

CONSTRUCCIONES EN MADERA

Uniones

por Carlos A. Lorenzo

El sistema más satisfactorio para unir y fijar piezas de madera entre sí, y el único aceptado en la construcción aeronáutica, es por medio del ENCOLADO. Cuando dos maderas son pegadas en forma apropiada, su rotura no debe ocurrir en la línea de encolado, sino que invariablemente debe arrancar fibras de madera o quebrarse. Esto nos demuestra que una unión encolada tiene que ser más fuerte que la madera misma.

Empleo de clavos: Estamos acostumbrados a ver en carpintería general que el clavo es parte activa y fundamental en la unión de las piezas de madera. Para uso aeronáutica el clavo no debe utilizarse con ese propósito. Por lo tanto debemos tener en claro que: los clavos no tienen nada que ver con la rigidez final en la unión de dos maderas. La función que ellos cumplen, es para ser utilizados (en los lugares donde no puedan emplearse prensas u otros métodos análogos de fijación o apriete) Únicamente para permitir que las partes encoladas queden inmovilizadas entre sí, mientras la cola se seca (o polimeriza). Después que esto ocurra, es posible extraerlos sin que por ello se reduzca la fortaleza de la unión.

¿Clavos temporarios o permanentes?: El hecho de dejar los clavos en forma permanente en la estructura de su avión es una decisión personal que depende más que nada de la "sensación" de seguridad que le puede proporcionar dejar los clavos en su lugar, o de no querer perder tiempo, o no tomarse el trabajo en sacarlos. He aquí tres argumentos por lo que personalmente prefiero volar sin ellos:

Si Ud. usa clavos comunes pueden oxidarse a causa de la humedad natural de la madera, causando manchas y hasta deterioro de la madera adyacente a ellos. Si no los saca, tenga en cuenta que son gramos o kilogramos innecesarios que "lleva a pasear" en su avión sin ninguna utilidad práctica.

Los clavos pueden tender a "trabajar hacia afuera" o salirse, ya sea por vibración o "trabajo" de la madera, y la cabeza de los que quedan en la superficie externa, pueden llegar a generar pequeños "granos" en el recubrimiento de tela, afeando la terminación de su avión.

Si por comodidad decide dejarlos permanentemente, use clavos "aeronáuticos", o en su defecto, los especialmente tratados contra la oxidación: galvanizados (color plateado), cadmiados (color dorado) o empavonados (color negro azulado). Aunque (dicho sea de paso) esos tratamientos no son una absoluta garantía contra el óxido.

Selección de los clavos: El tamaño de los clavos son expresados con dos números:

El primero indica el calibre de su diámetro y el segundo su largo expresado en milímetros. En la mayoría de nuestros trabajos usaremos los calibres: 4 (1 mm); 5 (1,1 mm); 6 (1,2 mm); 7 (1,3 mm); y excepcionalmente, 8 (1,4 mm) y 9 (1,5 mm). Calibre mayor a ese diámetro, corre el riesgo de causar rajaduras a la madera. Para que cumpla su cometido de apretar las piezas entre sí, el clavo debe ser lo suficientemente largo para que penetre en la otra madera. Por regla general podemos decir que su largo debe ser cuatro veces el espesor de la madera a clavar.

Por ejemplo: si clavamos una terciada de 2 mm usaremos un clavo de 8 mm, y utilizamos una tira de madera para claveteado de 4 mm, será de 16 mm. De todos modos tenemos que tener cuidado que en ningún caso el clavo pase completamente a través de la madera inferior de la estructura, porque podría debilitarla.

Manipuleo de los clavos: Como la mayoría de los clavos usados en carpintería aeronáutica son pequeños, son asimismo dificultosos para manipularlos por lo cual hay diversos métodos para trabajar con ellos con relativa mayor rapidez.

Algunos constructores prefieren tenerlos "pegados" a un pequeño imán que van trasladando hacia el lugar de trabajo. Otros los "desparraman" en la mesa a lo largo del trabajo. Otros lo "pinchan" en un trozo de telgopor para tenerlos a mano y posición vertical. Otros, más detallistas y lerdos, usan un "espaciador" o reglilla para marcar el lugar en forma equidistante, luego hunden un punzón unos milímetros en la madera y posicionan el clavo en dicho agujerito, dejándolo listo para martillar. Por su lado, el conocido constructor y autor del libro *"Sportplane Builder"*, Antony Bingelis, utiliza el siguiente método: "desparrama" grupos de clavos sobre la mesa de trabajo a lo largo de la construcción y luego, valiéndose de una pequeña y puntiaguda pinza, mantiene el clavo en posición vertical en el lugar deseado y dándole un suave martillazo, queda preparado para terminar de martillarlo.

Desde luego, hay algunos constructores que con sus propios dedos se dan maña para comenzar a clavar clavitos de solo 8 o 10 mm de largo, generalmente tomando el clavo entre sus dedos índice y mayor con la palma de la mano hacia arriba.

Su propia práctica con alguno de los métodos descritos o una variación de los mismos, puede ayudarlo a determinar el método más efectivo para Ud.

Empleo de tornillos para madera: Al igual que el uso de clavos, el uso de tornillos para madera (comúnmente llamados tornillos "bis") no están permitidos en la estructura primaria de los aviones, dado que, por lo general, el agujero que producen cuando son introducidos, pueden provocar un detrimento importante en la resistencia de la madera.

Repitiendo entonces el principio enunciado en el primer párrafo de este tema diremos que en el trabajo de carpintería aeronáutica se usa únicamente el sistema de ENCOLADO para unir dos piezas entre sí y a su vez, existen sólo dos tipos de uniones encoladas: la UNION DE TOPE Y la UNION BISELADA. Cada una de ellas dependen del cuidado y prolijidad del constructor, para que detenten su máxima resistencia y, por ende, la mayor seguridad.

UNION de TOPE:

Es la unión más simple en carpintería. Pero una UNION DE TOPE por sí sola no es resistente porque presenta sólo una pequeña superficie de encolado (Fig.19-a), por lo cual no debe usarse en la construcción de aviones.

