LA COSTRUZIONE DEI TUBI IN MATERIALI COMPOSITI

di Tullio Argentini ed Enzo Balzarini
Club Aeromodellistico Nike - Milano

- Generalita` -

Nell'ultima ventina d'anni si e` molto diffuso nelle costruzioni aeromodellistiche a volo libero e non solo a volo libero l'impiego di tubi essenzialmente per la realizzazione di fusoliere o parti di fusoliere.

Per la verita` non si tratta di una scoperta dell'era moderna perche` il tubo aveva gia` trovato impiego, ai primordi dell'aeromodellismo o quasi, per la realizzazione di fusoliere di modelli ad elastico e di fusoliere-serbatoi per aeromodelli propulsi da motori ad aria compressa.

Nel primo caso si trattava di fusoliere destinate a contenere la matassa elastica con le relative sollecitazioni meccaniche costruite i sottile compensato piegato ad umido su di una opportuna dima.

Nel secondo caso si trattava di fusoliere destinate a fungere da serbatoio d'aria compressa per l'alimentazione del motore, costruite in lamierino d'ottone saldato.

In ogni caso si trattava di costruzioni alquanto pesanti andate in disuso parallelamente alla scomparsa dei motori ad aria compressa a favore di quelli a combustione interna ed all'avvento di formule costruttive per i modelli ad elastico che privilegiavano le grandi quantita` d'elastico ed imponevano una grande sezione frontale per le fusoliere obbligando, conseguentemente , alla realizzazione di costruzioni estremamente leggere.

In tempi piu` recenti l'abolizione dei limiti per le

sezioni frontali e la progressiva riduzione della quantita` di elastico fino agli attuali 40 g, per i modelli appartenenti alla categoria F1B, ha messo a disposizione per la realizzazione delle strutture pesi ben maggiori.

Cio` ha favorito il ritorno all'utilizzazione dei tubi.

L'impiego piu` frequente di tubi nel volo libero avviene per la parte di fusoliera che porta la matassa (tubi cilindrici) e per i travi di coda (tubi conici).

In un primo tempo si sono impiegati tubi in lega d'alluminio ma, in tempi piu` recenti, si sono affermati i tubi realizzati in compositi che presentano una maggior resistenza pur con un minor peso e, poi, non hanno il vizio di ammaccarsi.

La tecnologia costruttiva che vogliamo presentare con questa memoria e` stata messa a punto da Enzo Balzarini con qualche modesto consiglio dell'Argentini che, viceversa, e` stato pesantemente investito della stesura di queste note: altrimenti, se aspettavate l'Enzo, sareste rimasti all'oscuro dei suoi segreti costruttivi per il resto dell'eternita`.

Nel seguito verra` descritta dettagliatamente la realizzazione di un tubo portamatassa per aeromodello della categoria F1B e verra` fatto cenno alla costruzione di tubi conici.

- La dima -

Una dima realizzata correttamente e` un buon presupposto per l'ottenimento di buoni risultati.

Si usano dime "maschio" costruite in lega d'alluminio, per motivi che diverranno chiari piu` avanti.

E` evdente che il diametro esterno della dima verra` a coincidere col diametro interno del tubo finito.

Le dime per la costruzione di tubi cilindrici non e` necessario abbiano una conocita` ma, comunque, una lieve conicita` puo` favorire la sformatura (purche` la sfiliate nel senso giusto!).

Le dime per la costruzione di tubi conici dovranno avere la conicita` prevista per il pezzo finito.

Per permettere di maneggiarla e` necessario che la dima sia piu` lunga del pezzo da produrre di 5÷10 cm per parte: quindi 10÷20 cm piu` lunga del pezzo finito.

La superficie della dima deve essere il piu` liscia possibile, meglio se lucidata (Foto n. 1).

- Preparazione della dima -

Prima di tutto la dima deve essere accuratamente pulita con diluente nitro.

Con un pennello (Foto n. 2) si distende su tutta la superficie destinata ad andare in contatto con la resina del distaccante liquido (ottimo il CIBA-GEIGY QZ 11).

Appena il distaccante si e` asciugato si deve ripassare l'anima con un panno caldo (Foto n. 3).

A questo punto si deve applicare con un panno della cera solida (ottima la CIBA-GEIGY QV 10): dopo l'applicazione la superficie va lucidata, sempre con un panno (Foto n. 4).

- Preparazione del tavolo di lavoro -

E` opportuno che la superficie su cui si lavorera` venga rivestita con un foglio di plastica non aderente con la resina (p. es. polietilene).

Un'ottima soluzione e` quella di lavorare su di una lastra di plexiglass che e` un materiale con caratteristiche

completamente distaccanti nei confronti della resina epossidica.

Qualunque soluzione si adotti e` necessario che la superficie di lavoro sia saldamente ancorata al tavolo (Foto n. 1÷4).

- Preparazione del tessuto -

Il composito viene realizzato in tessuto di kevlar in unione a tessuto di vetro.

Per il vetro si deve usare del tessuto intorno ai 20 g/m^2.

Per il kevlar si puo` usare del tessuto da 60 $g/m^2$ oppure da 38 $g/m^2$; in quest'ultimo caso, ovviamente, il prodotto finito avra` un peso inferiore ma la sua resistenza sara`, comunque, sufficiente.

Per l'operazione di taglio del tessuto e` opportuno lavorare su un tavolo sgombro onde evitare di danneggiare la trama del tessuto (Foto n. 5).

Si tagli un pezzo di tessuto di vetro con larghezza leggermente maggiore della lunghezza del tubo che si vuol costruire e lunghezza di almeno 5 cm superiore a 5 circonferenze della dima (Foto n. 7).

Se indichiamo con D il diametro della dima (espresso in cm) la lunghezza minima del pezzo di tessuto sara`:

$$L_v = 5 \times \pi \times D + 5 = 16 \times D + 5 \quad [cm]$$

Il tessuto di vetro deve essere fissato molto bene al tavolo di lavoro con dello scotch lungo il lato della larghezza vicino al bordo del tavolo dalla parte dove si trovera` l'operatore (Foto n. 6).

Si passi, poi, a tagliare un pezzo di kevlar di uguale

larghezza del tessuto di vetro e con lunghezza pari a due volte la circonferenza della dima aumentata di mezzo cm (Foto n. 8).

La lunghezza del pezzo di tessuto di kevlar sara`:

$$L_k = 2 \times \pi \times D + 0,5 = 6,3 \times D + 0,5 \quad [cm]$$

Nel caso di tubi conici i pezzi di tessuto dovranno avere forma trapezoidale e si dovra` fare attenzione a dimensionarli in modo da ottenere una leggera sovrapposizione tra i bordi iniziali e finali dei vari strati.

- Preparazione della resina -

Occorre usare una resina epossidica da impregnazione di buona qualita` adatta per il kevlar.

Buone le resine CIBA-GEIGY XB 30-52 e Shaller 299.

Non e` opportuno operare con la resina epossidica se la temperatura ambiente e` al disotto dei 20°C perche` si rischierebbe di avere una cattiva polimerizzazione.

