

## L'ALLINEAMENTO DEI TUBI BIOCOLARI (non stereoscopici)

Ripetutamente, nella serie delle “Schede Tecniche” presenti in questo sito, sono stati descritti tubi bioculari per stativi biologici, del tipo “a guide trasversali” o “a libro” (secondo Siedentopf)<sup>1</sup>.

Tali tubi possono richiedere, col tempo, un intervento per ragioni di pulizia, per rimettere a posto un prisma staccato, per correggere difetti di allineamento iniziali o conseguenti ad interventi maldestri, ecc. In sostanza, smontare, pulire, rimontare, riallineare. Ma è proprio sul “riallineare” che vogliamo concentrarci ora.

L'allineamento di un tubo bioculare comporta tre problemi fondamentali<sup>2</sup>:

■ 1) – il più percepibile è la congruenza dei due campi visuali, quella che abbiamo chiamato “parcentratura”: le due immagini devono restare nella stessa posizione rispetto al bordo del campo visuale (che sarebbe l'immagine del diaframma di campo visuale, presente in ogni oculare), con un tolleranza piuttosto stretta, dell'ordine di 1/50 del diametro del campo stesso. La percezione di un errore in questa congruenza è legata a fattori psicologici, e quindi soggettiva, ma “minore è, e meglio è”;

■ 2) – gli assi ottici dei due oculari devono essere paralleli fra loro; ad un errore di questo tipo il sistema visivo umano è poco sensibile in quanto corrisponderebbe ad un lievissimo strabismo;

■ 3) – l'asse ottico comune degli oculari deve puntare verso il centro della pupilla d'uscita dell'obbiettivo; anche a questo difetto l'occhio è poco sensibile, ma provoca una differenza di messa a fuoco fra lati opposti del campo (vedi la nota 3 a pag. 3).

Poiché l'errore di parcentratura è quello più appariscente, tutte le volte che, nelle schede citate nella nota 1, sono state date indicazioni per l'allineamento, ci si è riferiti quasi esclusivamente ad esso.

Inoltre, per facilitare le cose ad un generico riparatore, anche inesperto, si è indicata una procedura eseguibile col tubo in mano o montato sullo stativo di provenienza, senza il ricorso a strumenti *ad hoc* che solo il costruttore fornisce ai propri collaboratori, ma non mette in vendita. Si è anche cercato di dare indicazioni valide per ogni tipo di strumento: i “technical service” forniti (con difficoltà, in genere solo ai laboratori del proprio circuito) dai costruttori, sono utili solo per ogni definito modello di quel medesimo costruttore e richiedono spesso quegli strumenti esclusivi sopra citati

Possiamo riassumere qui la procedura indicata finora, che chiameremo

“Procedura semplificata”, ma esporremo subito dopo una procedura più completa, “indiretta”, che richiede però uno spazio di lavoro di circa 5 metri, non sempre disponibile.

Cominciamo con i tubi “a guide trasversali”.

In ogni caso, qualunque procedura si adotti per smontare e poi rimontare un microscopio, si suppone che esso sia uscito dalla fabbrica già allineato e poi abbia subito qualche trauma.

<sup>1</sup> Schede n° 15, 49 e 55 (Nikon); n° 19 (Reichert, mod. Zetopan); n° 31 (Leitz, mod. Ortholux); n° 33 (Anonimo); n° 41 (Leitz, mod. Ergolux); n° 46 (Anonimo); n° 47 e 54 (Baush & Lomb); n° 48 (Wild, mod. M20); n° 50 (Zeiss Jena); n° 56 (Zeiss W., mod. Standard 18 Pol); n° 59 (Leitz, mod. SM); n° 61, 79 e 93 Reichert, mod. Polyvar); n° 66 (Galileo, mod. BC II); n° 81 (Meopta).

<sup>2</sup> I problemi e le operazioni essenziali verranno d'ora in poi contrassegnati col simbolo ■ e con un numero progressivo; ciò al fine di facilitare i richiami ed i riferimenti all'interno di questo testo.

■ 4) Per prima cosa, si tratta di lasciare traccia della posizione originale di ogni pezzo.

