limándola y rectificándola.

#### Barra de presión

Las barras de presión se utilizan tanto en los tornos para desenrollar chapas finas de troncos como en las máquinas rebanadoras. Los primeros tienen una barra giratoria o fija. El tipo más corriente de barra de presión tiene filo de estallita, que le confiere una gran resistencia al desgaste y buenas propiedades de conservación. Sin embargo, el mantenimiento de esta barra resulta caro si se daña con alguna materia extraña, como un clavo de acero. A menudo, hay que enviar la barra a un taller especial para su reparación.

Quando se desmenullan e rebanan ciertas especies de madera, y especialmente el roble, las ranas constituyen un problema, pues toda la chapa manchada se debe desechar. Para evitar esta molestia, hay que quitar con frecuencia la barra, y su soporte para limpiarlos. No es indeseable reanudar el trabajo girando la barra, pero sin gran éxito. No obstante, parece que el problema puede resolverse si la barra de presión es de acero rico en cromo. Esto permite, además, que los precios alienten el cuidado del mantenimiento de la barra que, en ciertos casos, tiene con las mismas propiedades de resistencia al desgaste y conservación del filo que las barras de estallita.

### Afilado de las cuchillas de máquinas

Cuando las cuchillas embotadas se afilan con cuidado, se obtienen las mejores propiedades de corte, la mayor duración y la reducción correspondiente de los costos. Sin embargo, no se puede decir que el filo de una cuchilla reafilada no sea tan bueno como el de una nueva y duraderas. En muchos casos, ello se debe a un reafilado defectuoso, lo cual ha dado motivo con frecuencia a quejas injustificadas y puede menoscabar la confianza que se haya creado entre fabricante y cliente.

Por consiguiente, se deben cambiar y volver a afilar las cuchillas antes de que su filo esté demasiado embotado. Si se toma esta precaución, al reafilar la cuchilla habrá que quitarle muy poco material, lo cual ahorra tiempo y dinero y prolonga su duración. Un filo bien afilado debe ser limpio y recto en toda su longitud, y no debe presentar rebabas, puntos quemados ni grietas de afilado.

La calidad conseguida al afilar cuchillas de máquinas depende principalmente de los factores siguientes: la máquina de afilar, la muela abrasiva, el método de afilado y la ejecución del afilado. A continuación se consideran por separado dichos factores.

#### La máquina de afilar

En la mayoría de casos, las máquinas utilizadas para afilar cuchillas rectas son rectificadoras de superficies con husillos horizontales y mesas oscilantes, en las cuales se acoplan muelas abrasivas de cubeta o de cilindro. Frecuentemente, las cuchillas pequeñas se afilan en rectificadoras de superficies con husillos verticales y muelas de cubeta.

Por lo general, la cuchilla se fija mediante un plato electromagnético o afianzándola a la mesa oscilante de la máquina de afilar, la cual efectúa un movimiento de vaivén frente al husillo fijo que lleva la muela abrasiva rotatoria. La calidad de la máquina de afilar tiene una enorme importancia para los resultados del afilado. No debe vibrar y debe estar en buenas condiciones para que el bisel sea uniforme y el filo agudo y limpio. En máquinas que no son muy rígidas, especialmente cuando no se emplea ningún fluido refrigerante, el afilado debe llevarse a cabo con el máximo cuidado.

#### La muela abrasiva

Es sumamente importante seleccionar una rueda que tenga la calidad y el tamaño del grano adecuados para el trabajo que se va a realizar.

Calidad (dureza). Hay que prestar gran atención al grado de dureza. Si es demasiado blanda, la muela no conservará su tamaño, sobre todo en la fase de desbarbado, y su duración se reducirá excesivamente como consecuencia de esa rápida deformación. Por otra parte, si la muela es muy dura, no dará resultados satisfactorios porque se empastará y embotará rápidamente y habrá que reavivarla con frecuencia. La muela empastada y embotada tiende a quemarse y a estropear la cuchilla.