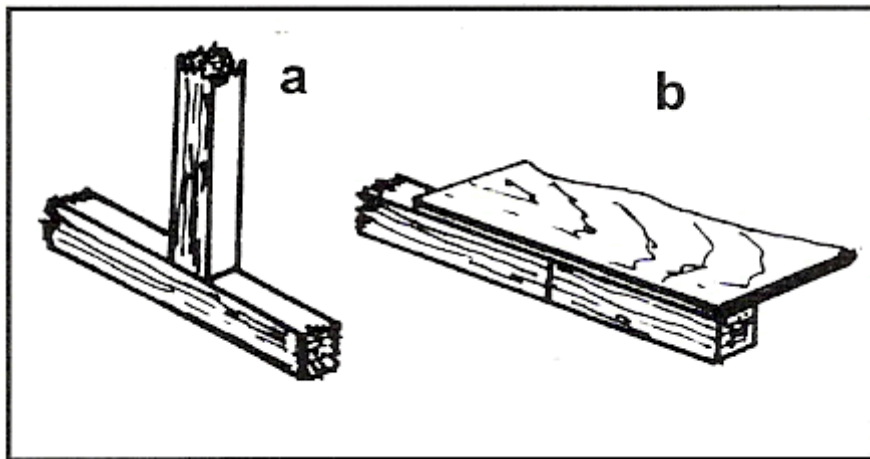


Fig. 19

Tampoco es aceptada una unión como la mostrada en la Fig. 19-b porque, aunque aparentemente está reforzada con una terciada, recuerde que para unir una varilla debe usarse siempre la UNION BISELADA.

Para que una UNION DE TOPE satisfaga los requerimientos aeronáuticos, esta debe reforzarse convenientemente para que resista las cargas a la compresión y a la torsión a que están solicitadas las estructuras de los aviones. Para mancomunar los miembros y mantenerlos unidos firmemente entre sí, es suficiente pegar a sus costados pequeños trozos de terciada (pañuelitos), incrementando así su superficie de encolado y por ende, su resistencia. En la Fig. 20 podemos observar algunas aplicaciones y sus diversas formas: aproximadamente triangulares, rectangulares, o semicirculares, dependiendo su forma de la cantidad de piezas a unir y de su ubicación.

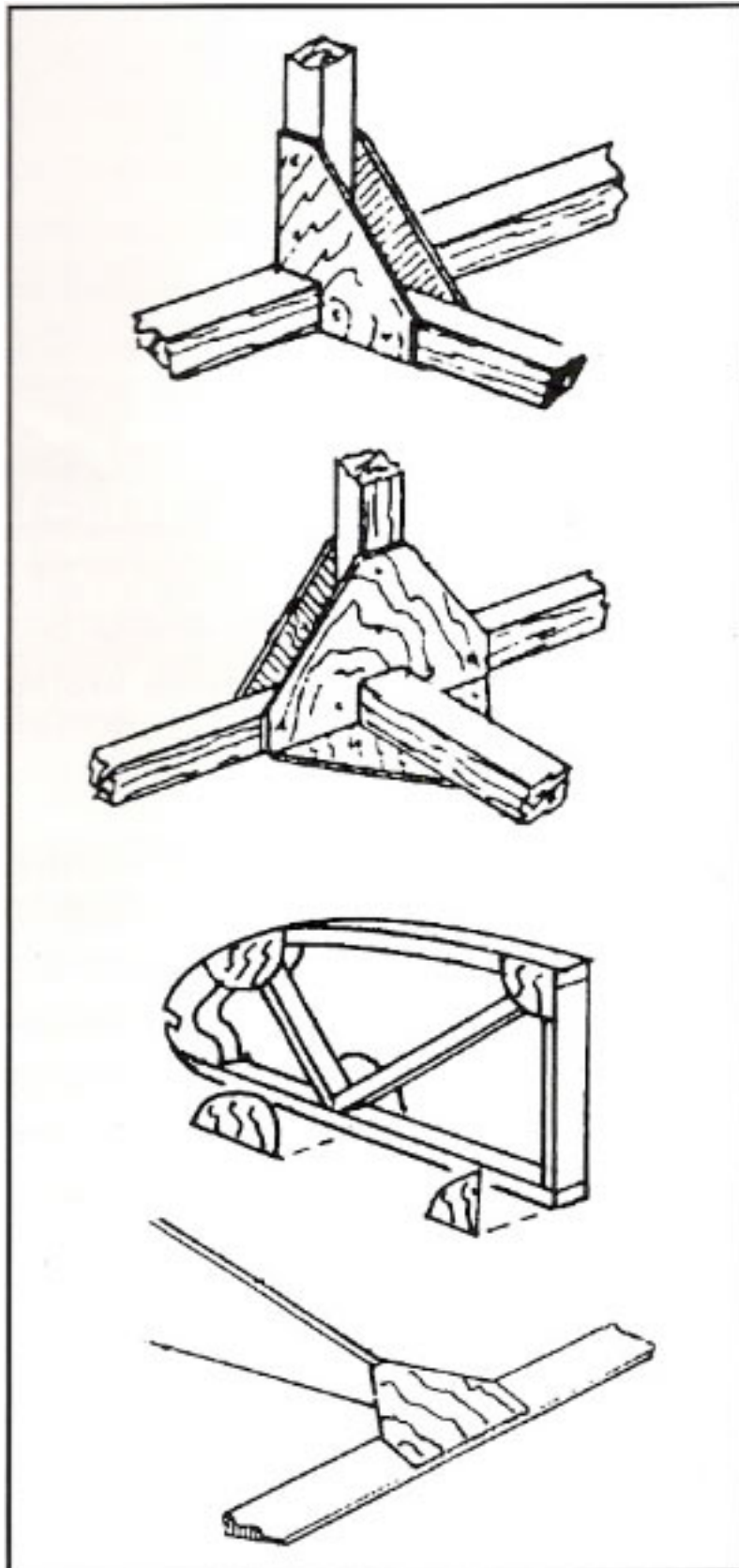


Fig.20

Para cortar los triangulares y rectangulares, es práctico fabricarse una pequeña caja de ingletes, con maderitas de rezago, como la que muestra la Fig. 21-1. A su vez, para cortar muy rápidamente los

semicirculares, podemos utilizar una sierra de copa (Fig. 21-2). De todos modos tenga en cuenta que con los semicirculares desperdiciará algo de terciada.