La pesatura, sia della resina, sia dell'indurente, deve essere fatta con precisione, nelle proporzioni prescritte dal produttore, usando una bilancina in grado di apprezzare almeno il decimo di grammo (Foto n. 9).

Come recipiente entro cui preparare la resina si prestano bene i bicchierini di plastica reperibili in qualunque supermercato.

Resina ed indurente debbono essere accuratamente miscelati mischiandoli con un bastoncino: e` meglio perdere qualche minuto in piu` in questa operazione piuttosto che un minuto in meno, sempre al fine di ottenere una buona polimerizzazione.

- La costruzione -

Si inzia applicando uno strato di resina direttamente sulla dima per mezzo di un pennello a setole abbastanza morbide.

Si appoggia la dima lungo il bordo superiore del pezzo di tessuto di vetro (quello non fissato alla superficie del tavolo) facendo aderire il tessuto alla resina spalmata sulla dima (Foto n. 10) e cominciando ad avvolgerlo sulla stessa che viene fatta rotolare nel senso di avvicinamento all'operatore.

In questa fase ci si aiuta col pennello cercando di uniformare lo strato di resina (Foto n. 11).

Appena finito un giro completo di tessuto di vetro, si sovrappone il tessuto di kevlar a quello di vetro, partendo dalla dima, e si impregnano di resina, con l'ausilio del pennello, entrambi gli strati di tessuto (Foto n. 12).

Ad impregnazione avvenuta e' opportuno rullare la superficie impregnata con un rullo di gomma (attrezzo da tappezzeria), allo scopo di rendere piu' uniforme lo strato di resina e, anche, di eliminare un po' di resina in eccesso.

Cio' fatto si riprende ad avvolgere la dima badando, durante l'avvolgimento, a tendere il tessuto in senso opposto a quello d'avanzamento della dima stessa, approffittando del fatto che il pezzo di tessuto ha il lato lontano dalla dima fissato al tavolo con lo scotch (Foto n. 13, 14 e 15).

Questa trazione ha lo scopo di far compenetrare le trame dei vari strati di tessuto facendo, contemporaneamente, rifluire verso la superficie esterna la resina in eccesso.

La differenza di colore evidenziera' eventuali punti carenti di resina per cui sara' facile spalmare la resina eccedente facendola scorrere verso di essi.

Si continua ad avvolgere con le modalita' descritte fino a quando sara' finito il kevlar e, poi, ancora col solo tessuto di vetro, per altri due giri.

A questo punto va tagliato il tessuto di vetro parallelamenta all'asse della dima, in modo da ottenere una leggera sovrapposizione rispetto al bordo dal quale si e' iniziato l'avvolgimento.

La resina in eccesso viene tirata via dalla superficie con le mani, secondo il Balzarini, ma, forse, sarebbe meglio usare dei guanti di gomma molto leggeri.

A questo punto il lavoro vero e proprio e' finito ed il manufatto va lasciato a polimerizzare ad una temperatura intorno ai 45°C.

Se avete un forno adatto siete a posto, altrimenti sarete costretti a limitare la vostra produzione ai mesi invernali, quando sono accesi i caloriferi: posare la dima su di un calorifero funzionante si e' dimostrata una prassi piu' che soddisfacente.

Se la dima e' mantenuta in temperatura occorrono 10÷12 ore per la polimerizzazione: questo tempo, pero', puo' variare con la qualita' della resina.

Dopo 12 ore passare a scartavetrare la superficie del tubo con abrasiva grana 800 oppure con paglietta da carrozziere.

Con un tagliabalsa si rifilino le teste del tubo (Foto n. 16)

Finita questa operazione introdurre il tutto nel freezer a -18°÷-20°C: se non avete il freezer cercate di arrangiarvi perche' noi non vi possiamo aiutare!

Dopo un po' di tempo, quando il manufatto si sara' certamente raffreddato, estrarlo dal freezer, appoggiarlo orizzontalmente sul piano del tavolo e rullarlo, con l'ausilio di un pezzo di legno, esercitando una discreta compressione del tubo (Foto n. 17).

Poi disporre verticalmente l'oggetto facendo scorrere le mani sul tubo per riscaldarne la superficie e, poi, picchiare l'estremita' della dima sul tavolo (Foto n. 18): il tubo, favorito dall'alto coefficiente di dilatazione termica dell'alluminio, si sfilera' abbastanza facilmente.

Si puo' finire ulteriormente il tubo applicando a pennello un'altra mano di resina e lasciando polimerizzare a caldo per il tempo consueto.

