

LA SEGURIDAD EN LA TUPI (I)

Tomás PIQUE ARDANUY

Ingeniero Técnico Químico

C.N.C.T. Barcelona

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

INTRODUCCION

La máquina fresadora de madera o máquina tupí es tradicionalmente considerada por los trabajadores del sector como la máquina más peligrosa de todas las que se utilizan en el sector. Tal apreciación, que a priori podría catalogarse de subjetiva por las personas no conocedoras de la problemática del sector en materia de accidentes, queda plenamente corroborada por los datos estadísticos conocidos en la provincia de Barcelona entre los años 1972-1983: La tupí es no sólo la máquina que mayor número de accidentes graves produce, el 16,73% del total de accidentes graves del sector madera y el 23,47% de los accidentes en máquinas, sino que es a su vez la que provoca una mayor gravedad de consecuencias, pudiéndose afirmar con rotundidad que todo contacto de la mano del operario con la herramienta de corte ocasiona una amputación de la zona de la mano en contacto con la herramienta.

Son todos estos antecedentes los que han motivado una especial atención y dedicación hacia esta máquina por parte del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Esta atención ha llevado a conocer todas las operaciones que en esta versátil máquina se pueden desarrollar, las situaciones de riesgo que se manifiestan en estas operaciones y al estudio y diseño de las protecciones necesarias para suprimir aquellas situaciones de riesgo o en su defecto aminorar las consecuencias.

DESCRIPCION DE OPERACIONES

De toda la amplia gama de operaciones que en la tupí se pueden realizar (con guía, a contraguía, al árbol, al extremo del árbol, al chapillon, con plantilla, etc. ...), prestaremos especial atención a dos de ellas: Con guía y al árbol, puesto que estos dos tipos de operaciones son los que mayoritariamente se llevan a cabo en el taller y son en estos dos trabajos, sobre todo en el primero de ellos, en donde han sobrevenido la práctica totalidad de los accidentes contabilizados.

Trabajos con guía

Son aquellos en los que para el desarrollo de la operación se hace uso de una regla-guía de apoyo lateral.

El operario con la mano izquierda guía la pieza presionándola simultáneamente contra la mesa de deslizamiento y contra la guía, mientras que con la mano derecha empuja la pieza.

Entre los trabajos con guía distinguimos:

"Operaciones corridas"- La mecanización se realiza a lo largo de toda la longitud de la pieza.

"Operaciones ciegas"- La mecanización no se realiza a lo largo de toda la longitud de la pieza sino entre dos puntos prefijados de ella, realizándose por consiguiente tanto el ataque como el final de pasada en dos puntos interiores de la pieza.

"Operaciones semiciegas"- Operación ciega en uno de los extre-

mos de la pieza y corrida en el otro extremo.

Trabajos al árbol

Se utiliza cuando por la forma de la pieza a trabajar o cualquier otro condicionante es preciso prescindir de las semirreglas de guía.

Con la mano izquierda se presiona la pieza contra la mesa, deslizando sobre un listón de apoyo (piezas rectilíneas) o sobre un punto de apoyo (piezas curvas), hasta que entre en contacto con el útil. Con la mano derecha se sujeta por la parte posterior empujándola.

DEFINICION DE RIESGOS

El riesgo más importante de la tupí y el que origina la práctica totalidad de los accidentes contabilizados en la misma es el CONTACTO DE LA MANO CON LA HERRAMIENTA DE CORTE.

El contacto con el útil puede producirse por su zona posterior o parte no activa del útil, (riesgo que rara vez se actualiza en accidente), o por su parte anterior o zona de operación, (riesgo que se actualiza muy frecuentemente en accidente).

El riesgo de contacto surge ya en las operaciones de "reglaje de fresa", operación consistente en situar la fresa a las necesidades del corte. Esta operación engloba un considerable número de accidentes y ello se puede atribuir a que al tratarse de "pasadas de prueba", éstas se realizan normalmente en maderas defectuosas (generalmente retales y desechos) y sin que se tome ningún tipo de

medida preventiva para hacer inaccesible el útil de corte.

