

Mecanismos y sistemas de protección de las máquinas de trabajar la madera: Tupís y Sierras circulares*

D. Fernando DELGADO BENAVIDES

EL panorama que diariamente nos proporciona el mundo laboral sobre realizaciones de seguridad en el trabajo es más bien desolador, y no siempre es culpa de los que estamos empeñados en que la seguridad ocupacional no sea un hecho latente, sino que el arco de responsabilidades abarca desde la propia víctima del accidente hasta las más altas esferas.

El sector de la madera no escapa a este problema. Las estadísticas son elocuentes: más de 180.000 trabajadores sufrieron accidentes en las manos durante 1981 en España. ¿Cuántas de estas víctimas trabajaban en una tupí o en una sierra circular? Los datos son difíciles de localizar, pero pensemos con cierto optimismo que esa cifra sería bastante más baja si fuera norma habitual encontrar en las máquinas nombradas dispositivos de protección.

El operario que se sirve de la tupí y/o de la sierra circular para desarrollar su jornada laboral debe tener conciencia de que se halla ante algunas de las máquinas más peligrosas de la actividad.

**Resumen del trabajo final de la Beca de Investigación concedida por Fundación MAPFRE.*

De un estudio de la accidentabilidad de estas máquinas se dedujeron las siguientes conclusiones:

— Las lesiones producidas por la máquina tupí están ubicadas principalmente en la mano izquierda; en cambio, en la sierra circular lo están tanto en una como en otra mano.

— La mayoría de los accidentes se producen por el contacto con las herramientas cortantes en movimiento.

— Las lesiones más abundantes son, en orden decreciente: amputaciones, cortes y heridas, fracturas, contusiones y mano catastrófica.

— Las lesiones por proyección de la pieza trabajada alcanza por igual a ambas máquinas.

— Aun en el caso de la existencia de resguardos, muchos accidentes son debidos al uso incorrecto de ellos, al deficiente ajuste o a su retirada deliberada.

— Mientras la tupí obtiene el mayor porcentaje de accidentes graves en la actividad de la madera, la sierra circular ocupa el tercer lugar.

Somos conscientes de que para conseguir el éxito en la lucha contra esta siniestralidad laboral no basta mostrar los resguardos existentes ni realizar nuevos diseños, sino que hay que ponerlos en práctica y mentalizar al personal afectado.



Figura 1

SISTEMAS DE SEGURIDAD USUALES

El hecho de que este artículo tenga el objetivo de presentar dispositivos de protección para la tupi y la sierra circular no significa que no existan otros. En verdad hay en el mercado, y muchos de ellos pueden ser construidos por el propio operario, una variada gama de estos mecanismos que desgraciadamente no tienen la aceptación que sería de desear, unas veces por un rechazo sistemático a toda evolución, otras por desconocimiento de aquéllos y otras más por la incredulidad, no siempre justificada, de ser eficaces.

Como pensamos que merecen la pena conocerse, presentamos los que a nuestro juicio tienen mayor interés.

Protectores para la tupi

— *Carro de alimentación automática* (figura 1). Se trata de un sistema tractor por rodillos que realiza automáticamente la alimentación de las piezas a la zona de operación de la máquina. Aunque no es realmente un protector debe considerarse como tal, porque obliga al operario a mantener las manos fuera de la zona de actuación peligrosa del útil.

— *Protector-presor alimentador automático* (figura 2). Es un sistema presor vertical y horizontal con pantalla protectora, transparente y frontal, al que se le puede acoplar un

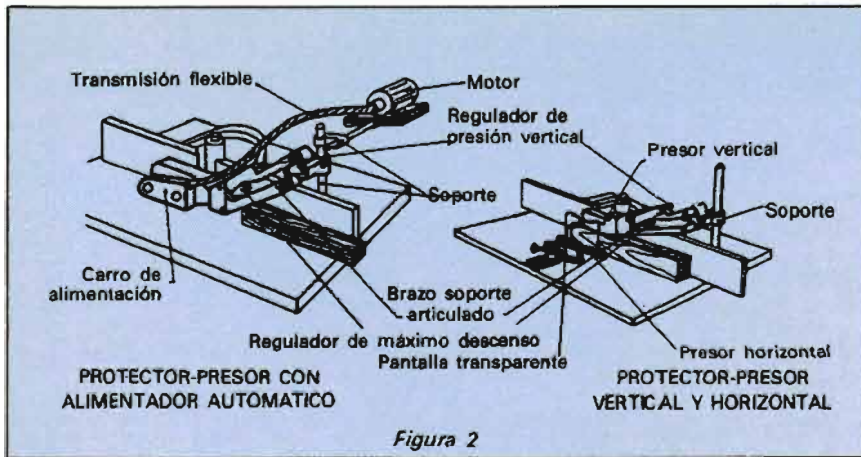


Figura 2

ANÁLISIS DE RIESGOS

Nos referiremos únicamente a los riesgos mecánicos específicos de ambas máquinas puesto que, además de ser las que comportan mayor incidencia sobre la accidentabilidad respectiva, representan la base y motivo del presente artículo.

En la tupi

— Contacto con las herramientas de corte en movimiento.

— Golpes por retroceso de las piezas que se trabajan.

— Golpes por proyección de las herramientas de corte y accesorios en movimiento.

Merece dedicar una especial atención al riesgo del rechazo de la madera. La proyección inesperada y violenta de la pieza en curso de trabajo a la guía o al árbol, en el sentido de la rotación del útil, ocurre sobre todo durante operaciones de engrane de la herramienta de corte en la pieza o durante la ejecución de un «trabajo parado». Tal rechazo ocasiona con frecuencia amputación de los dedos de la mano izquierda o heridas, a veces mortales, para terceros que chocan con la madera proyectada.

El esfuerzo y la velocidad transmitida voluntariamente por el tupidista a la pieza son, durante el corte a la corriente, amplificados de modo progresivo, pero muy rápidamente, por la acción del útil de tal modo que la fuerza y el tiempo de reacción del operario no le permiten oponerse a ello.

En la sierra circular

— Contacto directo con el dentado del disco en movimiento, el cual puede tener lugar *por encima* de la mesa, zona de corte propiamente dicha y en la *parte inferior* de la mesa.

— Retroceso de la pieza y/o proyección de la misma.

— Proyección del disco o de algún fragmento, por uso del disco a velocidad superior a la recomendada por el fabricante.

— Contacto accidental del operario con las correas de transmisión de la máquina, con el subsiguiente atrapamiento.

Este riesgo es más frecuente en las sierras empleadas en obras, en las que las correas están al aire bajo la mesa de trabajo, y que a veces son manipuladas a mano cuando se agarra el disco por restos de madera.