Abbiamo già descritto in qualcuna delle schede tecniche i due metodi fondamentali:

4a) – Con una punta sottile, **segnare i confini** fra ogni prisma (o relativo supporto) e la superficie metallica più vicina. Riportiamo qui di seguito la fig. 1231 dalla scheda tecnica n° 66 (Stativo Galileo BC II).

In essa è indicata con piccoli segmenti verdi la possibile localizzazione di incisioni capaci d'indicare la posizione della base del prisma com'era prima dello smontaggio.

(Dalla fig. 1231) – Qui sono stati segnati i confini fra la squadretta di supporto di uno dei prismi laterali e la guida scorrevole che la porta.

4b) – Spinare il supporto prima di smontarlo. “Spinare” significa praticare due fori fra il pezzo metallico da smontare e la sua base d'appoggio.

Al momento del rimontaggio, prima di serrare le viti, infilare due spine dello stesso diametro nei fori praticati prima, al fine di ricostruire la posizione iniziale.

(Dalla fig. 1228) – Dalla stessa scheda tecnica n° 66, è indicata la possibile posizione per praticare due fori (qui, del diametro di 1,25 mm) che orientano la squadretta porta-prisma rispetto alla relativa piastra di fissaggio.

■ 5) Altra precauzione ineludibile è stabilire la posizione assiale del prisma divisore centrale (vedi la doppia freccia verde nella fig. 5 a pag. 5).

Questo si può ottenere, ove possibile, col metodo delle incisioni (figura seguente) o col metodo della spinatura appena descritto.

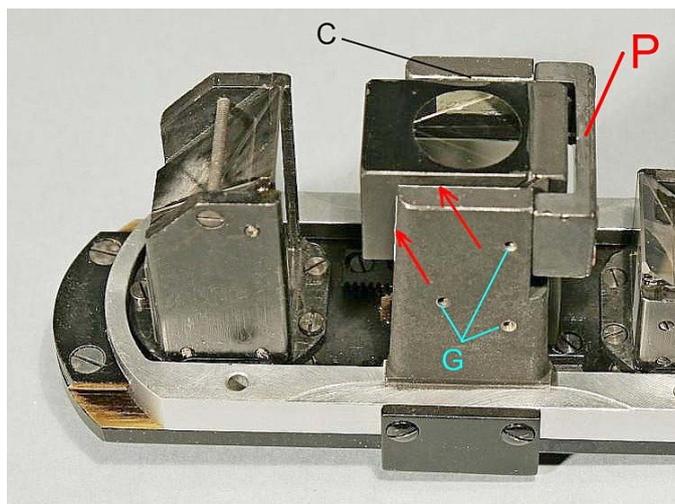
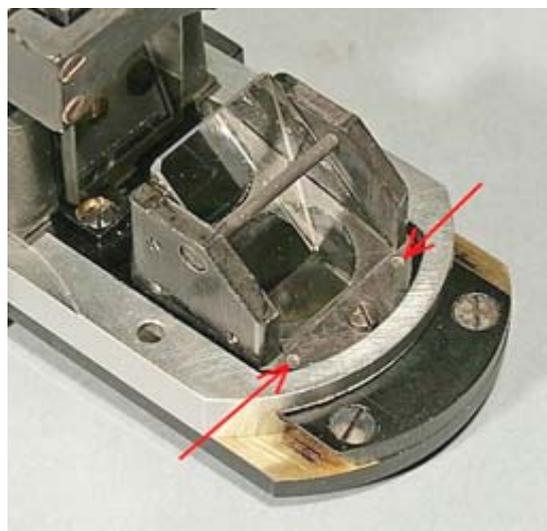
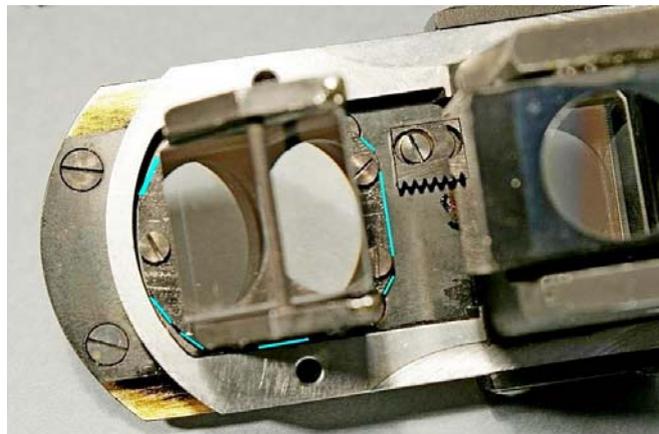
(Dalla fig.1229) – Ancora dalla scheda n° 66, si vede come il prisma centrale affiori dalla forcella di supporto in modo che si possono tracciare due segni (freccie rosse) che consentiranno di riposizionarlo in sede di rimontaggio.