Durante el desarrollo de la operación, tanto en trabajos al árbol como en trabajos con guía, el contacto suele normalmente producirse debido a la desaparición de la pieza del punto de operación, (para trabajar correctamente en tupí la pieza debe ocultar la herramienta de corte, es decir, se debe trabajar a "útil no visto"), y esta desaparición se da al retroceder violentamente la pieza debido a que se produce una variación en la resistencia a la penetración de la herramienta en la madera a causa de encontrar un nudo, contraveta, etc..., mientras se mantiene constante la presión manual de alimentación de la pieza a mecanizar.

La posibilidad de desaparición de la pieza del punto de operación conjugada con la no adopción de medidas preventivas previas tendientes a hacer inaccesible la herramienta de corte dan como resultado que las manos del operario que conducen la pieza haciendo simultáneamente presión contra la mesa y contra la guía se precipiten hacia la herramienta de corte y entren en contacto con la misma.

Asimismo, este riesgo se manifiesta a final de cada pasada, durante la alimentación del último tramo de la pieza a mecanizar.

En la tupí, existen asimismo otros riesgos específicos que si bien rara vez se actualizan en accidente, conviene asimismo detallar:

Riesgo de golpes y/o contusiones por el retroceso imprevisto y violento de la pieza que se trabaja

Este riesgo se actualiza debido a que a elevada velocidad de la herramienta se presenta una brusca elevación de la resistencia al corte. La proyección violenta de la pieza está favorecida por la conjunción de una o varias de las situaciones siguientes:

a) Insuficiente sujeción de las

piezas de madera que se trabajan.

- b) Existencia de maderas con nudos o irregularidades que rompen la continuidad de la alimentación manual.
- c) Velocidad inadecuada de la herramienta de corte por:
 - Sus características propias.
 - Anchura y profundidad de corte.
- d) Pérdida de filo en las herramientas de corte.

Riesgo de proyección de herramientas de corte y accesorios en movimiento

Este riesgo puede estar favorecido por la conjunción de una o varias de las situaciones siguientes:

- a) Empleo de herramientas de corte y accesorios a velocidades superiores a las recomendadas por el fabricante.
- b) Fijación de las herramientas de corte y accesorios al árbol de manera incorrecta o deficiente.
- c) Uso de herramientas de corte con resistencia mecánica inadecuada.
- d) Equilibrado incorrecto de las herramientas de corte y accesorios.
- e) Utilización de herramientas y/o accesorios inadecuados para la tupí.

f) Abandono de herramientas en proximidades del árbol.

MEDIDAS PREVENTIVAS

a) Con carácter general

- Las operaciones en tupí se realizarán a "útil no visto" o "con el útil por debajo de pieza". Con ello se logra que la propia pieza de madera a mecanizar se convierta en protección de la tupí al hacer inaccesible la herramienta de corte a lo largo de la operación.

Es de destacar el considerable riesgo que entraña la realización de operaciones a "útil visto" o con el "útil por encima de pieza", tanto por la constante accesibilidad al mismo como por la situación y función de las manos del tupidor, (en las proximidades del útil y presionando la pieza hacia el mismo).

- La alimentación de la pieza debe realizarse en sentido contrario al del giro del útil. Con ello se logra una sujeción más correcta de la pieza ya que a las elevadas velocidades de trabajo de la máquina, la alimentación de la pieza en el sentido de giro del útil incrementaría considerablemente la posibilidad de proyección de la misma ya que la herramienta "tira" de la madera hacia la salida y paralelamente el riesgo de que las ma-