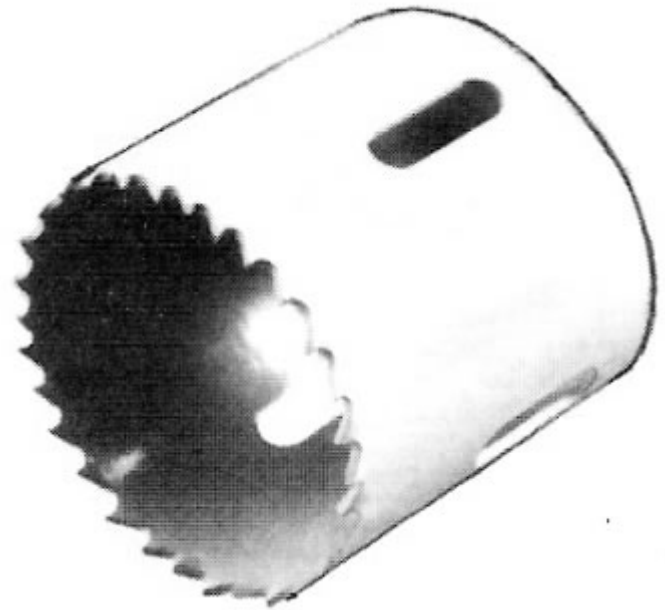
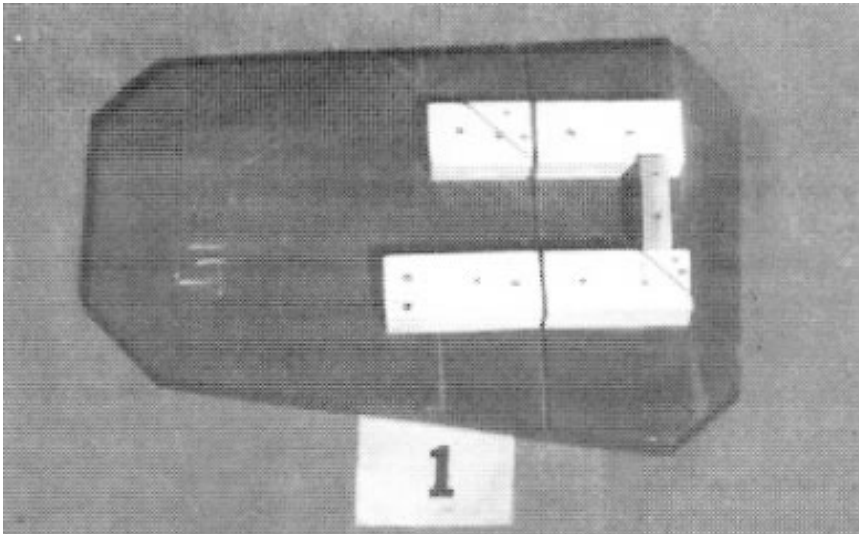


Fig.21

Recuerde en esta etapa del trabajo, que para posicionar los pañuelitos (ya sea en las costillas o en los costados del fuselaje), nos puede resultar muy práctico utilizar una pistola abrochadora (Fig. 22-A) para inmovilizar las pequeñas piezas de terciada. Los broches que disparan estas abrochadoras vienen en diversos largos (profundidad de "clavado") siendo el más común el de 8 mm. Además estos broches tienen los extremos de sus patas cortados en "bisel" y como cada pata posee diferente ángulo de corte, hace que al clavarse en la madera tuerzan sus patas hacia cada lado, trabándose en las fibras, realizando una "clavadura" muy firme. Un método que utilizo para extraer luego los broches fácilmente y sin "herir" la superficie de la madera, es poner debajo de la abrochadora (antes de disparar cada broche) tiras de "suncho" plástico de unos 5 cm de largo (Fig. 22-B), quedando el broche a "caballito" del suncho (Fig. 22-C).