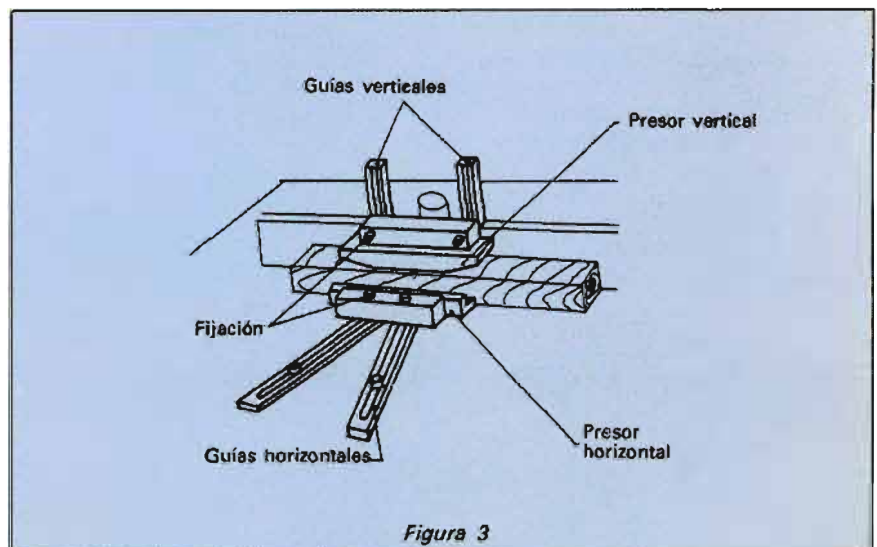


Figura 3

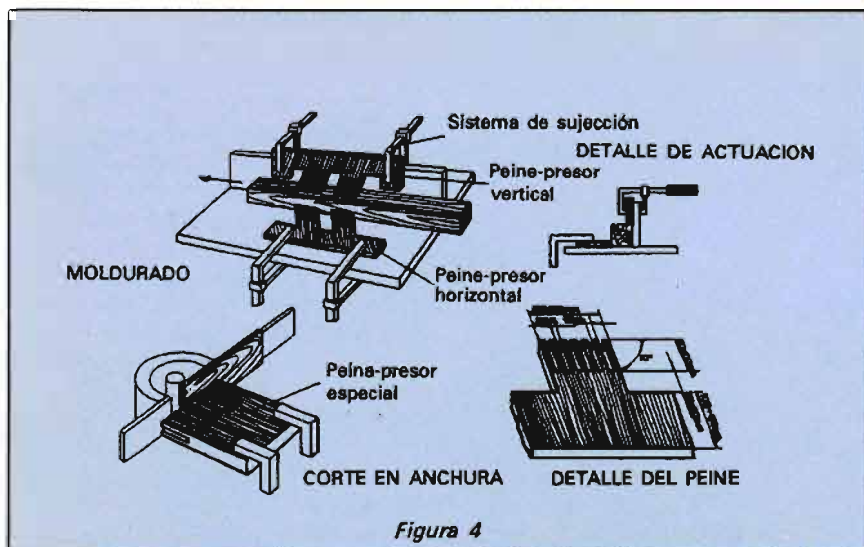


Figura 4

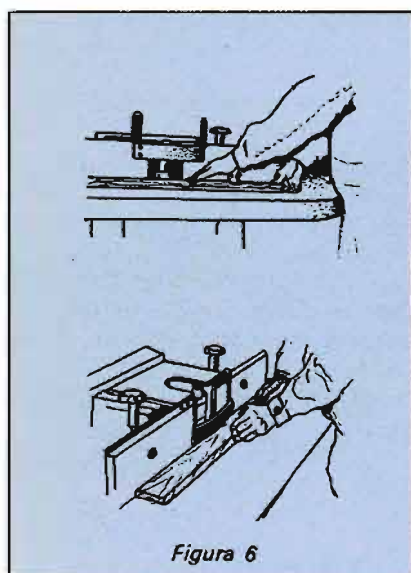


Figura 6

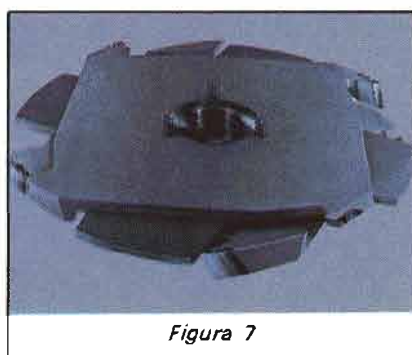


Figura 7

alimentador automático que sustituya a ambos presores.

La eficacia preventiva es bastante elevada, siendo el coste relativo equivalente.

— Protector-presor de guías (fi-

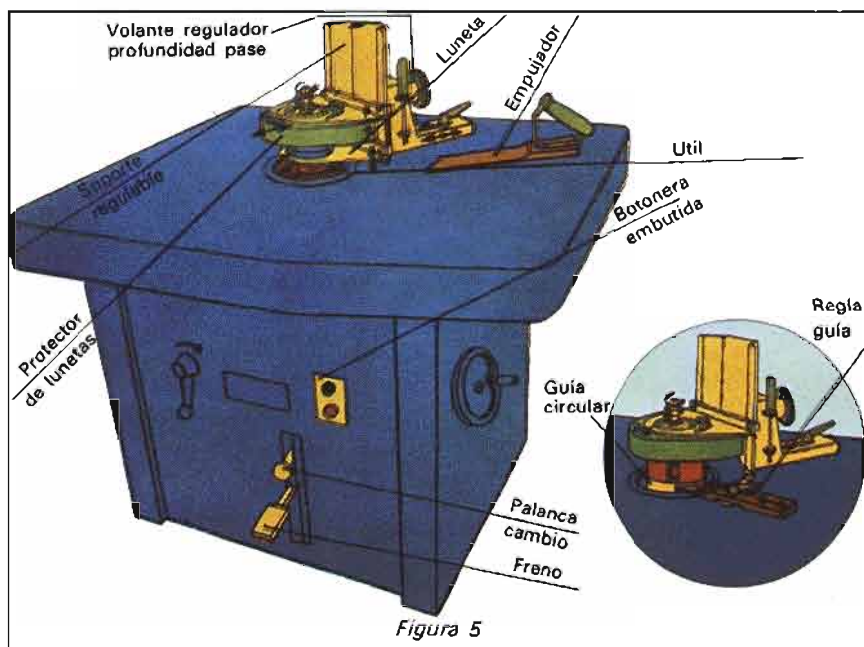


Figura 5

gura 3). Constituido por dos presores de madera que se deslizan sobre unas guías que permiten su regulación y enclavamiento, sirviendo ambas a la vez de camino a la pieza que se trabaja (tubo-guía).

Su uso es exclusivo para trabajos a la guía y con piezas de sección constante. El coste es bajo y su eficacia preventiva media.

— Presor de peines (figura 4). Son piezas de madera dura (fresno, haya) que se fijan a la mesa y a las semirreglas-guía, actuando como guías de desplazamiento longitudinal para las piezas a trabajar. Se compone de un juego de peines ranurados en dirección del veteado y de los elementos de fijación. Puede ser construido por el carpintero, aunque su eficacia preventiva no es alta.