Tullio Argentini Enzo Balzarini

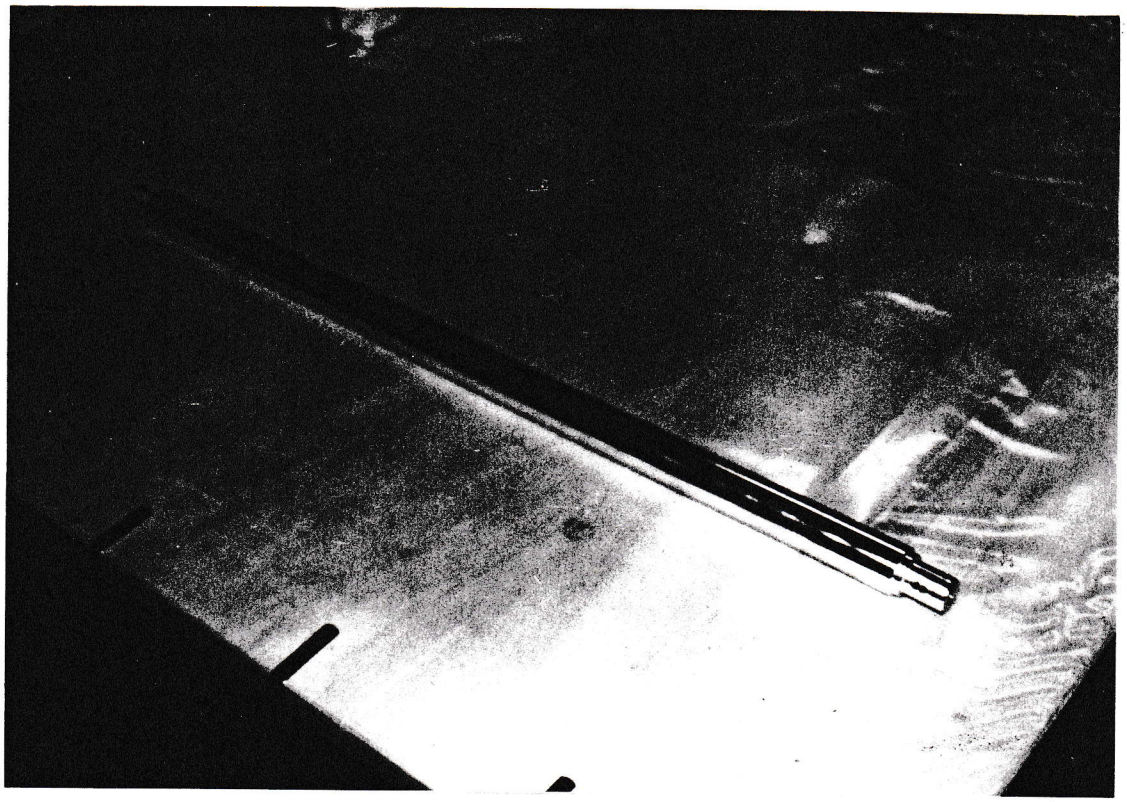


FOTO N. 1

FOTO N. 2

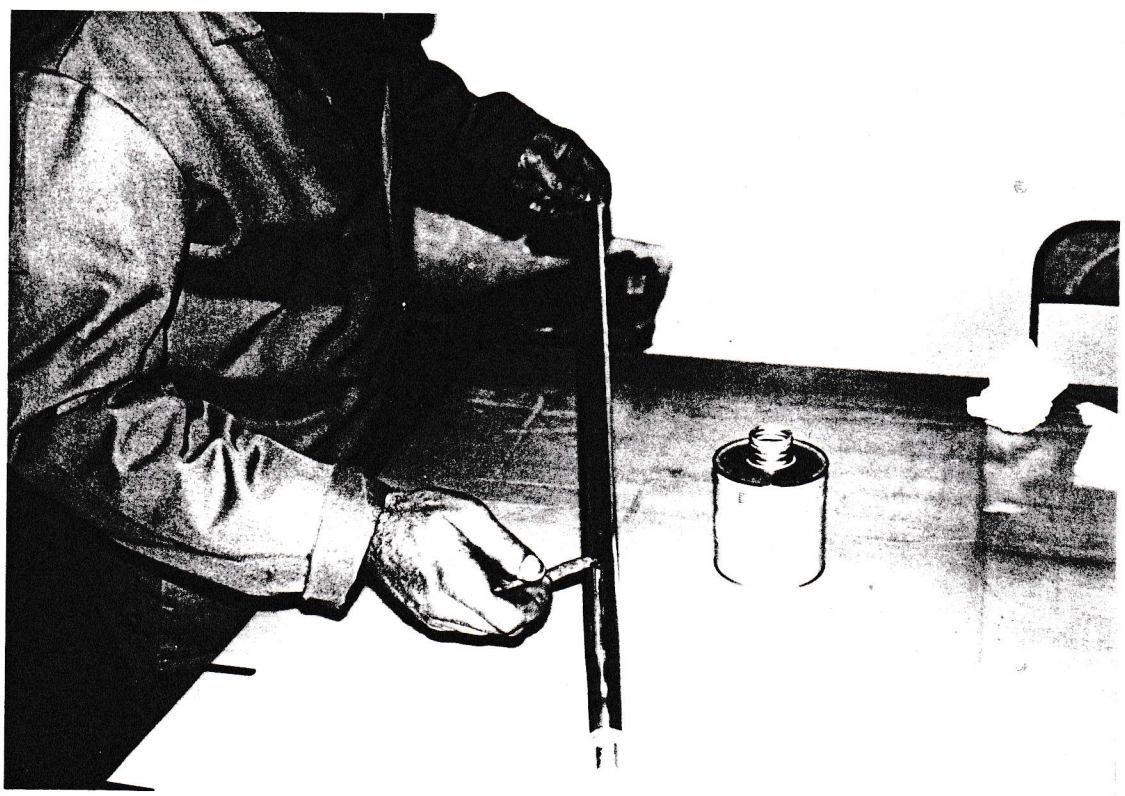
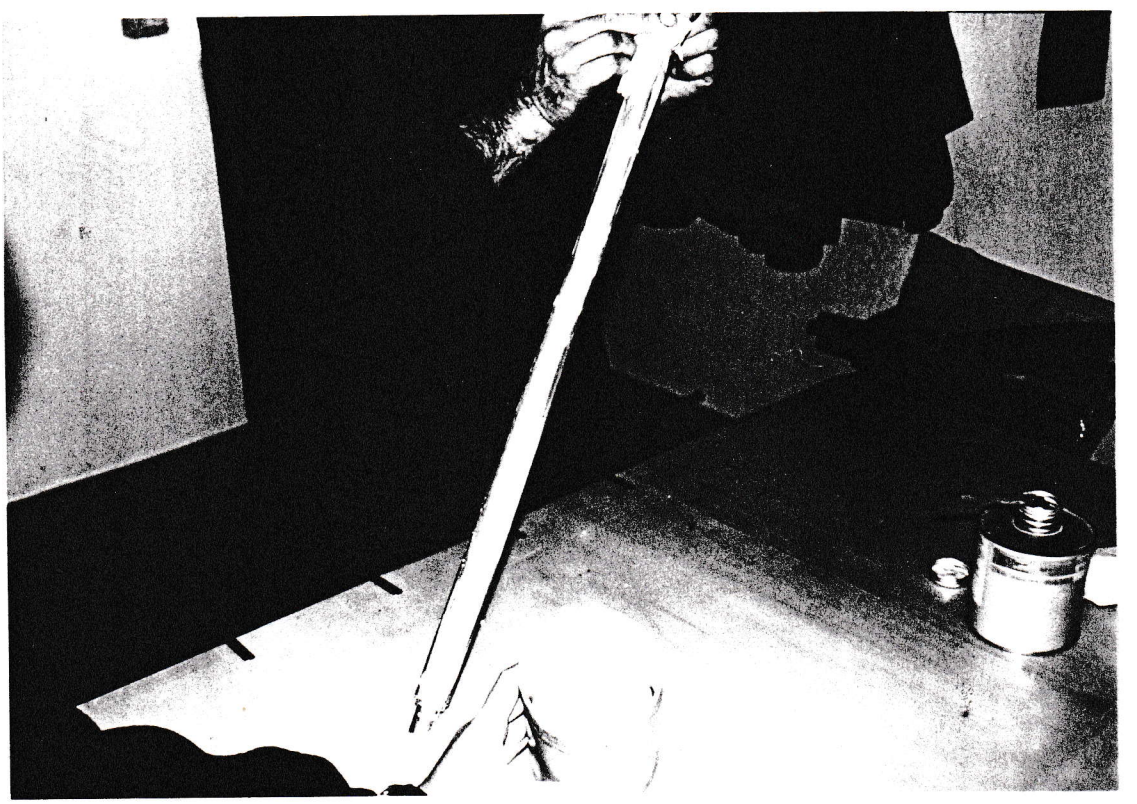