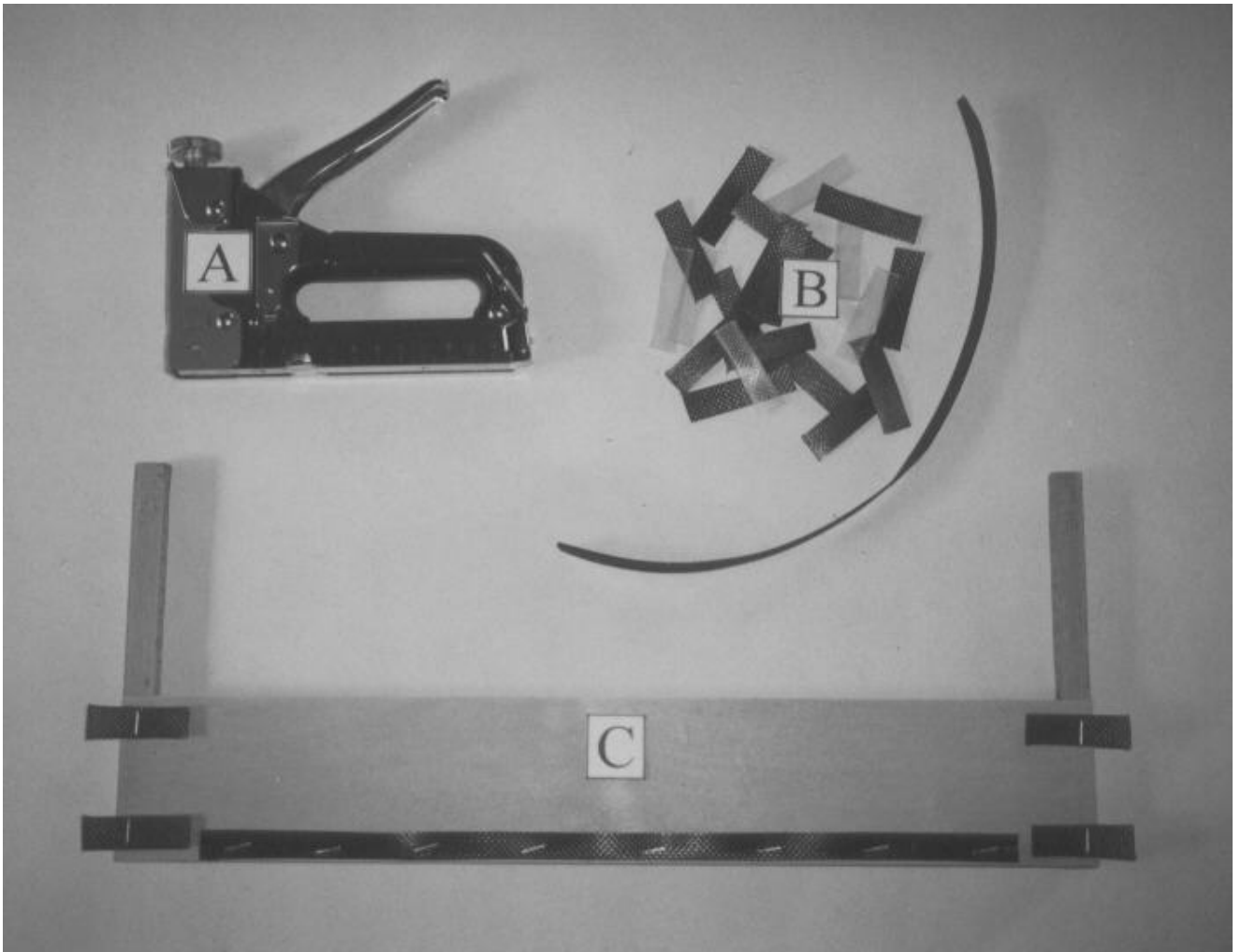
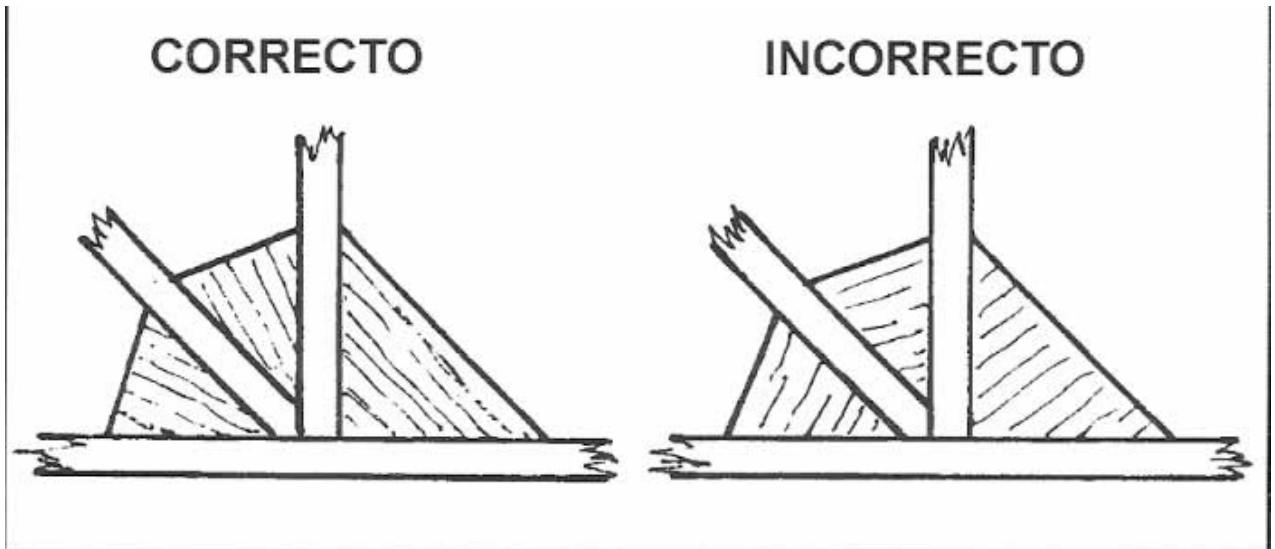
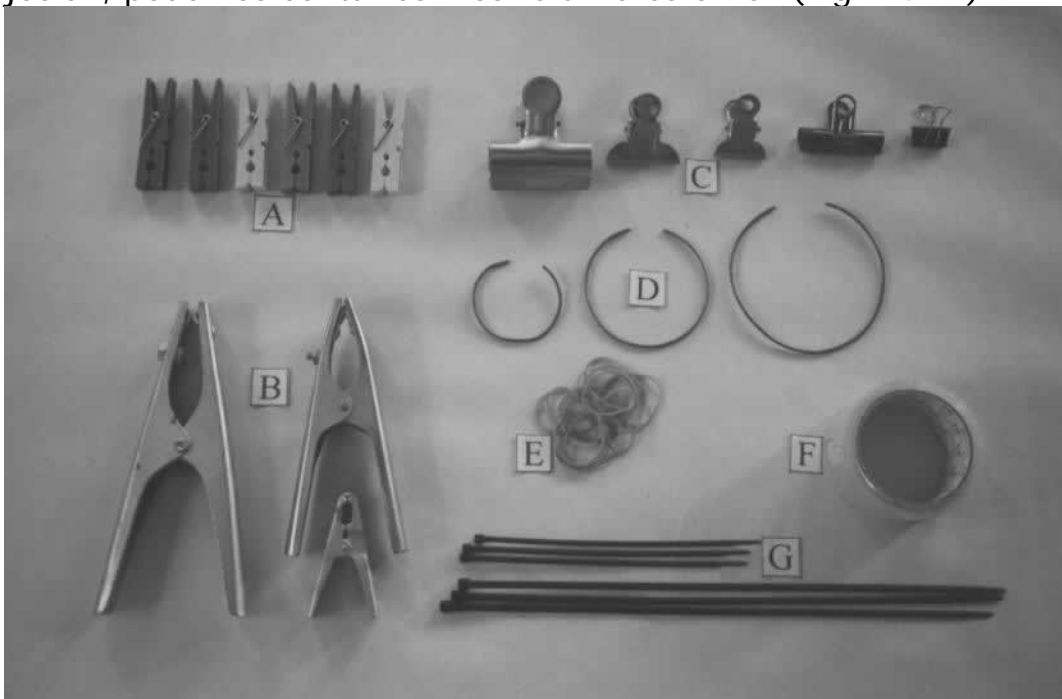