Se debe seleccionar la calidad de la muela de conformidad con la composición y la dureza del material de la cuchilla. También son muy importantes el tipo de rectificadora empleado y el estado en que se encuentra, la forma y la velocidad de la muela, y la refrigeración. Es preferible probar primero con una muela que sea más bien blanda, y luego pasar gradualmente a otra más dura y más económica.

**Grano.** Para afilar cuchillas de máquinas, cada vez se utilizan más las muelas de grano más fino. En ciertos casos, se emplea un grano de núm. 60 a 80, que es proporcionalmente más blando que los más gruesos. Al ser más pequeños y más agudos, los granos más finos penetran más fácilmente en la superficie dura de la cuchilla que los granos más gruesos. Por consiguiente, una muela de grano fino cortará con menos presión y menos peligro de quemado, obteniéndose con ella una mejor superficie.

Recomendación relativa a la muela abrasiva

Las reglas generales que se aplican para seleccionar el grado de dureza y el tamaño del grano son las siguientes:

**Muelas duras.** Las muelas de composición más dura se utilizan para materiales blandos, pequeñas superficies de contacto, mayores profundidades de corte, y en rectificadoras que no son perfectamente rígidas.

**Muelas blandas.** Las muelas de composición menos compacta se seleccionan para materiales duros, grandes superficies de contacto, cortes de menores dimensiones y máquinas muy estables.

**Desbastado y acabado.** Para desbastar se utilizan muelas de grano grueso; las muelas de grano pequeño deben emplearse para el acabado.

**Símbolos normalizados.** El sistema de símbolos utilizados para las muelas abrasivas está normalizado a escala internacional; la designación de una muela abrasiva contiene todos los datos relativos a su calidad.

**Muelas para el afilado de cuchillas.** Para afilar cuchillas de acero para herramientas, acero de aleación rico en cromo o acero rápido, suelen utilizarse muelas vitrificadas de Alundum. Como regla general, en las muelas para afilado de cuchillas sólo se utiliza un agente de cementación vitrificado. En el cuadro 2 se indican los números de grano, las calidades y la estructura de las muelas para afilar cuchillas de máquinas.

Cuadro 2

Características óptimas de las muelas abrasivas para el afilado de cuchillas

Tipo de cuchilla	Número de grano			Forma de la muela	Velocidad periférica	
	Grano	Estructura	Forma		(m/min)	(pies/seg)
Cuchillas para cortar chapa	45	H	8	Cubeta	18 - 23	59 - 75
Cuchillas de máquinas desfiladoras	45	H	8	Cubeta	18 - 23	59 - 75
Cuchillas de planadoras (acero rápido)	60	J	8	Cubeta	20 - 25	66 - 82

Las combinaciones indicadas en el cuadro 2 son aplicables únicamente a rectificadoras estables y cuando el vitrificante para el agente de cemento rígido, se debe seleccionar muelas con un o dos granos más de tamaño. Además, una velocidad periférica inferior requiere el uso de muelas más duras, mientras que las velocidades superiores requieren muelas más blandas que las indicadas.

Muelas de segmentos. Siempre que se pueda, conviene utilizar una muela de segmentos en lugar de una maciza (especialmente si se trata de muelas de gran tamaño), pues el aire que circula alrededor de los segmentos durante la rotación contribuye a que el afilado sea más rápido y el sufrimiento menor. Además, la eliminación de las limaduras es más eficaz y la capacidad de trabajo mayor que si se utiliza una muela de una pieza.

Rectificado y reavivado de la muela. Si la muela abrasiva tiene tendencia a quemarse, hay que reavivarla inmediatamente. Siempre que se monta una muela nueva es preciso rectificarla para que la superficie abrasiva funcione de manera uniforme. También hay que reavivarla de vez en cuando para que la superficie cortante se mantenga limpia y viva, reduciendo así al mínimo el peligro de quemar el filo de la cuchilla.