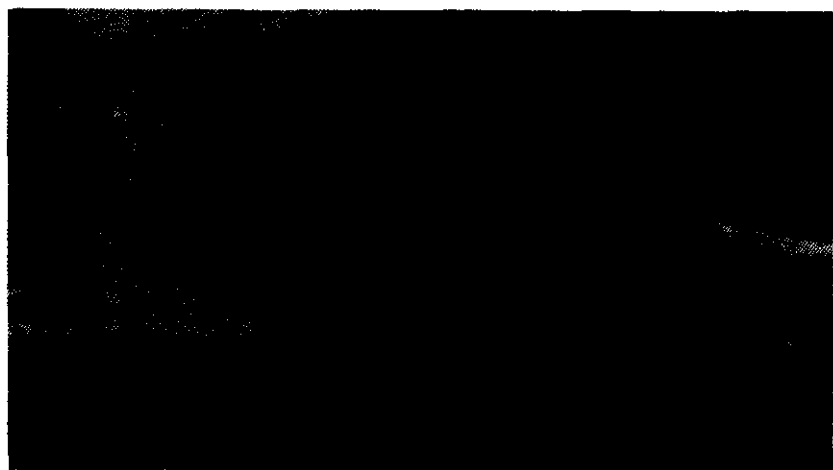


Figura 1.- Contraplaca disminuyendo la accesibilidad manual al útil de corte de la tupí.

nos del tupidor se precipiten hacia la herramienta de corte y entre en contacto con ella.

- Para trabajos con guía es recomendable adosar a las semirreglas guía una contraplaca de madera dura que disminuya el espacio peligroso entre ambas partes de la guía. Dicha contraplaca lleva una abertura hecha por el mismo útil que deja libre solamente la parte del útil preciso para el trabajo. (Fig. 1).

Si bien este dispositivo no puede considerarse un dispositivo de protección de la máquina dado que no anula los riesgos propios de las operaciones que en la misma se desarrollan, si en cambio disminuye la gravedad de las consecuencias en caso de contacto con el útil al quedar accesible tan solo el fragmento del mismo estrictamente necesario para la operación.

Asimismo, dicha contraplaca garantiza una continuidad en la alimentación de la pieza, aspecto éste que no siempre está asegurado en las semirreglas guía dado que la parte anterior de la pieza puede "engancharse" en la semirregla de salida y ocasionar su retroceso violento, así como la parte posterior de la pieza introducirse al final de la pasada en el espacio existente entre la semirregla de entrada y el útil, ocasionando que la mano derecha se precipite hacia el mismo.

- Para trabajos con guía es preceptible la protección de la parte posterior o zona no activa del útil, a fin de evitar contactos fortuitos en esa zona. (Fig. 2).

La citada protección actúa asimismo como carter protector de las zonas posterior y laterales de la máquina en caso de proyección violenta del útil de corte o sus fragmentos.

A la protección de la zona posterior del útil se puede acoplar fácilmente un sistema de aspiración localizada de residuos de la mecanización de la madera.

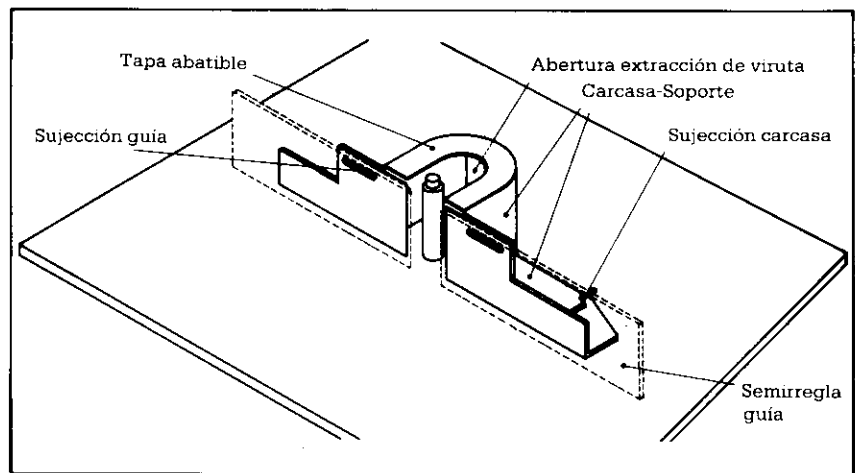


Figura 2.- Carcasa protectora de la zona posterior del útil.

b) Para las distintas operaciones

Se comenta tan solo en este artículo las distintas medidas preventivas a adoptar en la máquina tupí cuando en la misma se realizan operaciones con guía corridas, es decir, modificándose el perfil de piezas rectilíneas a lo largo de toda la longitud de las mismas.