■ 5a) Si può anche misurare con un calibro la sua posizione rispetto a qualche superficie di riferimento all'interno del guscio che contiene il sistema dei prismi.

■ 6) Ancora una precauzione riguarda l'orientamento del prisma centrale attorno ad un asse verticale (Asse C1 in fig. 11 e 13 pagg. 7 ed 8).

Questo si può verificare molto semplicemente disponendo il sistema dei prismi come in fig. 4, pag. 5, e guardando dentro il prisma centrale (freccie rosse) con un solo occhio. Si supponga di aver posto a circa 5 metri di distanza davanti al tubo una mira come quella descritta in fig. 7, pag. 6.

Inclinando la testa, sarà possibile fissare la mira con l'altro occhio superando l'orlo superiore



o laterale del sistema.

In queste condizioni, le due immagini debbono coincidere in direzione orizzontale. Se non lo fanno, ruotare il prisma centrale rispetto all'asse verticale C1.

Dal punto di vista meccanico, le esigenze fondamentali per l'allineamento di un tubo bioculare a guide trasversali sono quattro:

■ 7) – a volte, possibilità di traslare in due direzioni uno dei prismi laterali e quello centrale, direzioni perpendicolari alle facce cateto (non serve una terza direzione parallela a quelle facce poiché questa porterebbe la superficie riflettente a muoversi nel proprio piano);

■ 8) – possibilità di ruotare il prisma centrale ed almeno uno dei laterali attorno ad un asse verticale (Assi B e C1 nelle figg. 11 e 13);

■ 9) – possibilità di ruotare il prisma centrale ed almeno uno dei laterali attorno ad un asse orizzontale (assi A1, A2 e C2 nelle stesse figg. 11 e 13);

■ 10) – possibilità di ritoccare la posizione delle boccole porta-oculare in due direzioni perpendicolari al loro asse. Questo ritocco è prezioso in sede di controllo finale per compensare piccoli difetti di parcentratura, ma non sempre i vari progetti lo rendono possibile.

Tutte queste possibilità si possono generalmente realizzare allentando le viti dei supporti dei prismi (o delle piastre porta-oculare) e sfruttando il gioco che esiste sempre fra il gambo di ogni vite ed il foro che esso attraversa. Tale gioco, di solito, è tenuto volutamente largo, proprio per consentire un'ampia gamma di aggiustamenti.

Altre volte, i prismi sono tenuti in posizione fra due piastrine, serrate da viti; anche in questi casi, basta allentare le viti. Oppure, il prisma è inserito in un supporto a forcilla, ed è tenuto in sito da due o tre grani, che possono anche servire per l'allineamento (G nella fig. 1229, pagina precedente). Capita anche che prismi (o specchi) siano saldamente incollati a parti meccaniche fisse; l'allineamento richiede la rottura dei sigilli.

#### PROCEDURA SEMPLIFICATA

Le indicazioni fondamentali per la procedura semplificata sono esposte nella scheda n° 66, in cui si descrive l'intero stativo BC II della Galileo.

Possiamo riassumere qui il procedimento, tenendo conto però che, caso per caso, occorre fare i conti con la struttura meccanica del tubo: ogni costruttore, per ragioni d'inventività del progettista, di semplificazioni costruttive o di riduzione dei costi, adotta soluzioni originali. Caso per caso, il tecnico dovrà indovinare le mosse più opportune in mezzo a quelle possibili.