Tanto para el rectificado como para el reavivado se recomienda una reavivadora especial para afilado manual, que va apoyada contra la mesa y el plato de fijación. También se puede utilizar para ello una herramienta con punta de diamante, pero no una piedra abrasiva (como un pedazo de muela abrasiva), ya que es difícil mantenerla lo bastante fija. Tampoco conviene emplear una piedra abrasiva pues probablemente empastará la superficie en lugar de limpiar la cara de la muela agudizándola y dándole mayor poder cortante.

#### La operación de afilado

Cuchillas parcialmente templadas. El afilado de cuchillas templadas de manera selectiva (como las templadas con corrientes de alta frecuencia o las de acero compuesto) es un trabajo muy delicado, pues la muela abrasiva ha de trabajar simultáneamente en material blando y duro. El blando tiende a adherirse fácilmente a la muela la cual, a su vez, tiende a empastarse y a quemar la cuchilla.

Sujeción firme de la cuchilla. Hay que sujetar firmemente la cuchilla, ya sea mediante un plato electromagnético o afianzándola al carro; nunca debe sujetarse con la mano. Es muy importante que las superficies de contacto estén exentas de rebabas, suciedad o cuerpos extraños. El plato debe poder girar, a fin de que el filo de la cuchilla pueda formar con la muela distintos ángulos, según el tipo de cuchilla utilizado. Cuando no se dispone de un dispositivo de sujeción adecuado, se debe colocar la cuchilla sobre una mesa ajustable, con un tope contra su borde posterior.

Sentido de giro de la muela. Las cuchillas de máquinas siempre deben afilarse hacia el filo, con lo cual la muela conserva su poder abrasivo y disminuye el peligro de sobrecalentamiento del filo. Si el afilado se hace en sentido contrario, la muela arrastra el material más blando del bisel hacia el filo cortante, empastándose y perdiendo aspereza.

Sin embargo, a veces el afilado se efectúa apoyando la cuchilla contra la periferia de una muela cilíndrica. Con este método, se puede obtener un biselado cónico que en ciertas ocasiones puede resultar ventajoso. En este caso, no es aconsejable emplear una muela con un diámetro demasiado pequeño, pues con ella se obtendrá una concavidad demasiado profunda debilitándose así el filo. Antes de iniciar la operación de afilado, hay que abrir el paso del refrigerante; luego se empieza a hacer girar la muela, manteniendo un pequeño avance.

Acabado del filo. El afilado se termina dejando que la muela siga cortando sin tener que avanzar más la cuchilla, hasta que no saltan más chispas. De esta forma, se obtiene un bisel con una superficie más suave y se simplifica el rectificado.

Velocidad de afilado. Hay que observar cuidadosamente la velocidad prescrita para cada muela, pues el corte máximo se obtiene a dicha velocidad. Si la velocidad es insuficiente, la muela tendrá un desgaste excesivo; por otra parte, con una velocidad demasiado elevada se obtendrá un efecto de afilado tan fuerte que el filo se quemará y quedará inservible. Como se ha dicho antes, sin embargo, se pueden contrarrestar los efectos de una velocidad periférica incorrecta seleccionando una muela de dureza adecuada.

Velocidad máxima. Hay que hacer notar que, por mor de la seguridad, no se debe sobrepasar la velocidad máxima fijada para cada muela abrasiva. De una manera general, la velocidad de la mesa de alimentación debe estar comprendida entre 18 y 24 m/min (60-80 pies/min).

Alimentación. La alimentación debe ser reducida: 0,002 pulgadas por carrera (0,05 mm/por carrera), como máximo; esta regla también se aplica al desbastado. Si la alimentación y la velocidad de la mesa son excesivas, las cuchillas pueden estropearse con gran facilidad. Los mejores resultados se obtienen efectuando un corte suave con avance de la mesa moderadamente rápido.