De un modo general, la protección válida para este tipo de operaciones deberá cumplir un doble requisito: Que fije solidamente a la mesa de apoyo la pieza de madera, (este aspecto se puede lograr con el empleo de carros de alimentación automática o bien con el uso de elementos de presión vertical y horizontal sobre la pieza) y que cu-

bra la herramienta de corte haciendo manualmente inaccesible la misma, (lo cual se puede lograr con el empleo de carros de avance o bien con el uso de protectores-cobertores de la zona de operación específicamente diseñados para cada tipo de operación concreta).

Se detallan a continuación algunos de estos tipos de protecciones; no sin antes remarcar que es, en todo caso, siempre el propio tupidor la persona más idónea para adaptar la protección más acorde al tipo de trabajo que se vaya a realizar.

Carro de alimentación automática

Es un sistema tractor por rodillo que realiza automáticamente la

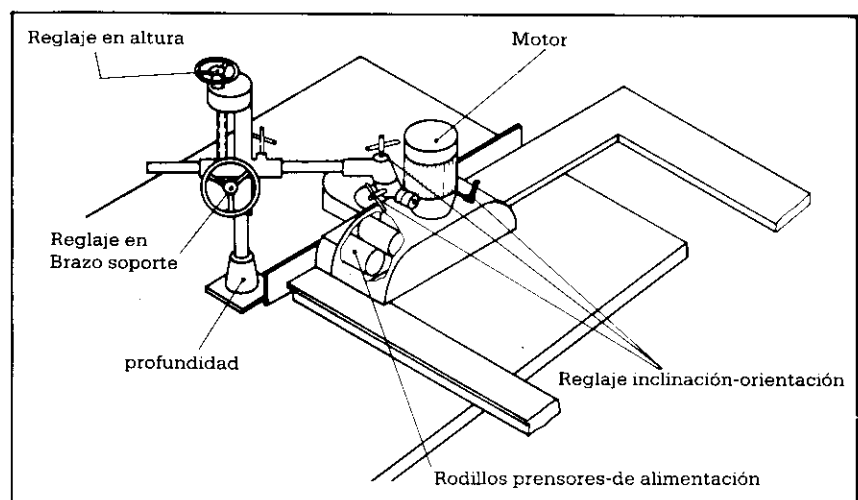


Figura 3.- Carro de alimentación automática.

alimentación de piezas de madera a la zona de operación de la tupí. (Fig. 3).

Sin ser en si mismo un protector de la tupí debe considerarse como tal dado que protege al tupidor de los riesgos de la tupí:

- Evita el contacto manual con la herramienta de corte al mantener las manos del operario alejadas del punto de operación a lo largo de la misma.
- Con una regulación correcta de la presión de los rodillos del carro sobre la pieza, se evita el retroceso violento de ésta. (Se consigue una presión adecuada de los rodillos sobre la madera si éstos quedan en vacío de 3 a 5 mm. por debajo de la cara de la pieza sobre la que se apoyan).
- Evita que los útiles o sus fragmentos que hipotéticamente pudieran proyectarse alcancen al operario, dado que el carro se interpone entre el operario y los útiles.

Protectores-presores

Dado que como se ha especificado anteriormente la propia pieza de madera que se mecaniza debe constituir en si misma la primera de las protecciones de la tupí al hacer inaccesible el útil de corte, (operaciones con el "útil por debajo de pieza"), el sistema de protectores presores tiene como finalidad el garantizar la presencia de la madera en zona de operación ya que mientras ello suceda no existirá posibilidad de acceso manual al útil.

Mediante la utilización de este sistema, la pieza queda amordazada tanto por sus dos caras, (mesa de deslizamiento y presor vertical), como por sus dos cantos (guía de apoyo lateral y presor horizontal).

A su vez y complementando la función anterior, los presores en función de sus dimensiones, forma, etc..., limitan en mayor o menor grado el acceso a la herramienta.