Del resto, si potrà constatare nel caso più comune che tutto il sistema dei prismi è fissato su una piastra-base (per quanto riguarda il prisma divisore centrale) e sulle guide per la regolazione della distanza pupillare (i due prismi laterali). Ma può capitare che il prisma centrale sia fissato all'interno del guscio (Leitz, scheda n° 59), che i prismi non siano bloccati (con viti o con un adesivo), ma portati da un supporto elastico che è regolabile con una vite (Meopta, scheda n° 81), e così via.

■ 11) Nella procedura semplificata, che stiamo illustrando, siamo anche partiti dal presupposto che il riparatore si trovi davanti ad uno strumento usato, inizialmente ben allineato all'uscita dalla fabbrica, che richiede poi lo smontaggio poiché le superfici ottiche si sono appannate, o poiché è penetrata della polvere, o poiché un urto ha staccato un prisma od uno specchio dalla sua posizione (vedi la scheda n° 97), e così via.

■ 12) In questi casi, è generalmente possibile identificare il "canale" danneggiato e tenere l'altro come riferimento. Oppure, quando entrambi richiedono lo smontaggio, si comincia ad esaminare bene un canale (fuoco omogeneo in tutto il campo, eventuali residui di cromatica laterale simmetrici rispetto al centro, ecc.)<sup>3</sup> e, se tutto è liscio, si comincia a smontare l'altro tenendo

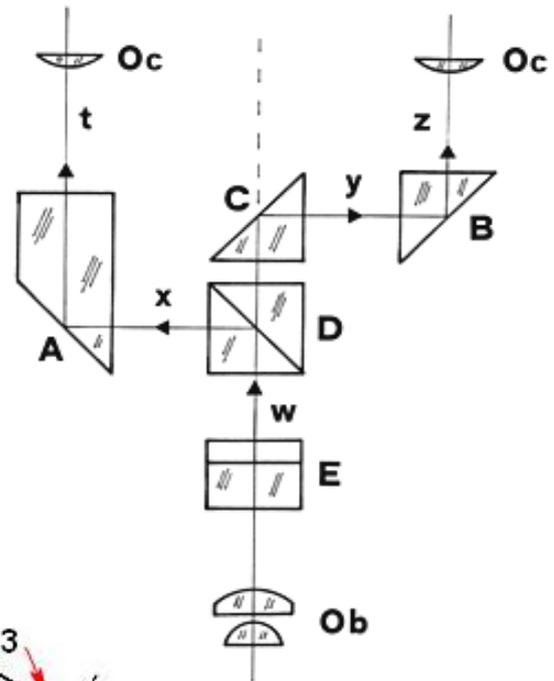
<sup>3</sup> Uno dei modi più semplici e più sensibili per verificare se un canale-oculare è centrato rispetto all'asse dell'obbiettivo è mettere a fuoco un reticolo, in mancanza di meglio un micrometro oggetto, ed osservarlo con un oculare capace di produrre un forte residuo di cromatica laterale (CVD): un obbiettivo acromatico debole con un oculare compensatore, oppure un obbiettivo forte, meglio se apocromatico classico, con un oculare Huygens. Osser-

il primo come riferimento: ci si baserà su quest'ultimo quando l'altro verrà rimontato ed allineato.

Con questi presupposti, è possibile rinunciare ad un riferimento esterno e si cerca un riferimento relativo in uno dei due canali.

Lo schema ottico generale che illustra il tipo di tubo di cui ci stiamo occupando è quello visibile nella figura seguente, già visto in altre occasioni.

Fig. 1 – Schema ottico generale di un tubo bioculare a slitte trasversali. Generalmente, i prismi C e D fanno corpo unico. Il D contiene la superficie semiriflettente. I prismi A e B sono mobili (in direzione x ed y) perché sorretti dalle guide trasversali, perpendicolari all'asse w, e così consentono la regolazione della distanza pupillare.