Calentamiento perjudicial de la cuchilla. El calentamiento en el punto de contacto entre la muela abrasiva y la cuchilla puede tener un efecto perjudicial para las propiedades del acero. Si se sobrepasa la temperatura de templado original, el acero se recocerá, con la consiguiente pérdida de dureza. Si la temperatura se eleva lo suficiente, el filo se deteriorará por endurecimiento indebido pues se volverá quebradizo.

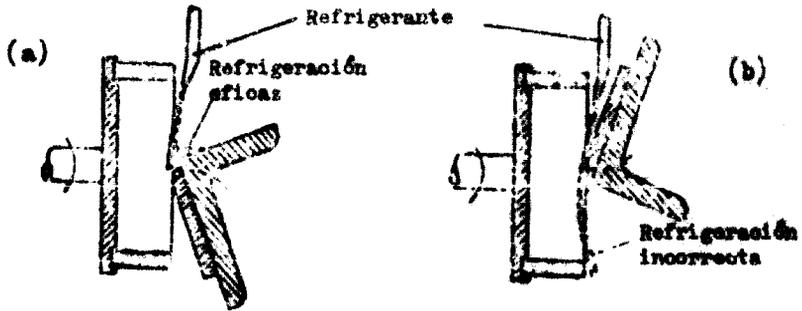
Una señal inequívoca de calentamiento perjudicial de la cuchilla es la aparición de los colores del revenido. Mientras no se vean colores, no se ha producido la conversión del acero. El revenido empieza con un color paja (amarillo) a  $250^{\circ}\text{C}$ - $300^{\circ}\text{C}$  ( $480^{\circ}\text{F}$ - $570^{\circ}\text{F}$ ) y sigue con azul a  $300^{\circ}\text{C}$ - $350^{\circ}\text{C}$  ( $570^{\circ}\text{F}$ - $660^{\circ}\text{F}$ ), gris amilado y gris a  $350^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$  ( $660^{\circ}\text{F}$ - $750^{\circ}\text{F}$ ). A esta última temperatura, el filo ha quedado inservible y hay que eliminar totalmente la parte deteriorada con la muela.

Afilado con refrigerante (en húmedo). Todos los tipos de cuchillas de máquina deben afilarse de preferencia en húmedo. La corriente del refrigerante debe dirigirse hacia el punto de contacto entre muela y cuchilla, o ligeramente por encima de dicho punto, a fin de evitar que se queme la cuchilla. Además, de esta forma se consigue al mismo tiempo limpiar un poco la muela (figura XIII). El depósito del refrigerante circulante de un sistema de refrigeración debe tener capacidad suficiente para que el tiempo de circulación mínimo sea de 10 minutos, lo cual representa una capacidad de 200 litros (44 galones). Es muy conveniente emplear un filtro en el sistema de refrigeración, pues impide que las limaduras y los fragmentos depositados por la muela lleguen al punto de afilado, donde estas impurezas pueden ocasionar fallos en forma de ranuras en el bisel o el filo de la cuchilla.

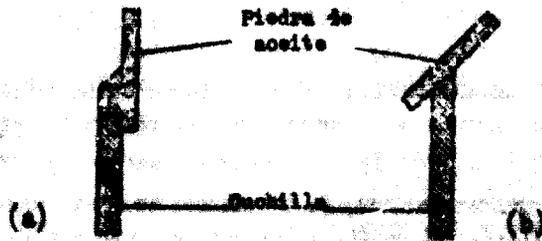
La refrigeración insuficiente o intermitente es peor que el no disponer de refrigeración alguna. Dirigir el líquido refrigerante contra la cuchilla cuando ésta se calienta es una forma segura de dañar o incluso de romper totalmente inservible.

Se puede emplear como refrigerante agua limpia, en cuyo caso hay que utilizarla en abundancia, es decir, a razón de unos 10 litros por minuto (4 galones), como mínimo.