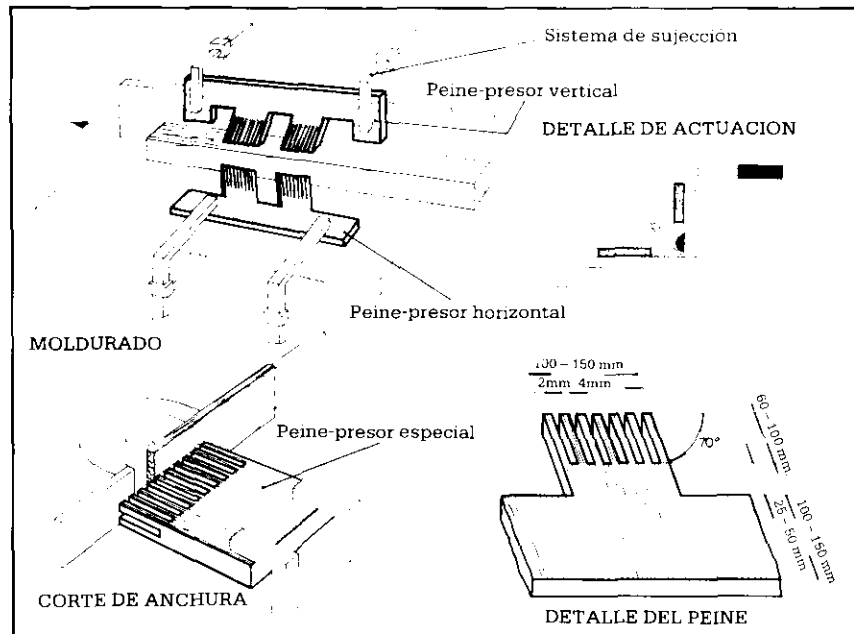


Figura 4.- Sistema protector-presor de peines.

Existen diversos tipos de presores: De guías, de pantalla transparente, de láminas metálicas, de rodillos, etc...

Se describe a continuación el protector-presor de peines de madera:

Los peines de presión son unas piezas de madera dura, (los peines deben ser de madera más dura que la de la pieza que se trabaja), que se fijan a la mesa y a la guía de la tupí, actuando como guía de desplazamiento longitudinal de la pieza de madera que se trabaja. (Fig. 4).

Las ranuras de los peines deben ser realizadas en la dirección del veteado de la madera y orientadas una vez montados los presores, en el sentido de avance de la pieza que se mecaniza.

Si la regulación y colocación de los peines es correcta, la disposición de las ranuras impide el retroceso de la pieza que se trabaja.

Protección "tipo tunel"

Consiste en colocar paralelamente a la regla guía de la máquina una segunda guía situada a una distancia de aquella en función del grosor de la pieza de madera a mecanizar. (Fig. 5)



Figura 5.- Protección tipo tunel.

Esta protección tiene por finalidad hacer manualmente inaccesible al útil de corte y por consiguiente será tanto más válida cuando más "cerrado" sea el tunel y más "altas" sean ambas guías que lo delimitan.

Asimismo, dado que la pieza de madera queda fijada por sus dos caras, (entre ambas guías) y por sus dos cantos, (entre la mesa de deslizamiento y las manos del operario que ejercen de presores verticales al coger y presionar la pieza hacia la mesa durante su alimentación), se limita considerablemente el riesgo de retroceso violento de la pieza que se trabaja.

Evita que los útiles o fragmentos, que hipotéticamente pudieran proyectarse alcancen al operario al interponerse la protección entre el operario y los útiles.

Empujadores

Como norma general, decir que los empujadores no deben considerarse en ningún caso como elementos de protección en sí mismo ya que no protegen directamente la herramienta de corte, sino las manos del operario al alejarlas del punto de peligro.

Los empujadores deben por tanto considerarse como medidas complementarias de las protecciones existentes, tanto para trabajos con guía como al árbol, pero nunca como sustitutorias de las citadas protecciones.