FOTO N. 3

FOTO N. 4



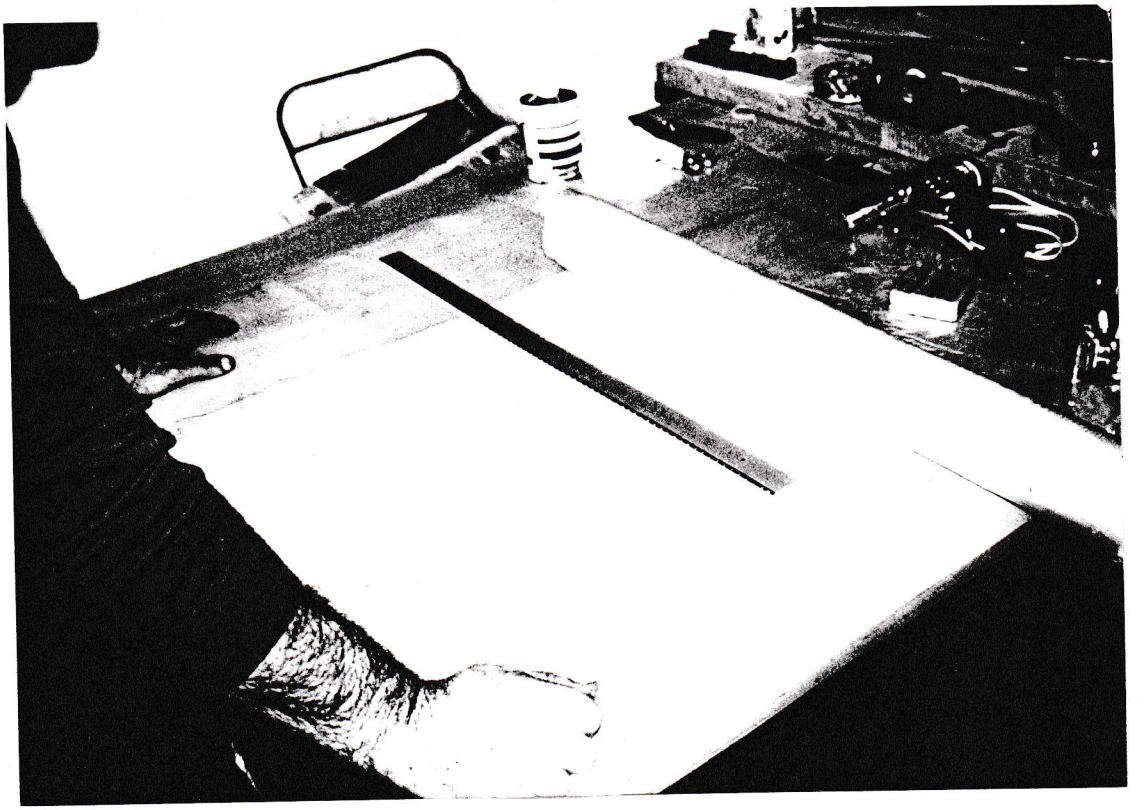
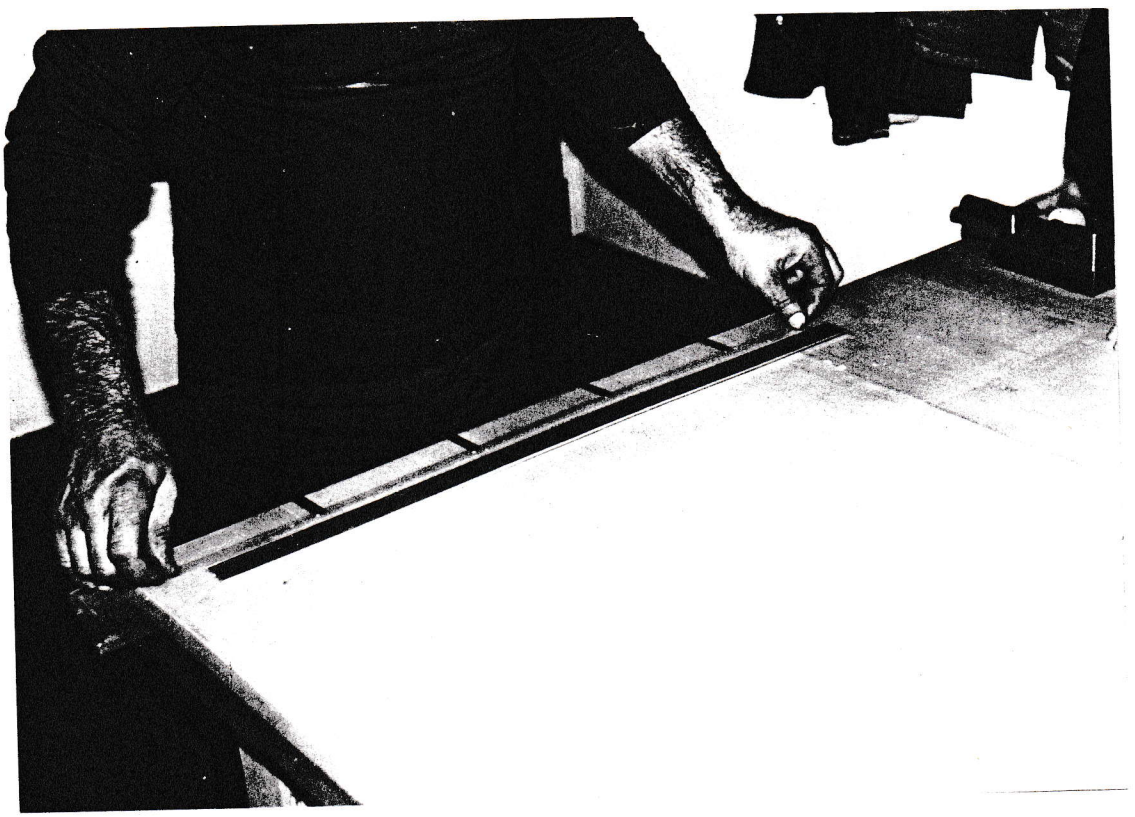