Fig.22

De esta forma, en el momento de tener que "desclavar" los broches, no tengo más que tirar con una pinza de un extremo del "suncho" para extraer el broche limpiamente. En las zonas donde la estructura está solicitada a fuerzas torsionales elevadas o de concentración de esfuerzos, por ejemplo en las tomas del motor, de los largueros de ala, y del tren de aterrizaje (en la zona de la cabina en general), se recurre al método de los tacos de relleno (Fig. 23), los cuales ofrecen la máxima superficie de encolado y, por ende, la mayor solidez. Al cortar estos pequeños tacos hay que tener en cuenta que la veta de los mismos sea la correcta, para lo cual debe cumplir la siguiente regla: En los lugares donde el ángulo es menor de 90° , la dirección de la veta debe ser paralela a la bisectriz del ángulo, y para ángulos de 90° o mayores, debe ser perpendicular a la misma (ver ejemplos en Fig. 23).



Hay veces que es imposible prensar los taquitos en su lugar porque con el adhesivo se vuelven resbaladizos. En este caso un par de clavitos pueden cumplir la tarea de evitar que se corran. Aunque recuerde que dentro de las herramientas simples para prensado y sujeción, podemos contar con los "alambres en C" (Fig. 24-D).



Entonces, para mantener los taquitos en su lugar y presionarlos convenientemente, resultan de mucha utilidad estas "prensitas" hechas con alambre de acero en forma de "C", que las podemos obtener cortando las espiras de un resorte en casi un círculo completo. Eligiendo diferentes tamaños de resortes de acero (digamos de unos 5 a 12 cm de diámetro, con alambre de unos 2 a 4 mm de diámetro) obtendrá diferentes tamaños de estas prácticas prensitas, que le sujetarán piezas pequeñas de forma irregular, dado que "pinchando" sus extremos en la madera, puede ejercer fuerzas

de sujeción y compresión en casi cualquier lugar y cualquier ángulo deseado.

Proverbio: Para enseñarle a tus manos a hacer algo, primero debe aprenderlo tu cabeza.

UNION BISELADA:

Esta es la unión más importante usada en la construcción y reparación de su avión de madera. Este tipo de unión es el único método que debe ser empleado para empalmar largueros macizos y todo tipo de varillas, así como también es la única manera aceptada para empalmar dos paneles de madera terciada entre sí. La unión biselada hecha en forma correcta, ofrece la misma o mayor resistencia que la madera con que está hecha, ya que brinda una extensa superficie de encolado.

En carpintería aeronáutica el biselado debe tener una pendiente de 1: 12 (mínimo 1: 10), lo cual significa que para una madera de 1 cm de espesor, se requiere un corte biselado de 12 cm de largo (mínimo de 10 cm).

En este tipo de unión hay que tener muy en cuenta la continuidad y pendiente de la veta de la madera. Si observamos el dibujo superior de la Fig. 25, vemos que la veta tiene una continuidad entre una y otra pieza, pero además la pendiente del corte está hecha en el mismo sentido que la pendiente de la veta. En el caso del dibujo del medio, la pendiente de la veta de cada pieza es opuesta, por lo cual no es correcto, así como tampoco lo es la unión del dibujo inferior, porque la pendiente del corte es opuesta a la pendiente de las vetas. El corte de los biselados requiere un poco de práctica, ya que las dos superficies deben quedar bien planas y coincidir perfectamente una con otra. Lo ideal es practicar este trabajo con trozos de madera sobrantes, para no estropear las valiosas piezas del avión.

CORRECTO



MAL



MAL



Fig. 25

Un aficionado que construya un avión de madera deberá hacerse un experto en la preparación de las uniones biseladas.

Si se dispone únicamente de herramientas manuales básicas, se procederá esquemáticamente de la siguiente manera: una vez marcado el ángulo del bisel en ambas caras de la madera, con un

serrucho se realiza el corte cercano a la línea. Luego con un cepillo de carpintero se va cepillando gradualmente hasta lograr una superficie perfectamente plana. Para que no se produzcan astillas o queden "lengüetas" de madera, recuerde poner una madera de respaldo, como muestra la Fig. 26. Antes de unir definitivamente ambas piezas, es necesario hacer un "chequeo" de los cortes presentando ambas piezas juntas, verificando que todo quede en línea, sin "valles" ni "lomos" y que las superficies de ambas caras queden en planos paralelos.