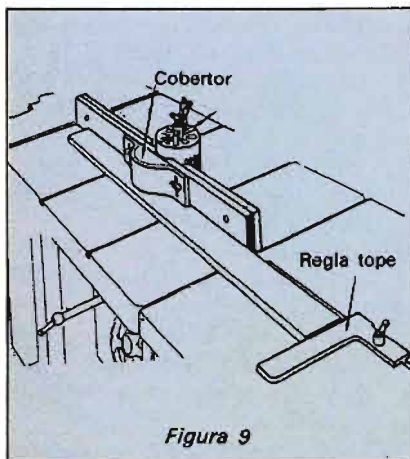
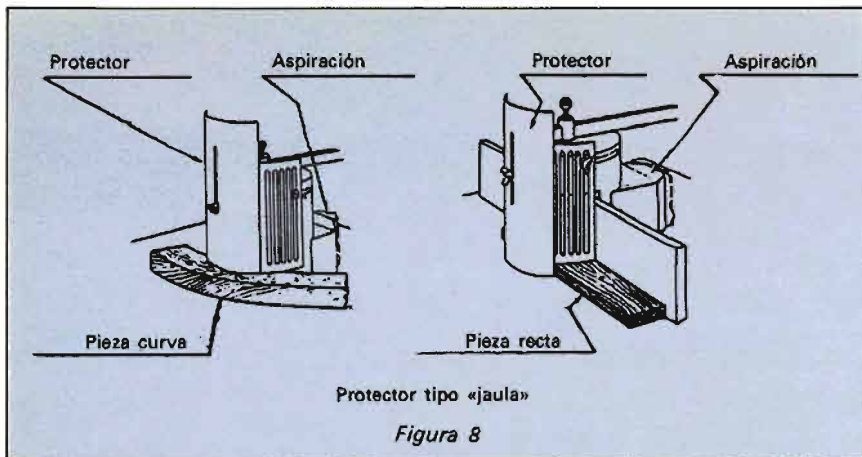
— Cobertor-presor de lunetas metálicas (figura 5). Es un sistema concebido sólo para trabajos al árbol. Consta de una escuadra fija a la mesa, para soporte, un juego de lunetas metálicas intermedias y otra superior recubierta de madera, una regleta metálica con dos guías verticales y un volante de graduación en profundidad.

Su eficacia preventiva es relativa, dependiendo de si el trabajo se efectúa «por arriba» o «por debajo», así como del uso de dos lunetas intermedias que aseguren un guiado más perfecto.

— Cobertor de pantalla frontal (figura 6). Sistema que actúa por interposición entre la herramienta de corte y las manos del operario de una pantalla graduable, la cual va fijada a la semirregla-guía con orificios en su parte superior.

— Util con limitación continua del paso de trabajo (figura 7). Son fresas especiales que limitan la libertad de avance de la madera al encontrar un apoyo continuo entre dos dientes consecutivos. Hay que elegir el espesor máximo de la viruta para respetar los límites admisibles de la diferencia entre el radio de corte y el radio de limitación del paso de trabajo.

— Cobertor tipo jaula (figura 8). Consiste en una caja metálica cilíndrica, soportada por una guía vertical y fijada a la mesa, en cuyo perímetro se ajustan tres platos curvados con rendijas que sirven para deslizarse hasta la altura adecuada al grosor de la pieza.

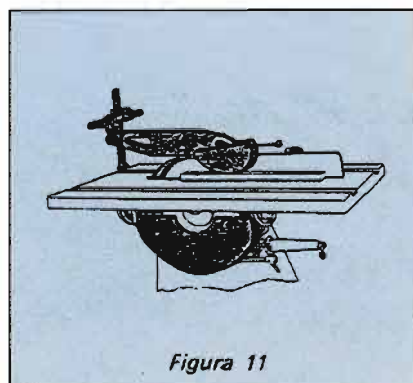
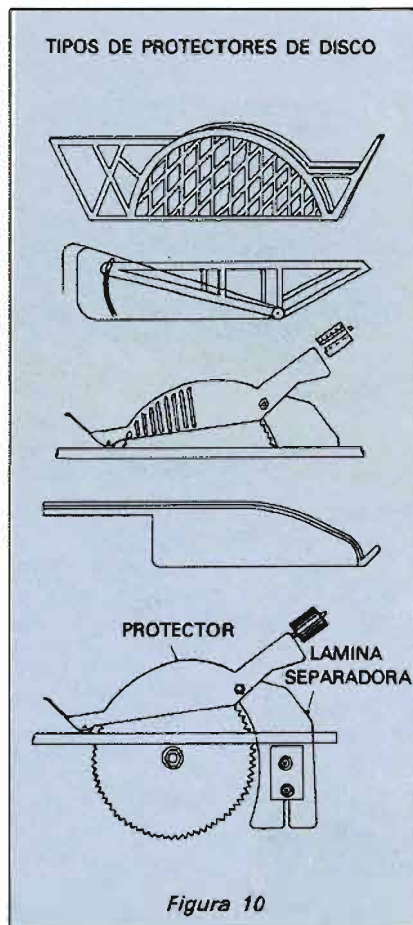


Pueden mecanizarse tanto maderas rectilíneas como curvas, retirándose en este último caso las semirreglas-guía.

— *Regla-tope* (figura 9). Se trata de un elemento anexo a la bancada y cuya única misión es la de evitar el accidente por el rechazo de la pieza. Es recomendable en trabajos «a goteo» y a media pieza, siendo su instalación sin perjuicio del dispositivo adecuado contra los demás riesgos.

Protectores para la sierra circular

En esta máquina, al contrario que en la tupí, los dispositivos de protección disminuyen mucho en cuanto a su clase, aunque no así respecto a los modelos, ya que prácticamente se reducen a dos: carcasa o cobertor y cuchillo divisor. Esto es lógico si pensamos que se trata de una máquina utilizable para una única operación: aserrar. Sin embargo, existen otros accesorios que complementan la seguridad de tales elementos: carro desli-



zante, dispositivos para hacer cuñas o estacas, guía intermedia, empujadores, etcétera.

— *Carcasa superior* (figuras 10 y 11). El «cubresieras», que puede estar fijado a un soporte sobre la mesa o en el techo o al propio cuchillo divisor, tiene por misión evitar el contacto con los dientes de la sierra en sus partes superior, anterior y posterior. De los diferentes tipos conocidos ninguno lo impide frontalmente, algunos posteriormente y la mayoría por arriba.

La carcasa puede ser empujada por la pieza y elevarse, o bien es manipulada previamente según el espesor del corte, perdiendo entonces su eficacia.

Normalmente resulta eficaz contra las proyecciones, tanto del propio disco o sus esquirlas como del material.

Las características técnicas que debe cumplir son:

— Cubrir el mayor arco posible de la sierra.

— No molestar el reglaje del cuchillo divisor.