FOTO N. 5

FOTO N. 6



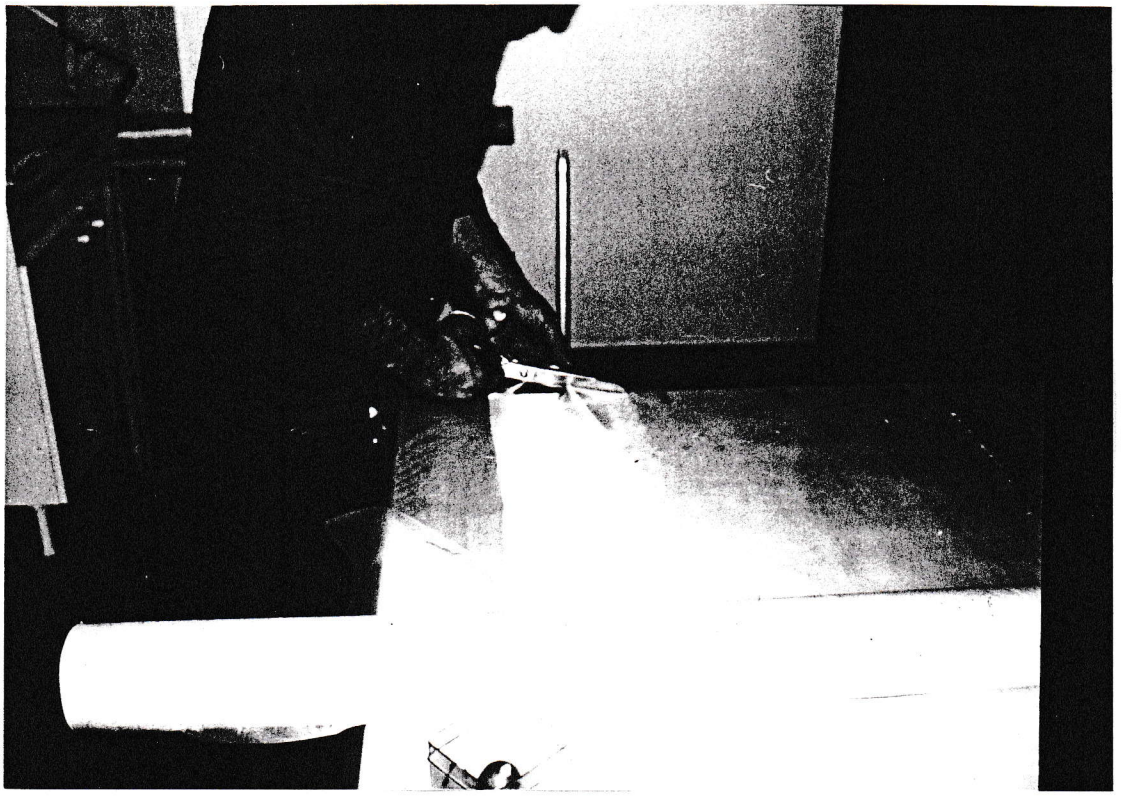
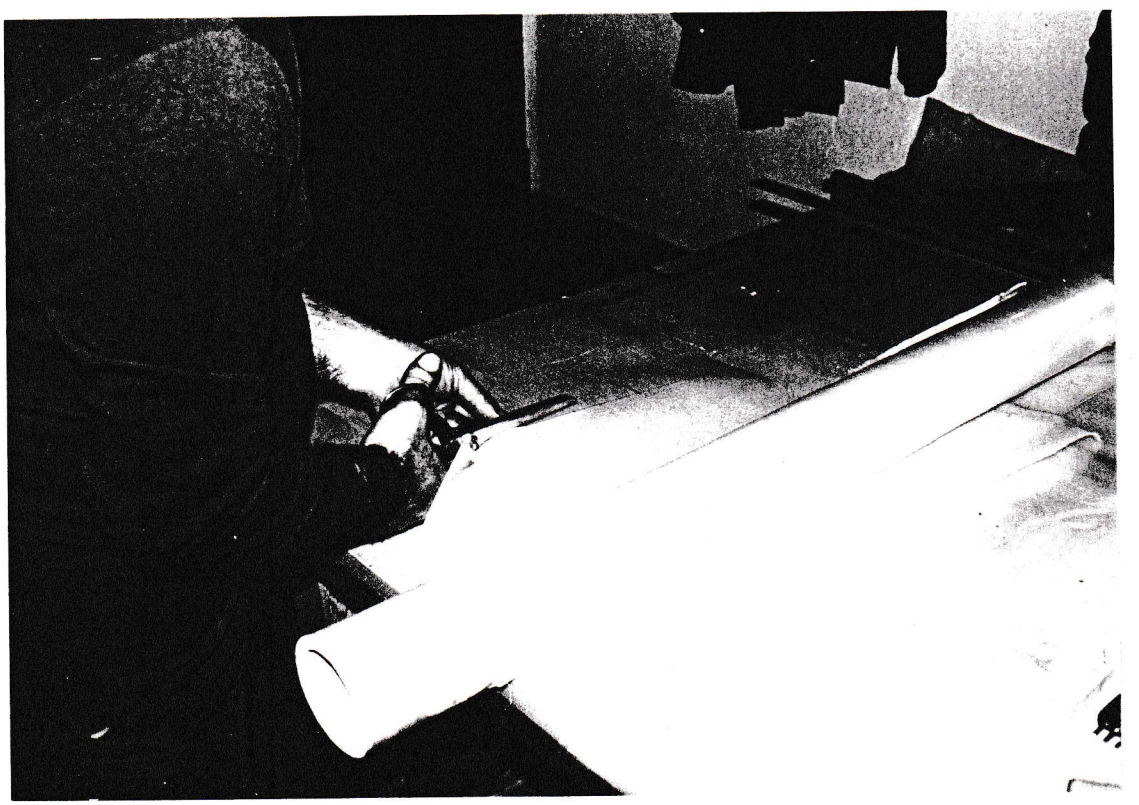


FOTO N. 7

FOTO N. 8



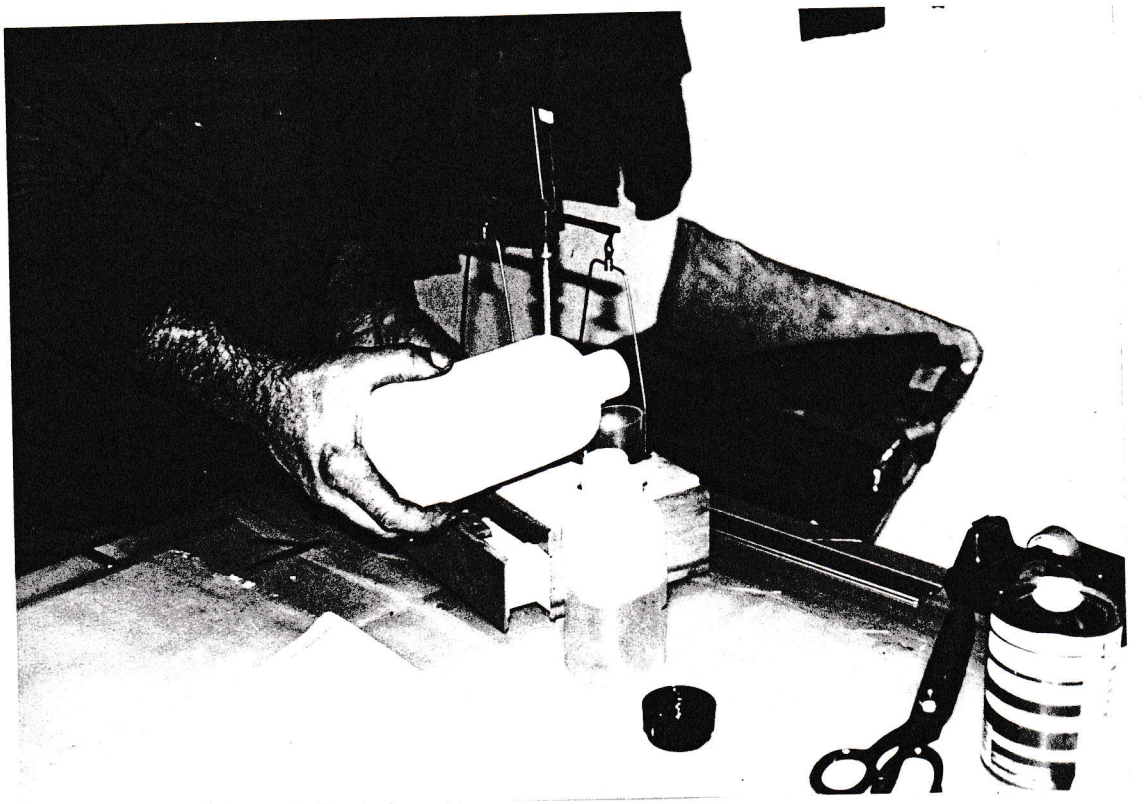
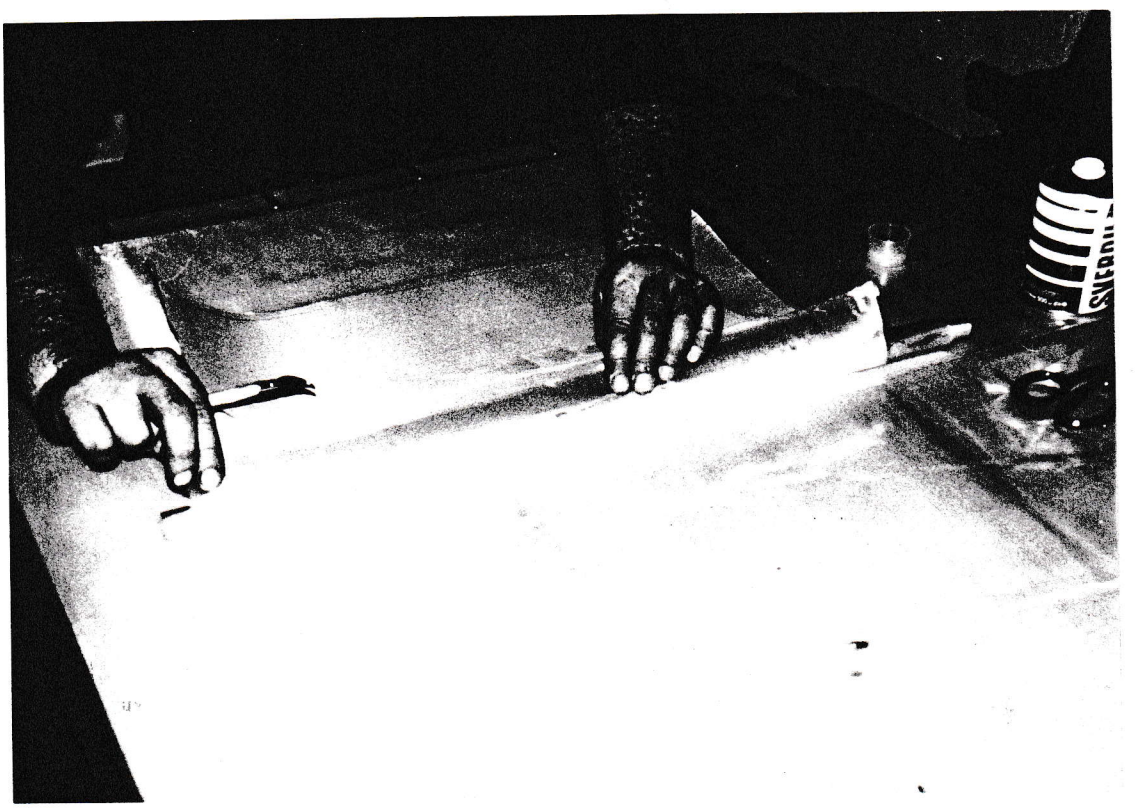