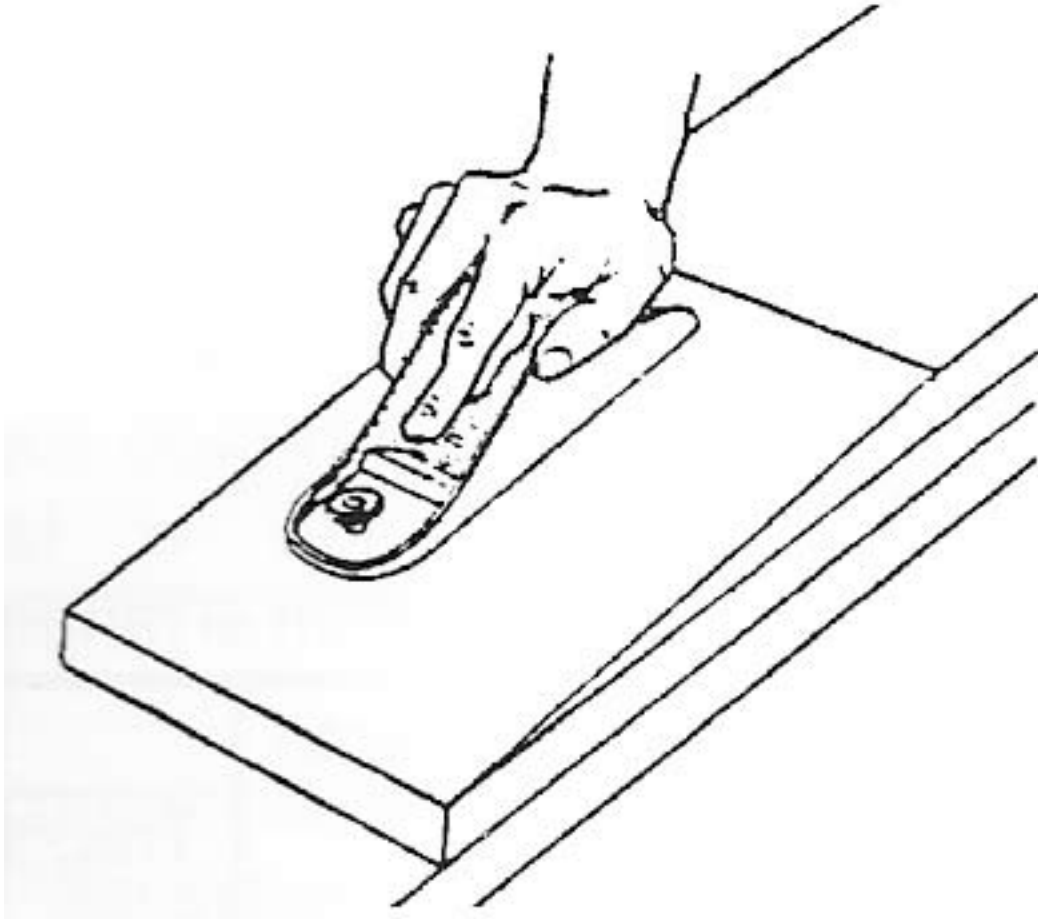


Fig.26

El adhesivo debe aplicarse en ambas caras y luego de unirlas, se hace un "sanguche" con dos tablas, como muestra la Fig. 27 (las flechas indican la ubicación de las prensas). Por último, se presan adecuadamente (no excesivamente) verificando que no haya desplazamientos inadecuados de las piezas (ver Fig. 28).

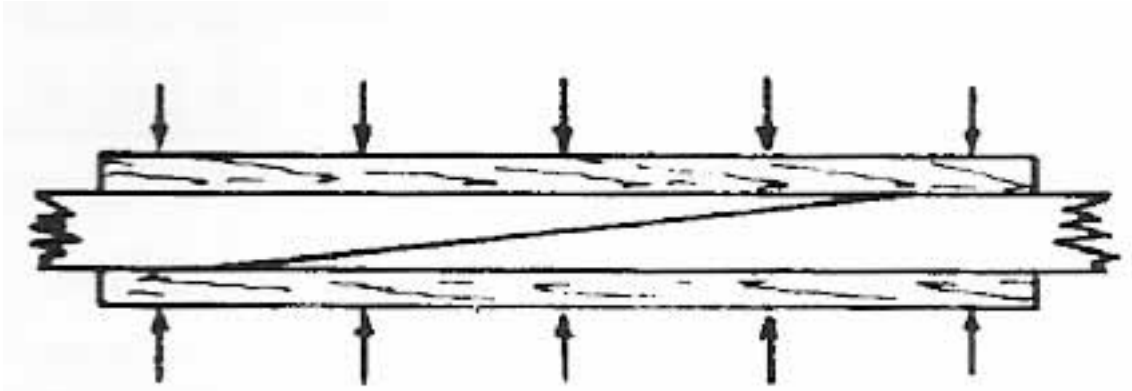
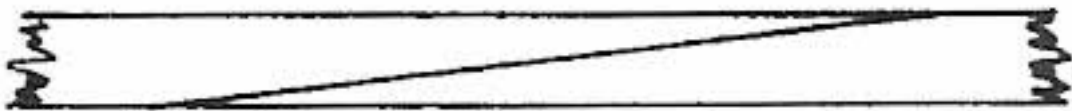
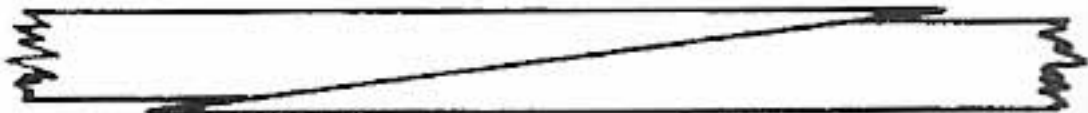


Fig. 27

CORRECTO



MAL



MAL



Fig. 28

Nunca ponga una prensa directamente sobre la madera de calidad aeronáutica para prensar, porque puede marcar y estropear la fibra de la misma. Recuerde que la carga de prensado debe ser siempre ejercida sobre un listón o block de madera, para que éste transmita la presión en forma pareja a toda la superficie de encolado. En este punto, observe también si la cantidad de cola que ha empleado es la correcta. Así mismo, constate si la distribución de la misma ha sido pareja y suficiente o en alguna área fue escasa. O si en un extremo ha sido prensada con mayor fuerza que en otro. Para verificar todo esto, sólo es necesario observar en ambos costados del

trabajo que la cola escurra en forma uniforme a lo largo de toda la línea de encolado. Si utiliza resina epóxica, no debe aplicar excesiva presión de prensado, porque casi toda la resina puede escurrir hacia fuera antes de penetrar en la fibra de la madera, dando como resultado una débil encoladura. Si después de prensado Ud. detecta que no escurre la resina hacia fuera, pruebe con una delgada sonda (puede valerse de una hoja de afeitar o algo similar): si la sonda penetra sin ensuciarse de adhesivo, eso significa escasa cantidad del mismo, o que la cola ha comenzado a fraguar y ya está "espesa" para escurrir. En ese caso, lo mejor que puede hacer es "abrir" el trabajo e investigar y, si es necesario limpiar bien todas las superficies y comenzar de nuevo.