— No entrar en contacto con el disco por efecto de un aflojamiento en la fijación o de un impulso vertical.

— No debe molestar al operario en su trabajo.

— Será de construcción sólida y al mismo tiempo ligera.

— Fácil reglaje y adaptación a las diferentes dimensiones de las piezas a mecanizar.

— Debe permitir serrar contra la guía, piezas pequeñas y delgadas.

— *Cuchillo divisor* (figura 12). Tiene una doble función:

— Impide el contacto con la parte de atrás de la sierra.

— Su función principal es, sin embargo, la de impedir que la ranura abierta en la madera por el corte de los dientes, se cierre detrás del disco, evitando así que éste quede aprisionado por la pieza que se trabaja, la levante y proyecte contra el operario si éste no la tiene sujeta al tablero, o la rechace en sentido horizontal si el obrero pretende mantenerla apoyada fuertemente contra la mesa.

Se aconseja que el espesor sea entre 0,3 u 0,5 mm menos que el trazo de serrado o anchura de los dientes. En cuanto a su forma se

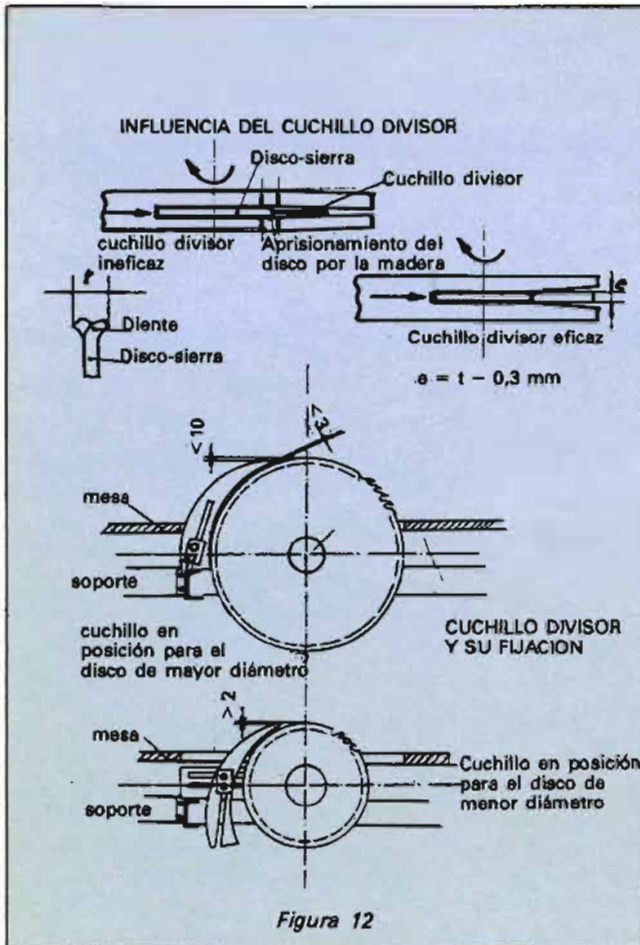


Figura 12

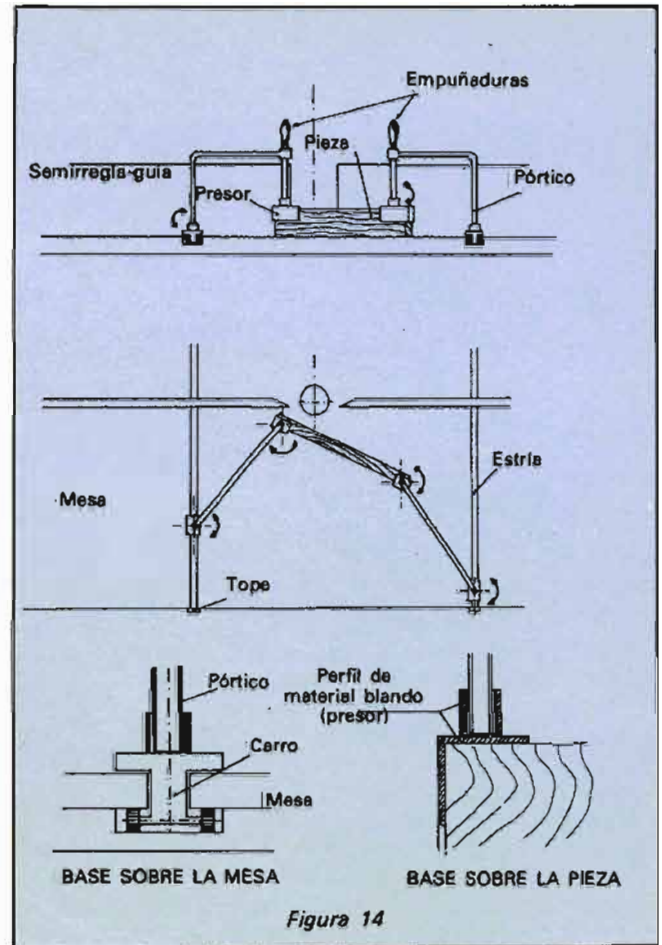


Figura 14

adopta generalmente la de cuarto de luna.

Debe reunir ciertas condiciones para alcanzar la funcionalidad deseada:

- Perfecta rigidez.
- Plano del cuchillo coincidente exactamente con el del disco.
- Distancia del cuchillo al disco no superior a 3 mm y altura inferior en 5 mm a la del mismo.

DISEÑO DE NUEVOS SISTEMAS

Cuando se trate de diseñar un dispositivo de protección para cualquier máquina debemos tener presente ciertas consideraciones sobre la seguridad en máquinas:

- Accidentabilidad (situaciones en las que se producen accidentes).
- Principio básico (garantía de que se cumpla la función de impedir el acceso antes de actuar sobre el riesgo).
- Inviolabilidad del dispositivo.
- Fiabilidad del dispositivo.

— Seguridad en las intervenciones anormales.

— Garantía de gobierno de la máquina.

— Grado de protección exigible ofrecido.

— Automatización.

— Dimensiones de resguardos.

— Diseño ergonómico.

Nuevos protectores en tupí

Conocidas las causas que provocan los accidentes se fijarán unos principios a partir de los cuales deberá llegarse al diseño de unos mecanismos de protección más idóneos. Todos ellos pueden englobarse en el siguiente fundamento: no deberá haber posibilidad de excusas ante el uso del protector adecuado a la operación a ejecutar.

— *Carcasa posterior* (figura 13). A este elemento de la máquina no se le aprovechan actualmente las prestaciones que puede ofrecer, sobre todo, porque se le da un carácter accesorio casi decorativo. Por ello se ha pensado que una nueva

readaptación puede aumentar las posibilidades contra determinados riesgos.

Una carcasa de este tipo puede incorporar los siguientes elementos de seguridad:

— Pantalla frontal que cubra el árbol portaherramientas hasta descansar sobre la pieza que se trabaja. Será graduable en altura y en avance, según sea la dimensión de la pieza y la profundidad del corte, respectivamente.