FOTO N. 9

FOTO N. 10



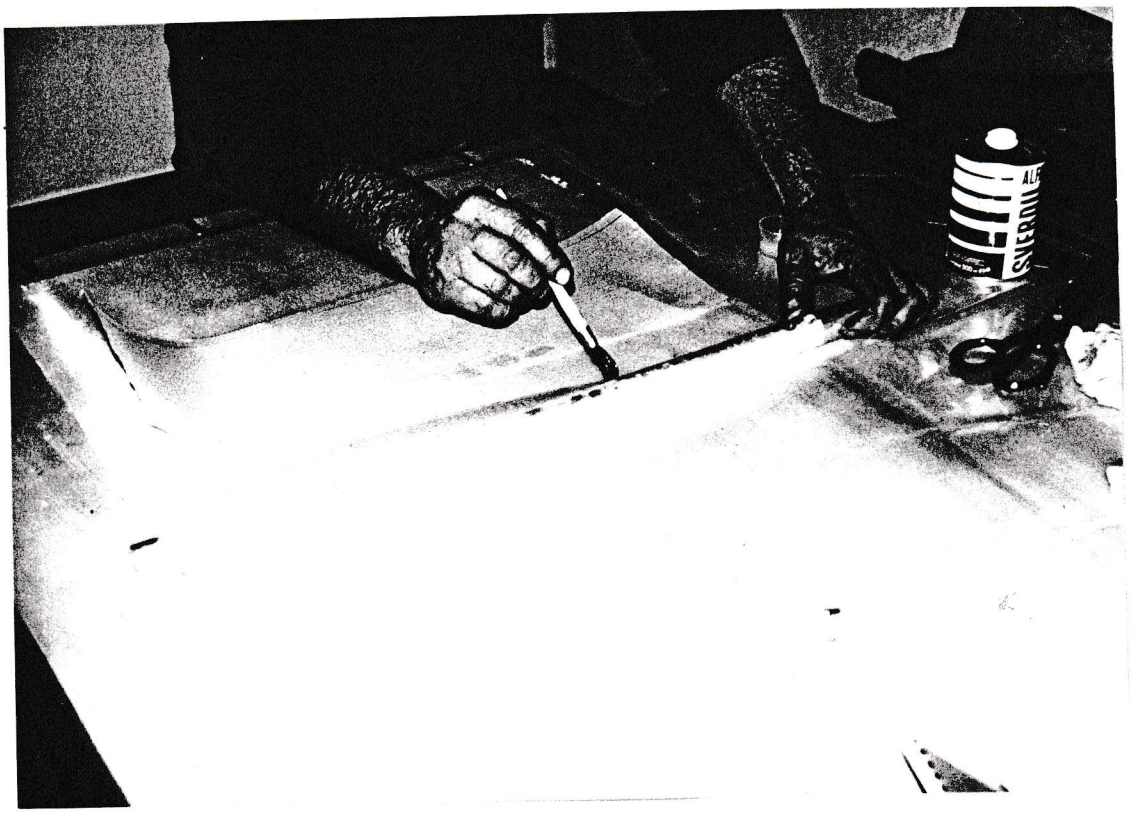
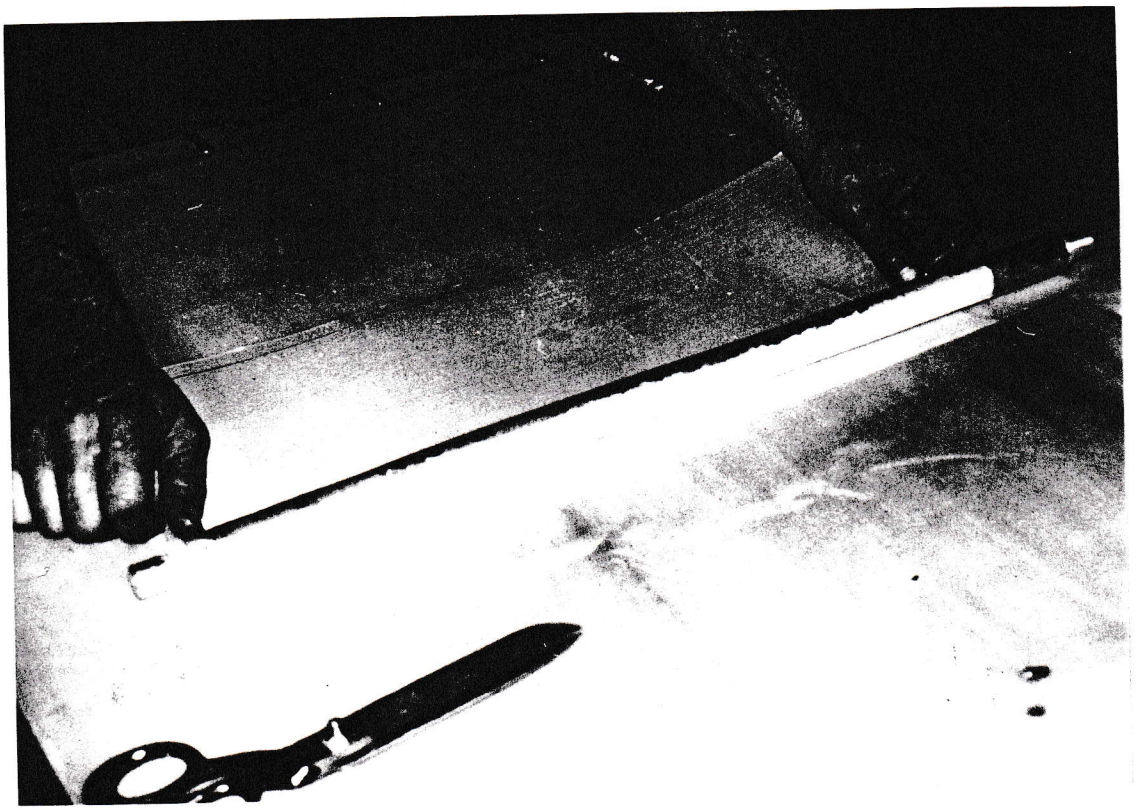