Unión de terciadas:

Uno de los trabajos más importantes en la construcción de su avión, es aprender a realizar un correcto biselado en las terciadas. Si Ud. aprende a empalmar dos piezas de terciada en forma apropiada, habrá aprendido una de las tareas más importantes en la construcción de su avión de madera.

Para el biselado de terciadas también debe usarse la pendiente 1: 12 (mínimo 1: 10)

Comenzaremos este trabajo trazando una línea paralela al borde de la terciada, que nos indicará hasta dónde debemos llegar con el biselado. Luego aseguramos la terciada a la mesa de trabajo con pequeños clavitos o mediante broches disparado por la pistola, cuidando que el borde de la terciada coincida exactamente con el borde de la mesa, como muestra la Fig. 29, el taco de lijado debe ser envuelto con una lija de grano grueso, previniendo que la parte del taco que apoya en el listón de guía esté sin lija, para no rebajarlo accidentalmente. Luego, presionando el taco sobre el trabajo se realizan movimientos alternativos paralelos que desbastan la terciada, generando así el biselado deseado.

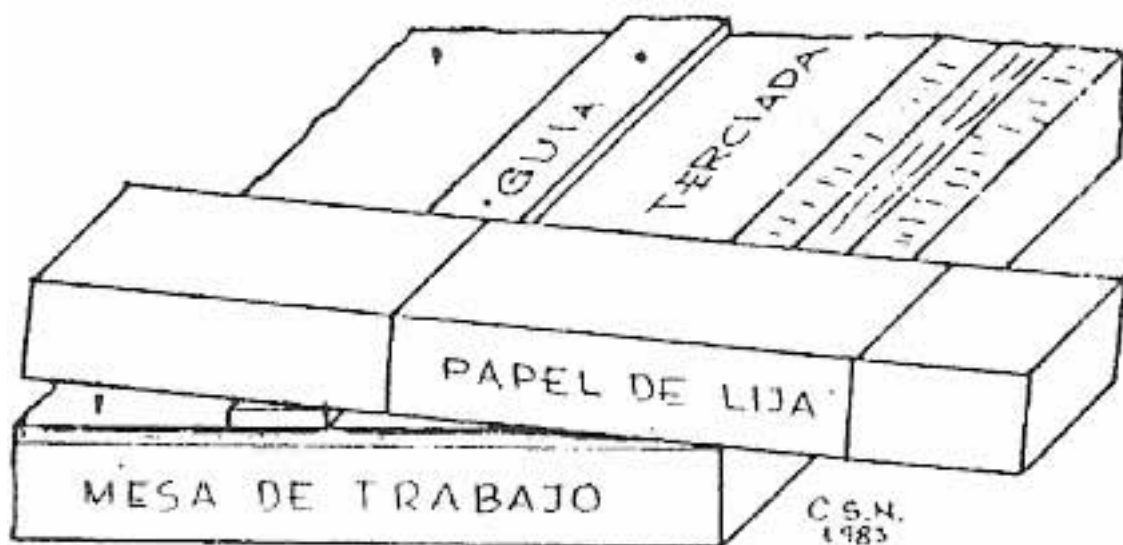


Fig.29

Este trabajo se puede realizar también con otras herramientas manuales básicas, como el cepillo de carpintero; o (teniendo práctica en su uso) con un formón; o con una "raspa" o "Surform". Personalmente realizó los biseles en las terciadas comenzando con el "Surform", dado que extrae una buena cantidad de material con poco trabajo, y lo finalizó con un taco de lija.

En el caso de tener que biselar muchos metros de terciada, tal vez se justifique construir un "carro" de lijado, usando un taladro munido con un "tambor de lija", como el que muestra la Fig. 30.