Su utilización es básica en la alimentación de piezas pequeñas, así como instrumento de ayuda para el "fin de pasada" en piezas grandes, empujando la parte posterior de la pieza a trabajar y sujeto por la mano derecha del trabajador. (Fig. 6).

CASOS PRACTICOS DE ACCIDENTES

Caso número 1:

"Accidente grave en tupí por contacto con la fresa de corte con

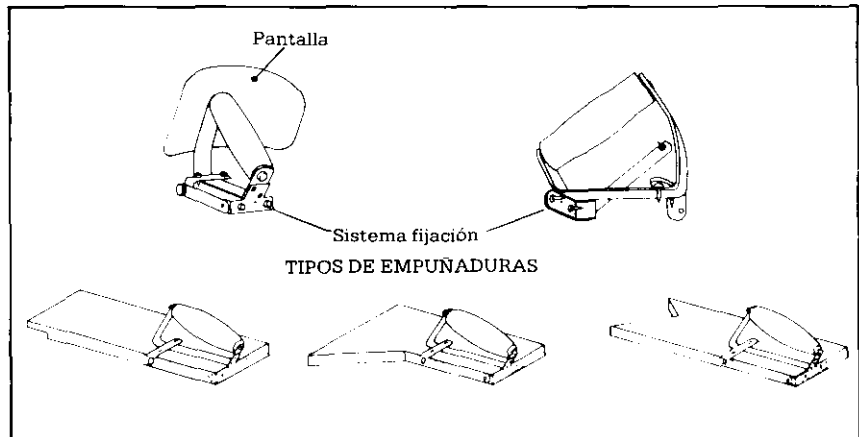


Figura 6.- Diferentes diseños de empujador.

amputaciones en los dedos corazón y anular de la mano izquierda".

a) Descripción del accidente

En una pieza de aglomerado DM 620 en forma de media elipse cuyo semieje mayor medía 22,5 cm., su semieje menor 15 cm., y cuyo grosor era de 1 cm., se debía realizar un galce de 5 x 4 mm. a lo largo del eje menor.

La operación se realizaba con una fresa de cuatro dientes, trabajando a "fresa vista" o "fresa por encima de pieza" y a 9000 rpm.

Para el desarrollo de la operación y con el fin de evitar levantamientos imprevistos de la pieza se había clavado un listón en la regla guía por encima de la fresa, cuya profundidad sobrepasaba un poco el vuelo de la fresa y cuya altura con respecto a la superficie de la mesa oscilaba entre 2-3 cm.

En un momento de la pasada, debido a la presión ejercida sobre la propia pieza para apoyarla en la guía y vencer la resistencia al avance, así como a ser la superficie de la pieza lisa y muy fina, la mano izquierda que guiaba la operación resbaló sobre la superficie de la pieza, entrando en contacto con la fresa y sufriendo las lesiones descritas.

Es de destacar que existía montado en la tupí un carro de alimentación automática que no se utili-

zaba en la operación que se realizaba cuando sobrevino el accidente por tratarse de la mecanización de una serie corta de piezas.

b) Comentario de las causas

Se aprecia en este caso una accesibilidad total a la fresa de corte a lo largo de toda la operación de mecanización. Esta accesibilidad viene motivada tanto por la situación y función de las manos del operario (sobre la superficie de la pieza presionando la misma hacia la herramienta), como por el incorrecto montaje de la fresa (trabajando por encima de pieza), como por último a la inexistencia de medidas preventivas de seguridad tendientes a mantener inaccesible la fresa o en su defecto a mantener las manos del operario alejadas del punto de peligro.

c) Análisis de las posibles soluciones a adoptar

Son varias las medidas de seguridad que podrían haberse tomado con el fin de evitar la aparición de este accidente. De entre ellas citaremos tres que por su eficacia resaltan sobre las demás:

- Con carácter general, las operaciones en tupí deberán ser realizadas "a fresa por debajo de pieza", logrando con ello que la propia pieza a mecanizar se convierta en protección de la herramienta.

– En operaciones con rebajes rectilíneos, corridos y de sección constante es siempre técnicamente posible la utilización del carro de alimentación automática.