FOTO N. 11

FOTO N. 12



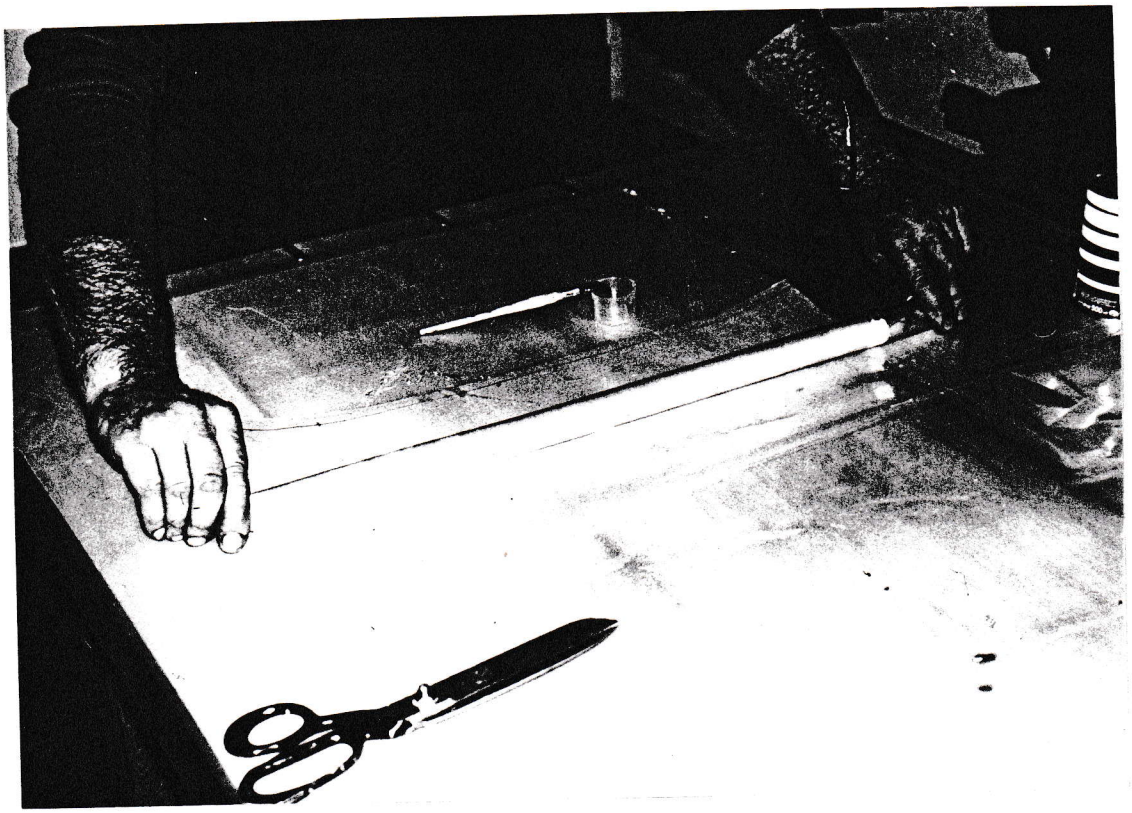
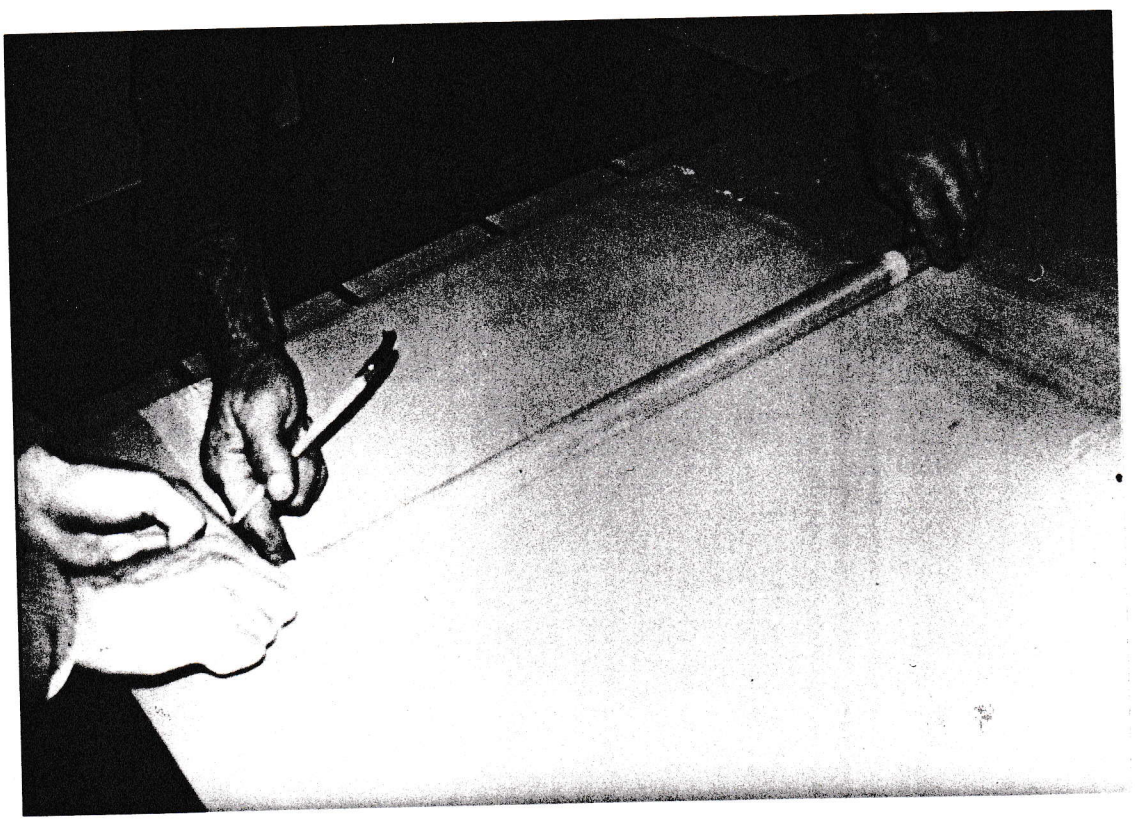