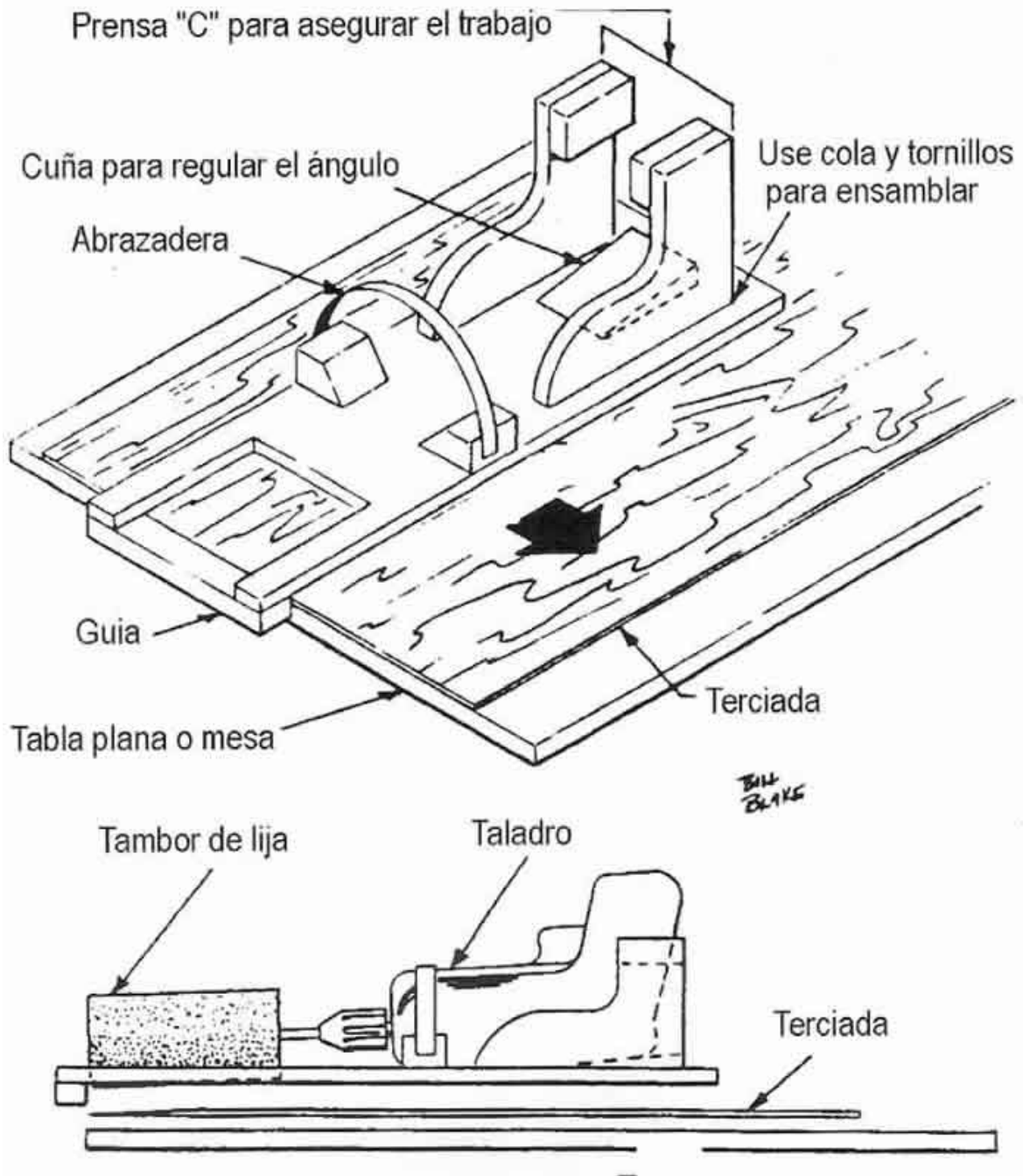


Fig.30

Gracias a que las colas sintéticas que se usan para la fabricación de las terciadas aeronáuticas son oscuras (generalmente fenólicas), al ir

rebajando el borde de la misma para hacer el biselado, van apareciendo líneas oscuras en la unión de cada capa. Esto lo utilizaremos como una buena referencia porque si el trabajo no muestra bandas paralelas al borde de la terciada, el biselado no está bien hecho. Si esto ocurre, trate de retocararlo hasta lograr bandas bien paralelas.

Una vez hecho los biselados en ambas terciadas y de haber limpiado todo vestigio de polvillo sobre ellos (puede usar un pincel de cerdas duras, o aire comprimido), hay que verificar la unión poniendo uno sobre el otro, para detectar cualquier irregularidad. Para comenzar el procedimiento de pegado de ambas piezas entre si, debemos primero cubrir la mesa o tabla con un nylon, para evitar que el trabajo se pegue a ésta. Luego aseguramos una de las terciadas a la tabla (con clavillos o broches). Ponemos ahora el adhesivo en ambos biselados y lo asentamos uno sobre el otro. Después de verificar que coincidan a lo largo de toda la unión, clavamos la otra terciada a la mesa para evitar que se desplace (el adhesivo hace que queden resbaladizas). Luego de poner otro trozo de nylon sobre las terciadas, procederemos a clavetear las varillas en el orden que están numeradas en la Fig. 31, para que de esta forma la cola escurra hacia arriba y afuera.

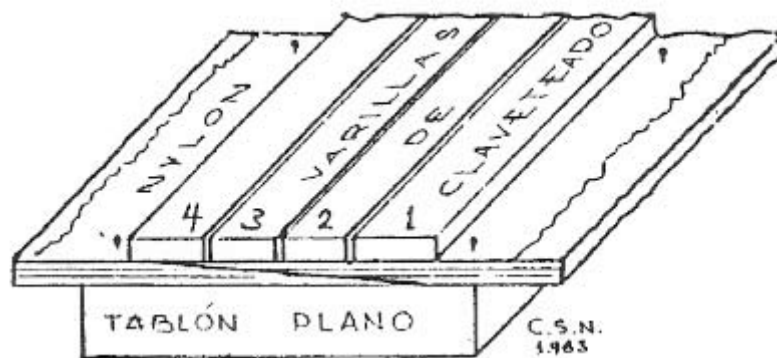


Fig.31

En algunos casos al querer desclavar las varillas (una vez seco el adhesivo) ocurre que no hay forma de "atacarlas" para comenzar a desclavarlas. La peor manera de hacer este trabajo es introducir, por ejemplo, un destornillador entre la varilla y la terciada a modo de palanca. Si bien es cierto que este método puede ser "instintivo" y efectivo para desclavar una madera de un cajón, nunca lo utilice en construcción aeronáutica, dado que dañará seriamente la superficie de la terciada.

Uno de los métodos es romper la varilla con un formón (o tratar de rajarla a lo largo de la línea de claveteado) hasta dejar los clavos expuestos para ser sacados con una tenaza o pinza. También, trabajando con un formón con mucho cuidado, se puede "escarbar" alrededor de la cabeza de cada clavo hasta dejarla al descubierto y poder así "engancharla" con la punta de un alicate para extraerla. Por último, si la varilla es angosta y disponemos de una tenaza que alcance a abrir sus quijadas hasta lograr "atenazar" la varilla por sus bordes, podemos "arrancarla" haciendo girar la tenaza hacia un

costado, apoyando (a modo de palanca) una de sus quijadas sobre una tablita, o un trozo de cartón, que previamente ponemos sobre la terciada, con el fin de proteger la superficie de la misma.

Como es obvio, no siempre se tendrán que unir dos terciadas sobre una superficie plana. En algunos casos hay que unir las directamente sobre la misma estructura del avión, que puede ser curva (como por ejemplo en el recubrimiento del borde de ataque del ala, para la conformación del cajón de torsión). Si bien es cierto que este trabajo requiere un poco más de cuidado, básicamente el método a seguir es siempre el mismo (será explicado más adelante cuando llegue el tema del armado del ala).

Resumiendo: Si Ud. sabe dónde utilizar cada método de unión y ha adquirido la habilidad para hacerlo, no puede tener ningún inconveniente en construir su avión de madera, ya que absolutamente todas las piezas a unir se reduce a utilizar uno u otro método.