El citado carro, sin ser en sí mismo una protección específica de la tupí, debe ser considerado la mejor de las protecciones de la tupí dado que una vez reglado en altura, profundidad e inclinación a las necesidades de la operación, obliga al operario a mantener sus manos completamente alejadas de la zona de peligro.

– En operaciones de mecanización de piezas cuyas dimensiones sean de una gran anchura y poco espesor es recomendable la utilización de "cobertores de pantalla frontal".

El cobertor de pantalla frontal consiste en una pantalla de madera que fijada convenientemente a la guía de la tupí quede dispuesta paralelamente a la mesa de deslizamiento, pasando la pieza a mecanizar entre ambas.

Su finalidad protectora es la de hacer manualmente inaccesible el útil, siendo por consiguiente su grado de cobertura del riesgo función del vuelo que se pueda proporcionar a la pantalla y de la abertura entre ésta y la mesa de deslizamiento. Se trata por tanto de una protección muy válida para modificación de perfiles en cantos de piezas de gran anchura y poco espesor, como era el caso de la pieza que se mecanizaba cuando sobrevino el accidente comentado.

Caso número 2:

"Accidente grave en tupí por contacto con las fresas de corte con amputaciones traumáticas a distintos niveles de los cinco dedos de la mano izquierda".

a) Descripción del accidente

En un listón de pino flandes de 66 x 7 x 5 cm. se debían realizar

tres galces en la misma pasada de distintas características de anchura y profundidad cada uno de ellos.

La operación se realizaba con tres fresas de dos dientes montadas superpuestas en el eje, trabajando a "fresa no vista" o "fresa por debajo de pieza" y a 4500 rpm.

Para el desarrollo de la operación se había clavado sobre las semirreglas guía un listón a modo de cobertor frontal cuyo vuelo con respecto a la superficie de la guía era de 37 mm., (lo mismo que sobresalía la fresa de más vuelo montada al árbol) y su separación en altura con respecto a la mesa de deslizamiento era de 55 mm.

A poco de comenzar la pasada, la aparición de un nudo interior provocó el retroceso violento de la pieza y la mano izquierda del operario que se encontraba a la altura del punto de corte guiando la pieza se precipitó hacia las fresas, entrando en contacto con ellas y sufriendo las lesiones descritas.

b) Comentarios de las causas

El presente, es sin ningún género de dudas el "accidente tipo en tupí", el que en mayor número de ocasiones se repite en operaciones con guía corridas.

La posibilidad de la aparición de este accidente es función de la posibilidad de que la pieza que se mecaniza desaparezca del punto de operación por retroceso violento de la misma y ésta a su vez depende del grado de fijación de la pieza sobre la mesa cuando la aparición de un nudo, contraveta, incrustación petrea o metálica, etc... varía la resistencia a la penetración del útil en la pieza, incrementándola.

La sola sujección manual de la pieza durante la pasada se demuestra repetitivamente ineficaz para mantener la pieza en el punto de operación cuando la variación de la resistencia al avance se produce, siendo en un elevado porcentaje de ocasiones rechazada la pieza y precipitándose hacia la herramienta de corte la mano que

guiando la operación presionaba la pieza contra la herramienta.

c) Análisis de las posibles soluciones a adoptar

En la prevención de accidentes por contacto con la herramienta de corte durante la realización de operaciones con guía, corridas, en tupí, caben prioritariamente dos soluciones:

– Utilización del carro de alimentación automática, solución que como ya se ha dicho es siempre técnicamente posible en el desarrollo de este tipo de operaciones.

– Utilización de cualquiera de los sistemas existentes de protectores presores, de manera que la fijación de la pieza a la mesa quede garantizada aún en caso de una variación brusca de la resistencia al avance.

Asimismo, en operaciones muy concretas en las que forma y dimensiones de la pieza lo permitan así como que la modificación del perfil se realice en el canto o la cara de la misma, pueden ser respectivamente muy válidas para hacer completamente inaccesible la herramienta, el protector "tipo túnel" o el protector "tipo pantalla frontal".