FOTO N. 13

FOTO N. 14



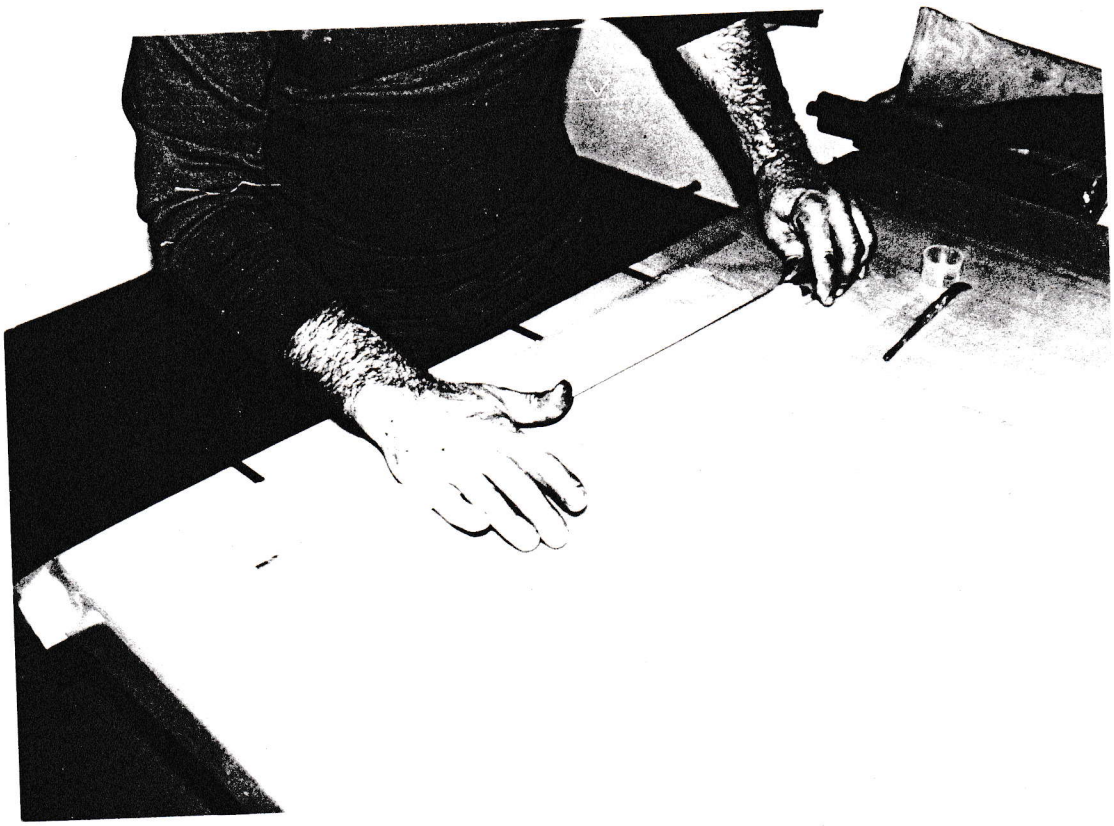


Foto N. 15

Foto N. 16

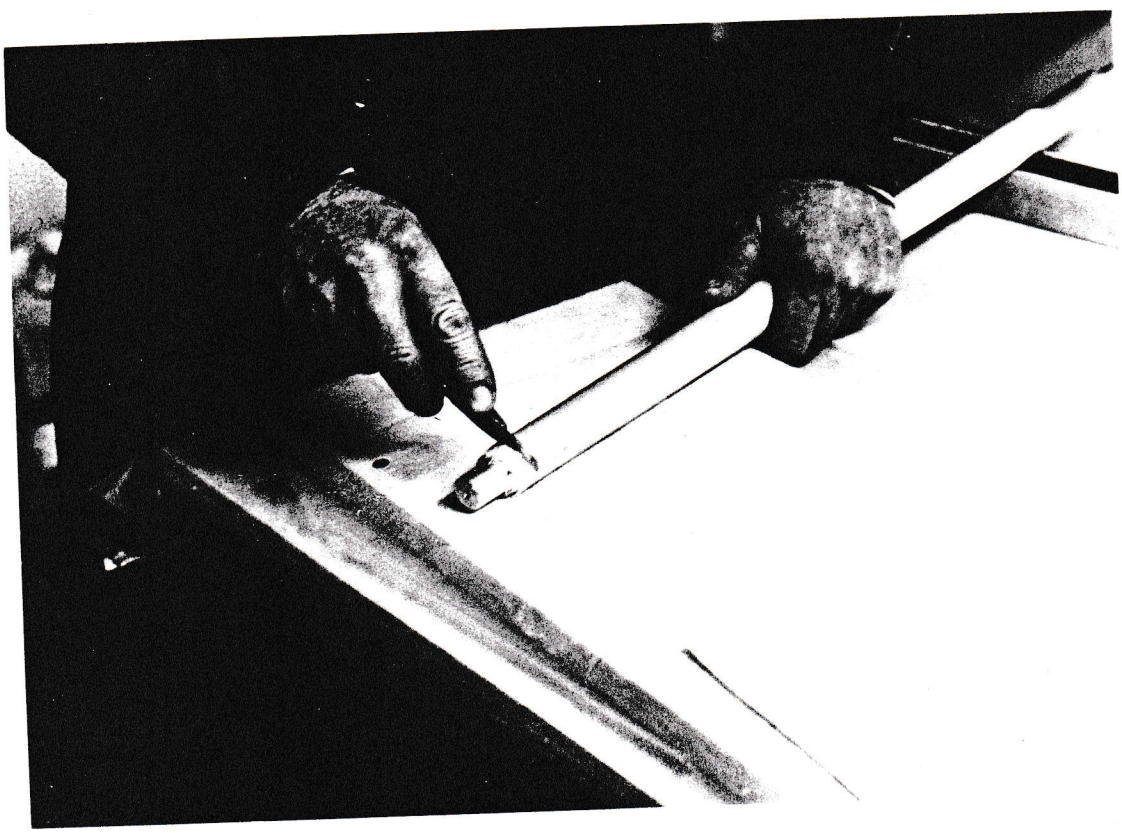




Foto N. 17



Foto N. 18