Sopra l'obiettivo, ma all'ingresso del tubo bioculare, si trova in genere, salvo il caso di strumenti molto vecchi, un prisma che inclina l'asse dell'obiettivo (generalmente verticale) per una posizione inclinata, più comoda, per l'osservazione.

Tale prisma, visto di fronte, è indicato con E nella fig. 1 ed il suo schema, visto di fianco, è quello della fig. 2.

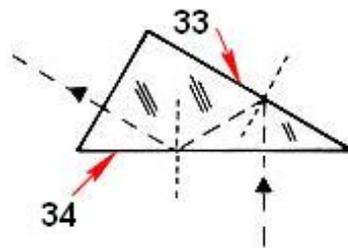


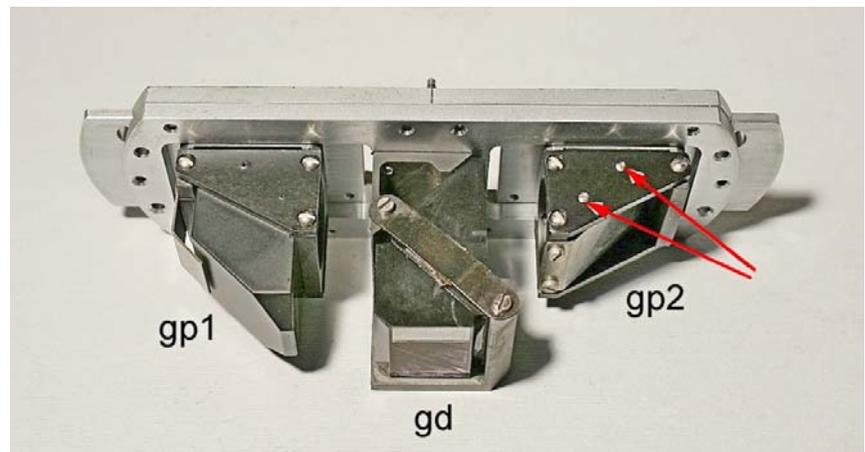
Fig. 2 (sopra) – Il prisma inclinante (E nella figura precedente) presenta due superfici riflettenti in modo da non raddrizzare l'immagine (gli effetti delle due riflessioni si annullano).

Ne riparleremo.

Fig. 3 – Vista reale di un sistema di prismi fissato tutto alla piastra delle guide, escluso il prisma inclinante, che è attaccato al guscio.

Il prisma centrale (gd) è tenuto fermo da una piastrina con due viti; i prismi laterali (gp) da grani (vedi le due frecce rosse, ad es.).

(Prodotto Nikon, scheda n° 55)

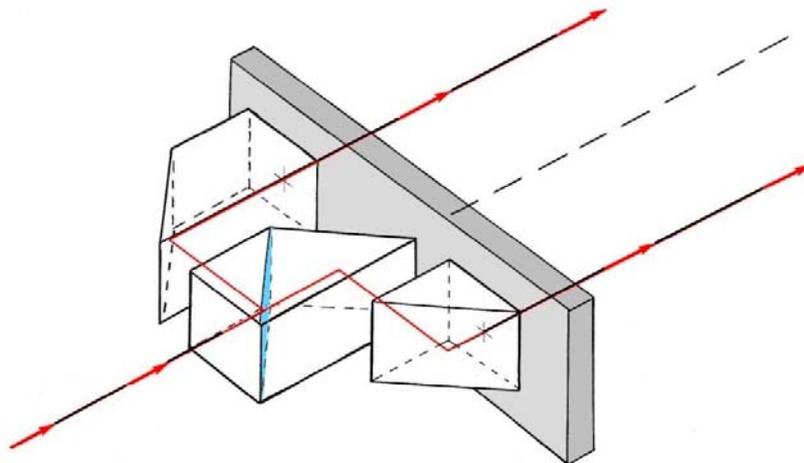


Come muovere i prismi in vista dell'allineamento dipenderà dalla struttura meccanica dell'apparecchio; a volte conviene muovere solo il prisma (allentando viti o grani, staccando le gocce d'adesivo), a volte l'intero blocchetto metallico che lo porta.

vando ai bordi del campo, si devono vedere le frange colorate della CVD del tutto simmetriche rispetto al centro.