**Figura XIII. Formas correcta (a) e incorrecta (b) de fijar la cuchilla y de dirigir el refrigerante en la operación de afilado**



**Figura XIV. Aplicación correcta de la piedra de aceite en el lado templado (a) y en el lado frío (b) de la cuchilla**



**Refrigerante antioxidante.** El refrigerante no debe oxidar la cuchilla ni la máquina. Cuando se utiliza el agua, se debe añadir un agente antioxidante, que puede ser carbonato sódico en una proporción de 4 kg/100 litros (8,8 lb/22 galones). También se encuentran en el mercado muchas emulsiones oleosas que resultan muy convenientes como refrigerantes ya que por lo general tienen la excelente propiedad de facilitar la ejecución de superficies perfectas.

**Rectificado.** Una vez terminado el afilado y antes de utilizar la cuchilla, hay que rectificar el filo. Ni siquiera las mejores muelas abrasivas pueden producir una superficie afilada lo bastante lisa para que un filo de cuchilla sea totalmente satisfactorio. Siempre hay arañazos o raspaduras que dan como resultado un filo áspero y desigual, que se embotará muy pronto porque las partes que sobresalen entre los arañazos se desgastan rápidamente. Para obtener un filo satisfactorio, que conserve su agudeza durante mucho tiempo y permita que la cuchilla trabaje con precisión, debe eliminarse completamente, por rectificado, el filo irregular que la muela abrasiva siempre deja en el lado recto de la cuchilla. Un buen rectificado influye directamente en la duración de la cuchilla, la calidad de su corte y la economía de su funcionamiento.

La descripción siguiente puede servir de guía para rectificar los filos de las cuchillas de máquinas:

Fíjese la cuchilla en un tornillo de banco o sobre un banco, a una altura conveniente e iluminando bien el filo.

La piedra de aceite debe ser perfectamente uniforme y se ha de aplicar contra el bisel ejerciendo una ligera presión sobre todo él y por el lado plano, a fin de impedir que se forme un filo redondeado (véase la figura XIV).

El rectificado del lado recto de la cuchilla debe cesar en cuanto el filo irregular haya desaparecido o se haya enderezado.

El rectificado no se debe forzar, y ha de llevarse a cabo con una especie de movimiento rotatorio a lo largo del bisel. La forma más rápida y mejor de hacerlo es dar una primera mano al filo con una piedra de aceite de grano grueso. Aplíquese sobre la piedra un aceite de máquinas muy fluido y redúscase gradualmente la presión.

Proseguir el rectificado de la misma forma con una piedra de aceite más fina.

Terminese el afilado con una piedra de aceite dura de grano fino por ambas caras del filo. Para ello hay que inclinar ligeramente la piedra, hasta unos 2 mm (1/16 de pulgada) de distancia de la parte inferior del bisel.