— Tapa practicable que permita ser abierta para colocar el útil, limpiar el interior o cualquier otra intervención.

— Conducto de extracción del polvo, serrín y viruta.

— Rejilla posterior en la unión de la carcasa y el conducto, que impida introducir la mano en caso de ser retirado éste o de no existir.

— Regletas ranuradas en los laterales para fijar la carcasa y espaciarla respecto al árbol portaherramientas.

— *Par de manubrios* (figura 14). Se trata de dos brazos iguales, en

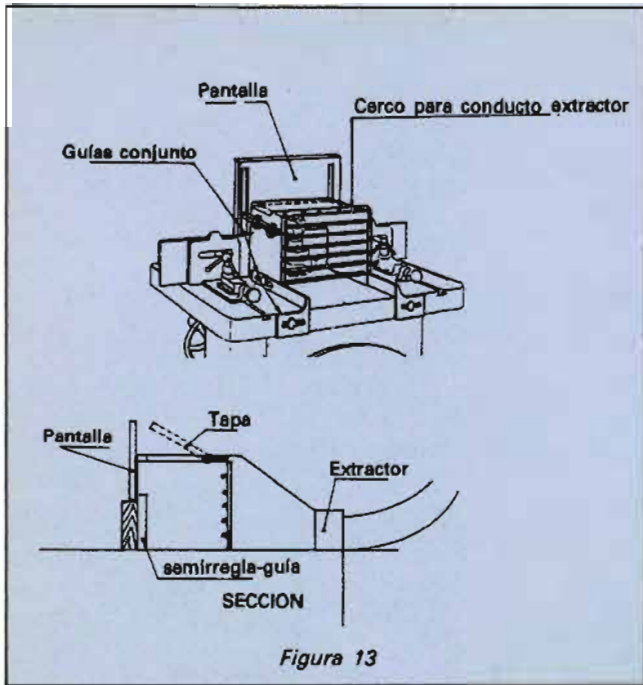


Figura 13

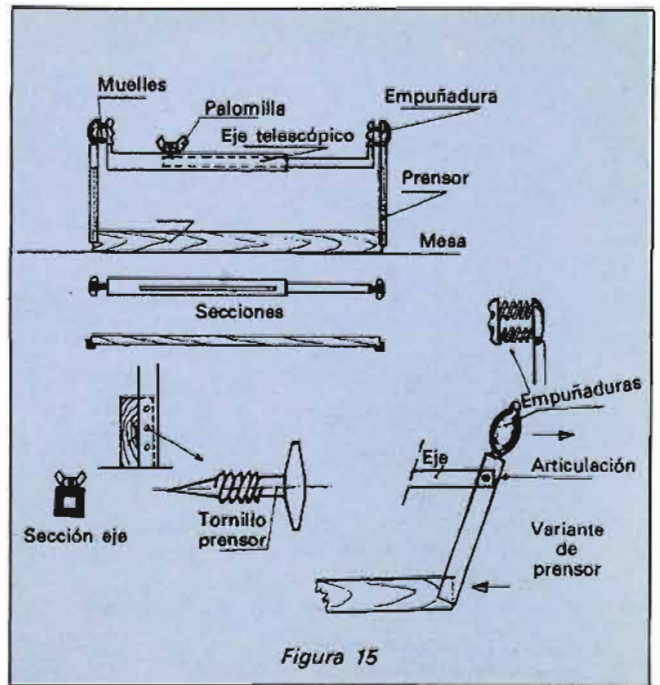


Figura 15

forma de pórtico, articulados en los extremos inferiores y de los cuales uno se traslada a lo largo de la estría de la mesa, fijándose el otro sobre la pieza. Su longitud debe ser igual o mayor a la equidistancia entre las estrías. Ambos manubrios disponen en su parte superior de sendas empuñaduras locas.

La pieza se fija por medio de un perfil adaptado a la arista y apretado mediante una tuerca, ya que el montante está roscado en su extremo inferior.

El proceso de trabajo es como sigue:

- Introducción de los manubrios en las guías (estrias) de la mesa.
- Ajuste de la pieza, apretando las tuercas, entre la mesa y los montantes roscados.
- Asido de las empuñaduras.
- Empuje de todo el sistema hacia el útil apoyando el extremo izquierdo de la pieza a mecanizar, presionada por el manubrio correspondiente, contra la semirregla-guía, mientras el derecho se va girando hasta enfrenar la señal de corte con el útil.
- Deslizamiento de la pieza a lo largo de las semirreglas-guía hasta finalizar el corte.
- Retirada y desmontaje.

Para piezas excesivamente largas se utilizará el manubrio derecho únicamente, de forma que la mano izquierda sustituya al otro. De todas

formas, se recomienda el sistema sólo para piezas cortas.

— *Empujador* (figura 15). Es un dispositivo de alimentación manual que permite mantener alejadas las manos de la zona de peligro. La forma de presionar la pieza admite alguna variante. Es apropiado para atacar frontalmente las piezas cortas, tanto cúbicas como cilíndricas, en operaciones de rebajes, ranurados, entalladuras, etcétera.

Se trata de un instrumento compuesto de un par de mangos retráctiles unidos por una barra telescópica, en cuyos montantes se dispone la pieza a trabajar, siendo éstos los que hacen la función presora al apretar los mangos con las manos. Una variante puede ser que la barra y los montantes se articulen en su unión y al forzar hacia afuera

con las empuñaduras los extremos presoras se aferran a la pieza.

El eje o barra telescópica se ajusta a la longitud de la pieza por medio de una palomilla. Los montantes pueden estar taladrados para sujetar mejor la pieza por medio de clavijas atornilladas. La longitud de la pieza varía desde el eje totalmente plegado hasta el desplegado casi completo.

— *Muelle prensor* (figura 16). Está pensado para piezas curvilineas de gran radio.