Per controllare invece l'allineamento (inclinazione) dell'asse dell'oculare rispetto a quello dell'obiettivo, si usa un altro espediente: si osserva il solito reticolo e si foceggia accuratamente fino a vedere una piccola zona di miglior fuoco al centro; se questa zona non è ben centrata rispetto al campo, o se è circondata da una zona sfocata non simmetrica, l'allineamento è cattivo. Il trucco funziona con obiettivi non planari; eventualmente, si può accentuare un inevitabile residuo di curvatura di campo provando con oculari di vario tipo, possibilmente a campo grande.

Fig. 4 – Uno schema assonometrico del sistema della figura precedente. La superficie semiriflettente interna al prisma centrale è colorata in celeste. Gli assi ottici sono in rosso.



■ 13) Secondo la procedura semplificata, una sufficiente centratura reciproca fra i due campi visuali (parcentratura) si può ottenere muovendo solo il prisma centrale (fig. 5).

Fig. 5

■ 13a) Ruotando il prisma centrale attorno al proprio asse centrale (C) le due immagini si muovono in su o in giù. Una rotazione in senso orario fa alzare l'immagine destra.

■ 13b) Se invece si muove il prisma stesso lungo il suo asse, le due immagini si muovono trasversalmente<sup>4</sup>.

I cammini ottici in vetro sono indicati in celeste.

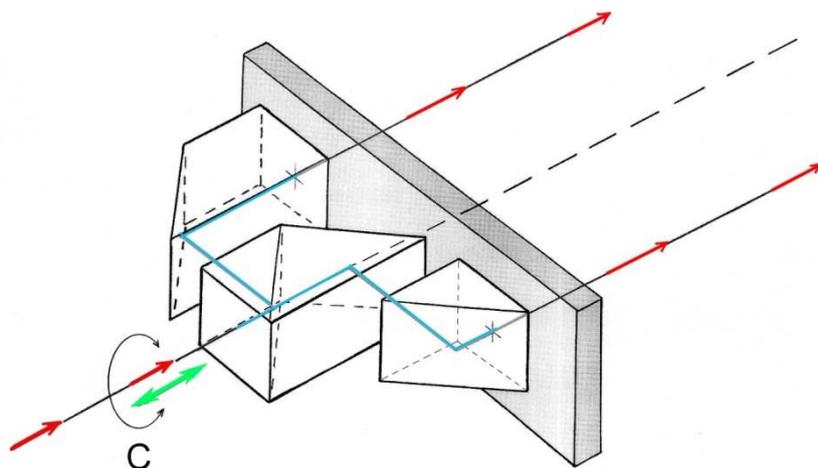
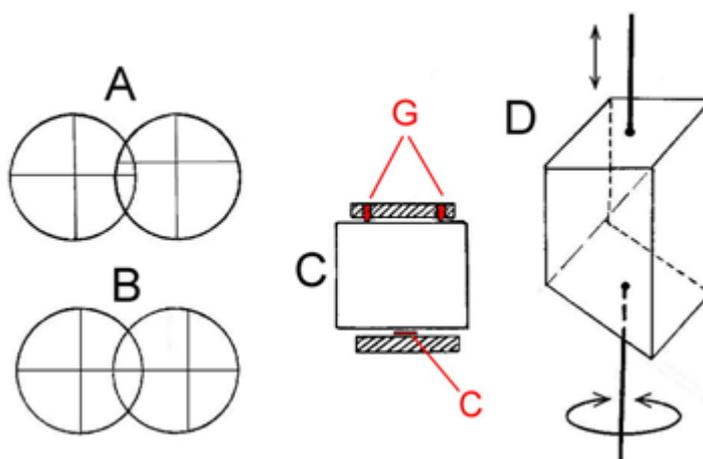


Fig. 6 – Nella scheda n° 66 (stativo Galileo BC II) avevamo schematizzato le operazioni sopra descritte (■ 13) in questo modo.