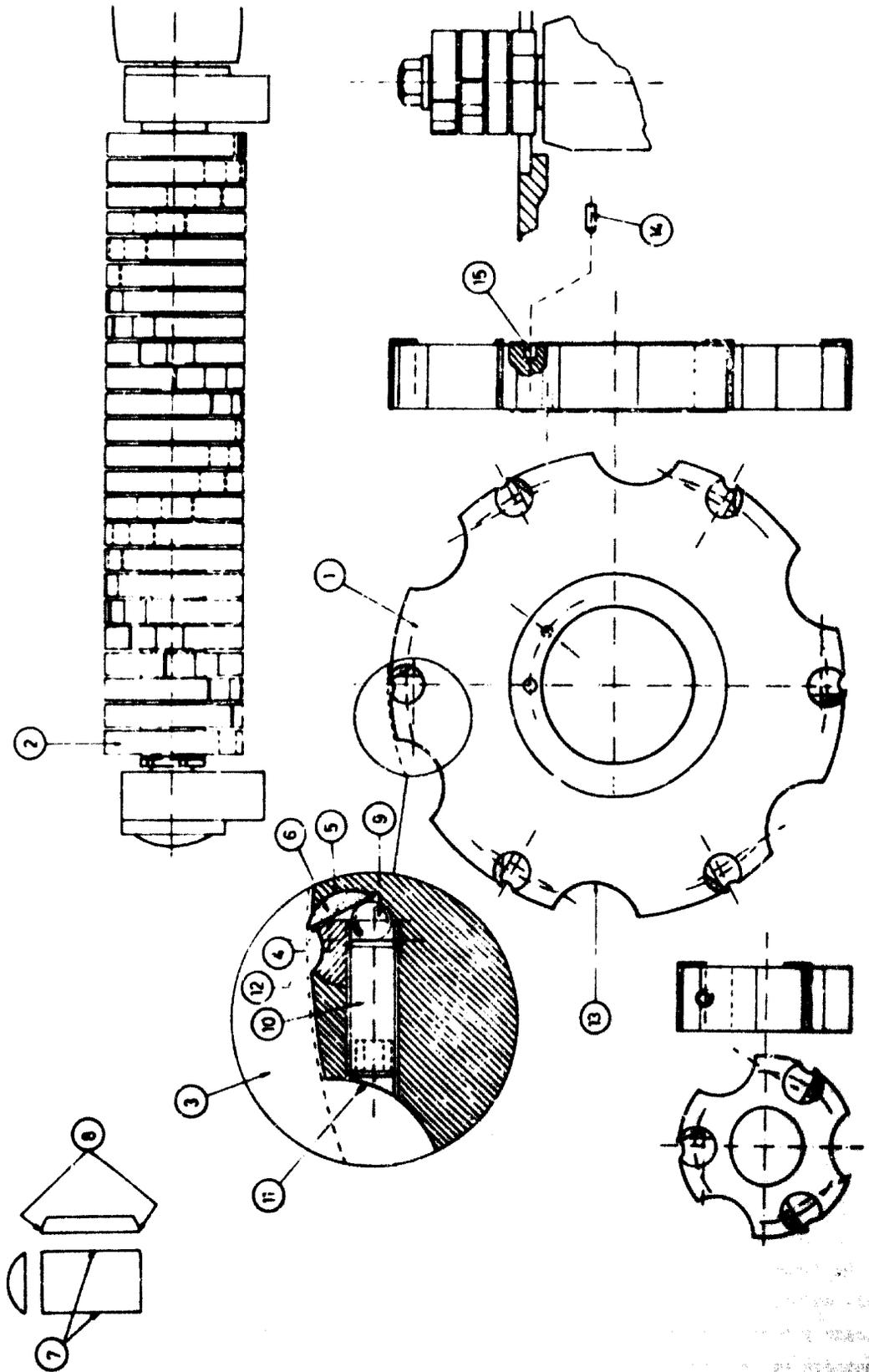
Enfriado el filo con una lante de cemento (de potencia 10, por ejemplo) para asegurarse de que se ha eliminado toda clase de rebabas y suciedad.

Una forma de saber si la cuchilla se ha rectificado correctamente es hacer pasar un pedazo de papel de escribir a lo largo del filo. La cuchilla cortará el papel fácilmente pero, inmediatamente, todas las superficies le harán vibrar ligera, pero claramente. Hay que señalar que conviene dar una o dos limpiadas con un limpiador apropiado. Después del rectificado, hay que limpiar cuidadosamente la cuchilla.

### **Uso de la piedra de aceite**

La forma de utilizar la piedra de aceite es un tema importante para cepillar y fresar. Está claro que el aceite es esencial para el funcionamiento de la piedra, pero en ella se han aplicado y mejorado técnicas que se utilizan también en la industria de transformación de metales en general con otros procedimientos y materiales para el rectificado.

Figura XV. Construcción de la fresa de dientes contrarios



La nueva herramienta está construida basándose en el principio de las piezas cambiables, con la idea de que dicha pieza, una vez desgastada, se deseché en lugar de volverla a afilar (véase la figura XV).