Consiste en instalar sobre las falsas mesa y guía, ésta curvada y de radio similar al de la pieza a trabajar, de un accesorio de madera en forma de boomerang y de un resguardo, respectivamente. La biela, que así la llamaremos, gira en el extremo más estrecho y alejado del

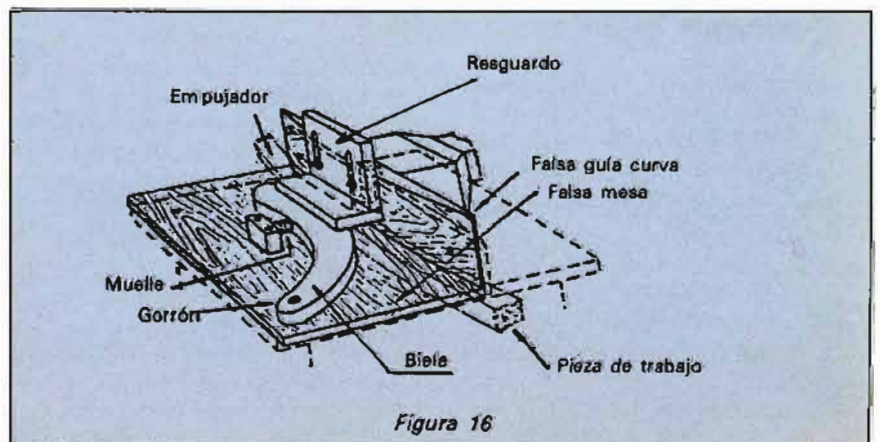


Figura 16

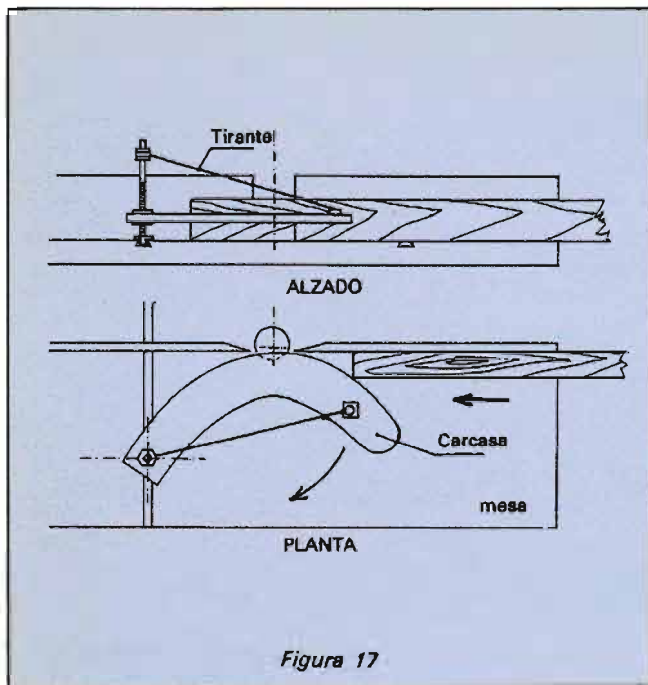


Figura 17

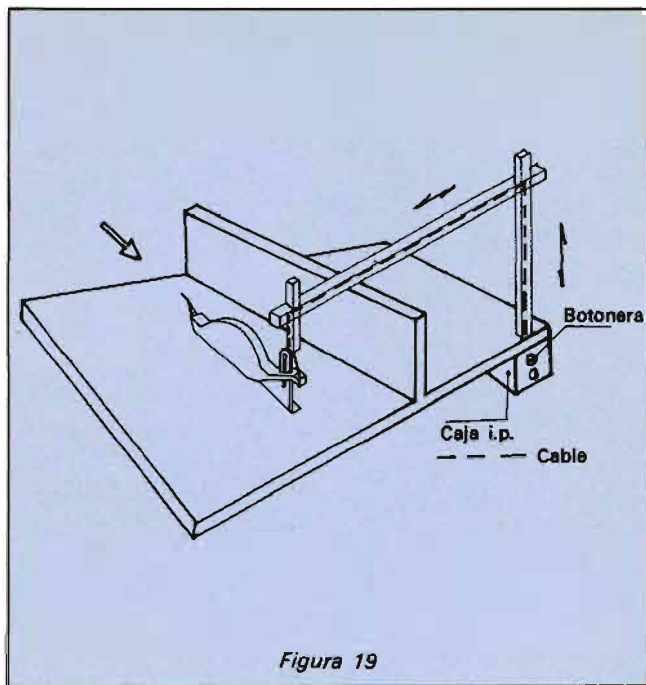


Figura 19

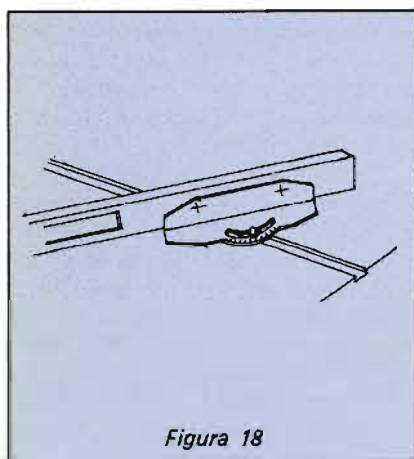


Figura 18

eje porta-útiles y es empujada hacia la pieza por un resorte fijado a la falsa mesa. El resguardo puede regularse en altura, así como el resorte en avance. Es aconsejable ayudarse de un empujador para finalizar el paso de la pieza a trabajar.

Una de las ventajas a considerar es la de su economía, a causa de poder ser realizado por el propio operario.

Es efectivo contra el riesgo de atrapamientos y cortes, así como contra la proyección de partículas, siendo su eficacia regular al rechazo de la madera, dependiendo ésta de la presión ejercida por el muelle.

— *Carcasa anterior* (figura 17). Este resguardo se basa en el principio de protección de las sierras circulares, trasladado a la tupí con las diferencias que un eje vertical con-

lleva. Al ser el diámetro de la fresa o cuchilla más pequeño que el disco de la sierra circular la carcasa debe cubrir prácticamente todo el útil, con la ventaja que supone no necesitarse el cuchillo divisor.

Un soporte vertical, fijado a la ranura de la mesa, lo que permite su traslado, mantiene la carcasa a la altura deseada mediante bridas que no deben evitar su giro libre al ser desplazada por la pieza a trabajar. En el eje de giro existirá un muelle que mantenga la carcasa contra la semirregla-guía o contra la pieza, haciéndola volver siempre a su posición inicial.

El diseño de la carcasa, que estará construida con materiales blandos (plástico o madera), será de tal precisión que nunca encontrará obstáculo la madera para avanzar.

Para mayor seguridad, un tensor con sus extremos anclados al soporte y a la carcasa evitará la flecha de ésta manteniéndola perfectamente horizontal, lo que impedirá que la herramienta pueda acercarse a las paredes laterales del resguardo.