Il caso A (errore verticale di parcentratura – ■ 13a) si corregge ruotando il prisma centrale attorno al proprio asse ed in C si suggerisce una possibilità per farlo: se il prisma è serrato da 2-3 grani in una forcina rigida, si crea un fulcro dalla parte opposta (C) con una strisciolina di cartoncino che gli consenta di oscillare regolando alternativamente i grani G.

■ 13b) Se l'errore di parcentratura è orizzontale (B), il prisma va fatto scorrere lungo il suo asse (D).



Detto così è semplice, ma bisogna volta per volta trovare il modo di smuovere il prisma e, comunque, dopo ogni spostamento, occorre rimontare il tutto in modo da verificare negli oculari

<sup>4</sup> Questa operazione (■ 13b) è in conflitto con la condizione ■ 5, pag. 2. È questo uno dei punti critici di questa procedura semplificata.

le condizioni di parcentratura.

Un risultato accettabile sarà in genere ottenibile dopo una lunga serie di prove ed approssimazioni successive. Snervante.

#### PROCEDURA INDIRETTA

Ora partiamo da un punto di vista assai diverso. Si tratta cioè, prima di tutto, verificare la seconda condizione sopra elencata (caso ■ 2, pag. 1: il parallelismo fra gli assi dei due canali) e poi l'orientamento degli assi (caso ■ 3).

■ 14) Per cominciare, occorre preparare un disegno che ci servirà da mira per le operazioni che seguono. Si prenda un cartoncino bianco quadrato di almeno 20 cm di lato. Su di esso si traccino due righe parallele, una corta ed una lunga, magari di colore diverso, distanziate di 65 mm. Si possono usare pennarelli a tratto grosso o nastri adesivi stretti. Le altre dimensioni del disegno sono libere, ma conviene rispettare quanto indicato nel disegno sottostante.

La riga orizzontale nera deve essere perpendicolare alle due righe verticali colorate.

Fig. 7 a/b – La quota B deve essere di 65 mm, rispettata entro  $\pm 1$  mm; le quote A e C sono consigliate ancora di 65 mm per rendere più comodo l'uso della mira.

Per alcune delle operazioni che seguono, può essere utile aggiungere un bollino colorato, come nella foto qui sotto.

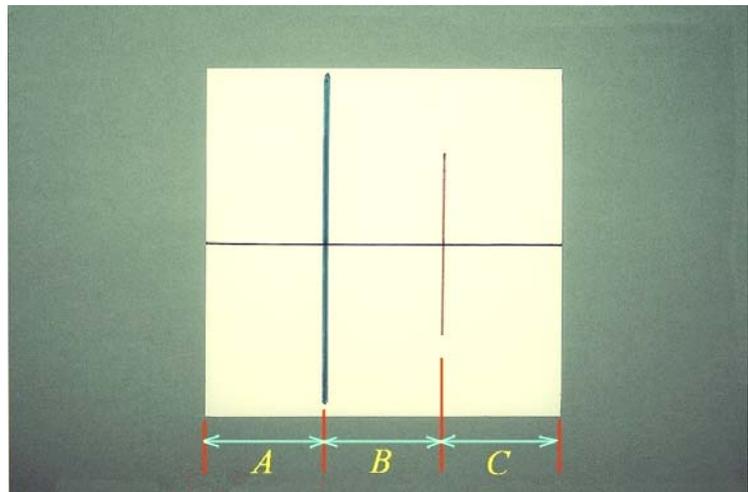
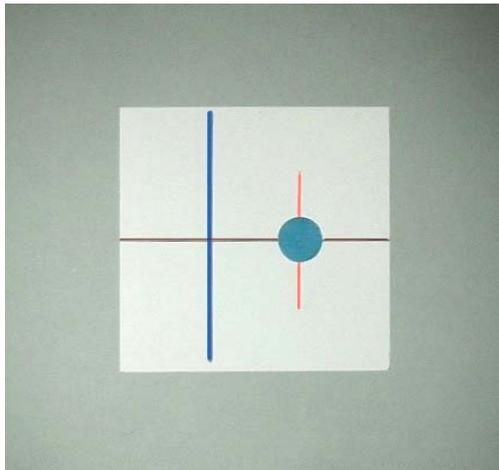
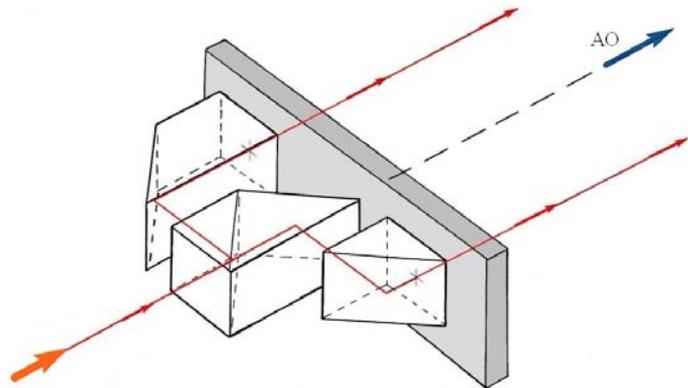