El cabezal de las fresas tiene 25 mm de espesor (1) y en el momento de prepararse el presente trabajo se puede conseguir en las cinco formas estándar siguientes:

<u>Diámetro exterior</u> (mm)	<u>Orificio central</u> (mm)	<u>Número de piezas</u> <u>desmontables</u>
100	40	3
120	60	4
140	60	4
160	60	4
180	60	6

Esta fresa puede utilizarse en todo tipo de fresas de fresas múltiples y de mesa (tur-f), y en las máquinas cortadoras de espigas. En las primeras, se pueden unir varias fresas para formar un gran cabezal cortador (2), mientras que en las dos últimas, el cabezal cortador se puede utilizar como una sola herramienta o como unidad de herramientas múltiples (1 y 2).

La finalidad del sistema de fijación (3) es determinar el emplazamiento de los dientes amovibles y sujetarlos firmemente; consiste en una superficie portante plana (4) y un alojamiento cilíndrico (5). La forma de la pieza desmontable es semicircular (6) con bordes cortantes de 26 mm de largo (7). Así pues, cada pieza tiene dos filos. Los extremos de dichas piezas (8) también se pueden utilizar para cortar, en aplicaciones de rebajado y acanalado.

Las piezas cortantes se fijan mediante una bola de acero (9) y un tornillo (10) que forman ángulos rectos con ellas. La bola empuja la pieza contra el alojamiento y la mantiene firmemente sujeta. El rompevirutas (12) que hay delante de la pieza cortante rompe las virutas y las desvía, apartándolas de la zona de corte.

Los entrantes (13) de la circunferencia del cabezal facilitan el ajuste o cambio de piezas cuando se utiliza la herramienta como fresa de varias unidades (2). Para cambiar las piezas desmontables de una unidad de varias herramientas, hay una apertura a lo largo del cabezal que da acceso al sistema de fijación. Mediante una clavija y un orificio en cada cabezal se consigue que el emplazamiento relativo de las piezas sea preciso. Una de las ventajas de este sistema de montaje es que las piezas desmontables toman forma de espiral, lo cual puede resultar muy útil desde muchos puntos de vista. Para evitar que se formen salientes longitudinales en el material al utilizar una configuración de varias herramientas (2), se hacen las piezas cortantes 1 mm más largas que la anchura de los cabezales, con lo cual se obtiene la superposición necesaria para resolver ese problema.

El acero utilizado para el cabezal es el que corresponde a la norma sueca SIN 1672, considerando el elemento que forma el rompevirutas, para el cual se emplea acero de calidad correspondiente a la norma SIS 2140, a fin de reducir el desgaste ocasionado por la eliminación de las virutas. De esta forma, se puede suministrar el cabezal sin necesidad de aplicar procesos especiales de templado.

Los siguientes estudios sobre aplicaciones diversas de la madera han sido preparados por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

- ID/10      Técnicas para la utilización de la madera como material de construcción de viviendas en los países en desarrollo, Informe de un Grupo de Estudio, Viena, 17 - 21 noviembre 1969  
(Publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta: 70.II.B.32.)
- ID/61      Producción de casas de madera prefabricadas, por Keijo N.E. Tiisanen  
(Publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta: 71.II.B.13.)
- ID/72      Función de la madera como material de embalaje en los países en desarrollo, por B. Hochart  
(Publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta: 72.II.B.12.)
- ID/79      Producción de paneles a partir de residuos agrícolas, Informe de la Reunión del Grupo de Trabajo de Expertos, Viena, 14 - 18 diciembre 1970  
(Publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta: 72.II.B.4.)

UNIDO/LIB/SER.D/4

Guides to Information Sources Nº. 4; Information Sources on the Furniture and Joinery Industry (Guías de Fuentes de Información Nº 4; Fuentes de información sobre la industria del mueble y de la ebanistería)

- ID/108      Industrias del mueble y de la ebanistería para los países en desarrollo:  
Parte primera: Insumos de materias primas  
Parte tercera: Consideraciones de gestión





75 . 11 . 20