Nuevos protectores en sierra circular

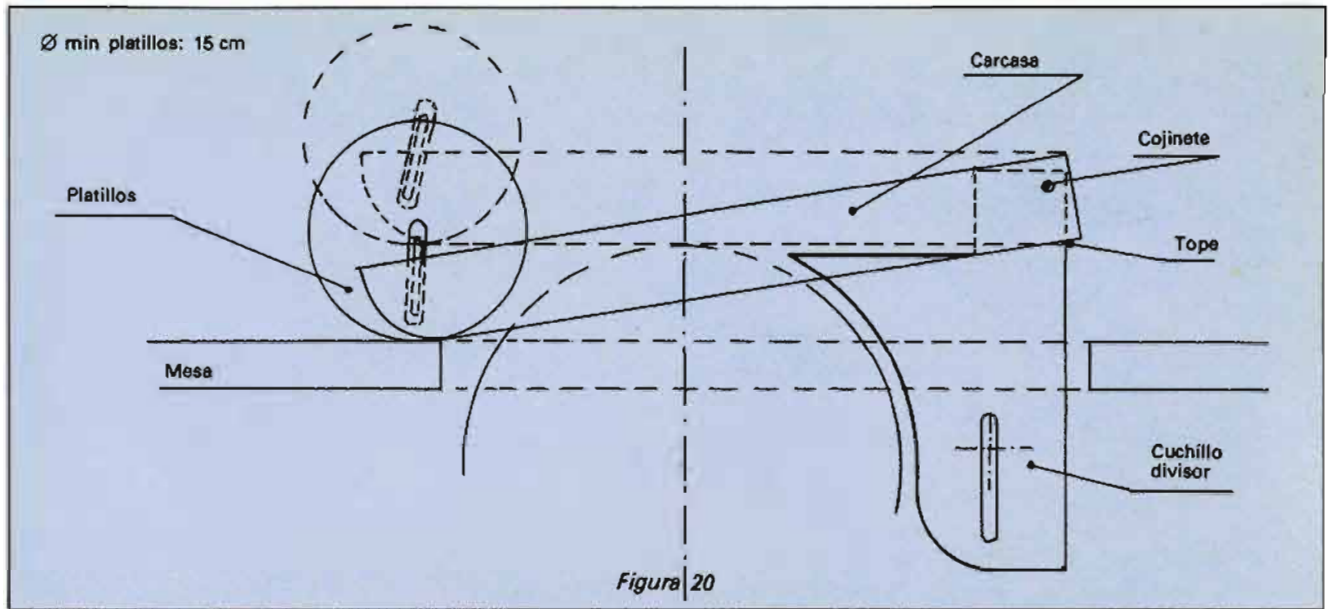
En el estudio completo sobre las máquinas aquí tratadas, y que obra en poder de la Fundación MAPFRE,

se trató por separado de la sierra convencional de taller y de la clásica de las obras de construcción por diferencias que allí se explican. En este artículo, razones de espacio nos obligan a reagruparlas, entendiendo que el lector sabrá de la aplicación de uno u otro sistema a cada máquina en particular.

Platillos de gravedad

Consiste el sistema en tres láminas circulares dobles, de igual diámetro, y una igualmente doble en forma de segmento circular, unidas en serie a una barra horizontal que las sujeta por sus respectivos ejes. El conjunto está anclado mediante un soporte en la guía a un extremo de la mesa o bien al techo del local. No existe reglaje porque se mantiene siempre apoyado sobre la mesa; cuanto más bajo esté el disco, o sea menor, el dentado de la sierra puede llegar a aparecer entre las anillas centrales, lo cual puede evitarse disponiéndose de otro sistema similar, pero de menores dimensiones.

La pieza se dirige hacia la sierra empujando los primeros platillos, los cuales disponen de un fiel para indicar la línea de corte; este primer par se mueve hacia arriba desplazándose su eje sobre una hendidura situada en la pletina que lo sustenta a la barra horizontal. No se descarta



que dicha hendidura pueda ser curva si se encontrase dificultad en el recorrido del eje. Una vez que la madera lo ha rebasado cae por su propia gravedad impidiendo acercar la mano al disco. El resto de los platillos actúa de igual modo.

— *Regla graduada* (fig. 18). Es un accesorio que sirve para hacer aserrados en escuadra o diagonal y que corre a lo largo de una de las ranuras de la mesa. Posee un goniómetro atornillado a la regla, graduado de 0 a 90°, que permite ajustarla al ángulo de corte deseado. La regla sirve de empujador al poderse fijar la pieza a ella mediante prensos. Puede servir para fabricar cuñas y estacas y se combina con cualquier otro dispositivo de seguridad y se complementa con otra guía o regla.

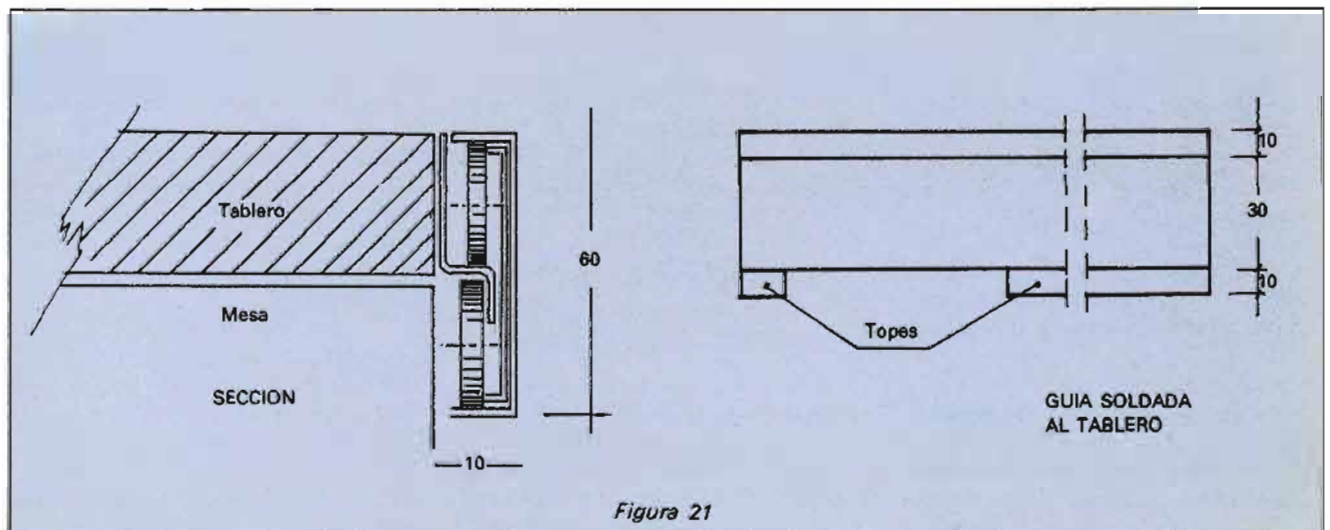
— *Interruptor de posición* (figura 19). La sierra circular puede ir equipada con un interruptor de posición cuya función debe ser impedir la retirada de la carcasa instalada sobre el disco. Puesto que resulta imprescindible mantener despejada la mayor superficie posible de la mesa de trabajo, la instalación del aparato no debe entorpecer dicho espacio, por lo que irá parejo al sistema de soporte elegido.

Estos interruptores pueden funcionar en modo positivo o negativo, recomendándose en este enclavamiento sobre el circuito de mando el interruptor con funcionamiento positivo a fin de evitar el bloqueo intencionado. El mecanismo de accionamiento del interruptor debe tolerar un suficiente exceso de recorrido que permita absorber los

usuales márgenes de desajuste y la reserva inicial previsor de desgastes inevitables. El microinterruptor irá montado en una caja robusta que contenga el mecanismo intermedio de accionamiento, quedando al abrigo de vibraciones, desajustes e influencias exteriores.

El soporte va instalado en un extremo de la mesa, anclado a la ranura o al borde de aquella, sosteniendo el armazón que permita regular el resguardo en profundidad y altura. Todo el armazón hueco es de sección cuadrada, la cual facilitará la instalación del cable y accesorios necesarios.

El interruptor situado en la parte inferior de la mesa, justo debajo del soporte, es accionado por un fino cable que se traslada por el interior del armazón, con ayuda de poleas



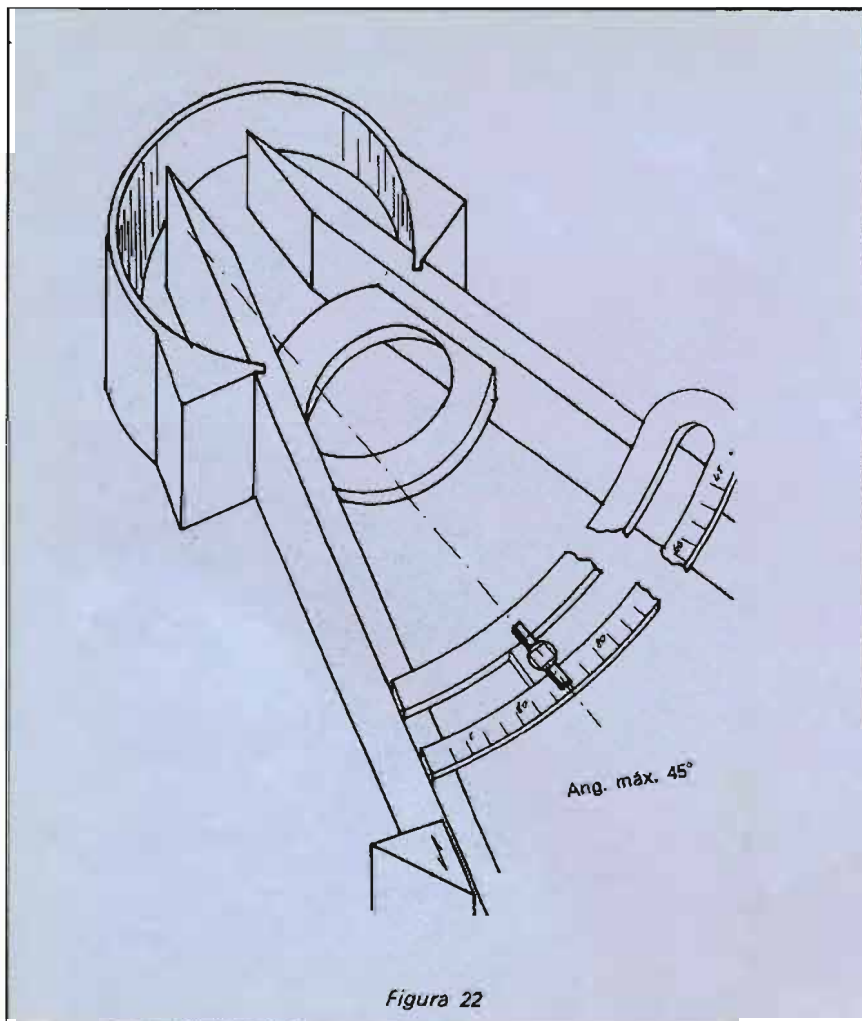


Figura 22

en las variantes, hasta quedar fijado en el extremo de la carcasa. Al intentar elevar el resguardo fuera de los límites establecidos, el cable acciona la palanca que desconecta el interruptor, paralizando la máquina.

— *Carcasa* (figura 20). El dispositivo que describiremos consiste en un sencillo resguardo formado por dos piezas móviles: carcasa propiamente dicha y platillos solidarios. La carcasa gira en el extremo del cuchillo divisor hasta ponerse paralela a la mesa a una altura máxima de 12 cm, altura que testifica el espesor de la pieza a aserrar. Un tope evita que continúe el arco de giro. En el otro extremo existe un par de platillos iguales que giran y se desplazan hacia arriba al unísono al ser introducida la pieza. Una misión importante es la de advertir, ópticamente o por contacto en las manos, al operario del final de la pasada.

El diámetro mínimo de los platillos será de 15 cm, lo que asegura que en la mayor altura del resguardo lleguen a posarse sobre la mesa una vez que aparece el disco como final del corte.

Un contrapeso, en el extremo superior derecho del eje diametral, ayuda a que el par de platillos caigan a la mesa.

Todas las articulaciones se construirán con cojinetes que faciliten el giro, oponiendo el mínimo esfuerzo y perfecto desplazamiento.

— *Mesa rodante* (figura 21). En los lados de la mesa paralelos a la sierra se colocan sendos carriles soldados en \square con topes en sus extremos. Sobre estos carriles se sobrepone un carro con varios pares de ruedas de cojinetes dispuestas de forma que no pueda bascular, gracias a que la guía del tablero corre, entre las ruedas superiores e inferiores, sobre el carril. El tablero

tiene una rendija en el medio, y de longitud tal que va desde el frontal del tablero para recibir a la carcasa hasta rebasar el cuchillo divisor unos tres centímetros.

En el lado de empuje se dispone de:

- Par de esras prensoras.
- Topes para apoyar la pieza.
- Tope blando para recibir la carcasa del disco, el cual señalará si hay descuido al final del corte.

— *Dispositivo para hacer cuñas* (figura 22). El artilugio descrito a continuación va obligatoriamente acompañando a la carcasa protectora y a la mesa rodante, de otra forma no se garantizaría una protección completa.

Se basa en el principio del compás: dos radios de longitudes iguales a 30 cm, unidos en vértice por medio de una anilla que hace presión a su vez sobre una rueda engastada entre ellos, giran guiados por un transportador de ángulos que indica el corte a efectuar sobre la madera para separar la cuña. La abertura de los radios se mantiene al actuar un tornillo de mariposa sobre el transportador que corre sobre una pletina concéntrica anclada al otro radio.

En los extremos de la anilla presora existen sendas pestañas que sirven de tope a la pieza de trabajo y a uno de los topes de la mesa rodante, justamente en el que se apoya. El radio inferior tiene otra pestaña desplazable para poder sujetar el dispositivo al tope anterior, de tal modo que la distancia entre ellas sea igual a la longitud del tope de la mesa.

El radio superior dispone en su extremo de un tornillo presor que impide el movimiento de la pieza durante el serrado.

La anilla debe estar en un plano paralelo al disco y distante de él como mínimo 10 mm; ello evitará que lleguen a tocarse.

Una vez fijado el dispositivo y la pieza de la que se ha de cortar la cuña se empuja el carro rodante hacia el disco con ayuda de las empuñaduras y se realiza la operación. Se usará el transportador cada vez que cambie el ángulo de la cuña.

La forma de giro del dispositivo puede ser modificada para simplificarla, por ejemplo, con un muelle tipo pinza. ■