Fig. 8 (a destra) – L'asse AO deve essere orizzontale ed il piano dei prismi deve essere parallelo alla riga orizzontale della mira.

■ 15) Disporre il sistema dei prismi come dallo schema qui a lato, su un supporto ad altezza degli occhi dell'operatore, con l'asse ottico del sistema (AO) diretto orizzontalmente verso la mira.



Questa va posta alla stessa altezza, alla distanza di circa 5 m, perpendicolare all'asse AO medesimo, centrata rispetto ad esso.

■ 16) La distanza pupillare del sistema dei prismi sia regolata stabilmente su 65 mm e non più modificata fino alla fine delle operazioni.

■ 17) Il piano che contiene gli assi dei due oculari deve stare parallelo alla linea orizzontale della mira.

Inoltre, l'operatore non deve essere affetto da ametropie sferiche o cilindriche superiori ad 1 diottria; tantomeno deve indossare occhiali di qualunque tipo poiché qualunque lente, appena decentrata, produce un "effetto prisma" che sposterebbe le immagini da confrontare.

Se il tubo contiene lenti (molti tubi con fattore di tubo  $ft > 1\times$ ), occorre smontarle fin

dall'inizio della procedura.

### Parallelismo dei due canali-oculare (condizione ■ 2) a pag. 1)

Nel caso generale, guardando in direzione dell'asse AO (grossa freccia arancione a sinistra della figura qui sopra), l'operatore vedrà due immagini della mira (due immagini per opera del prisma divisore di fascio) sovrapposte e più o meno sfalsate, come nella figura seguente.

Fig. 9 – Le due immagini parziali sono sfalsate sia verticalmente che orizzontalmente. Il sistema deve essere allineato.

Si noti che le due immagini del bollino non sono identiche: quella a sinistra è più pallida: questo dipende dalla superficie semiriflettente che divide il fascio all'ingresso in due metà non identiche.

Nel caso ideale, le due immagini della mira dovrebbero disporsi l'una accanto all'altra, semplicemente spostate fra loro di 65 mm.

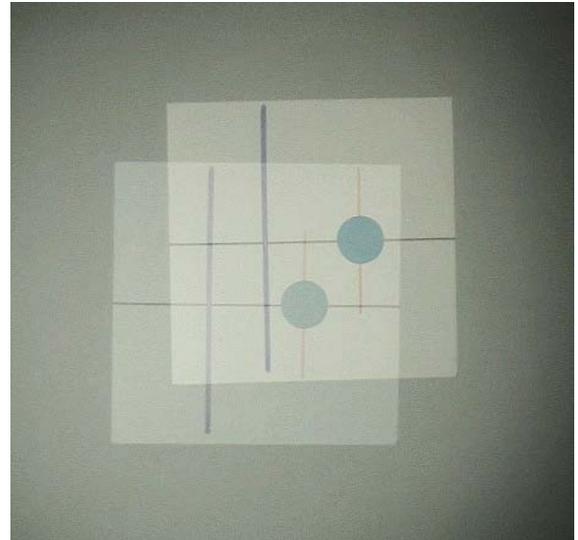
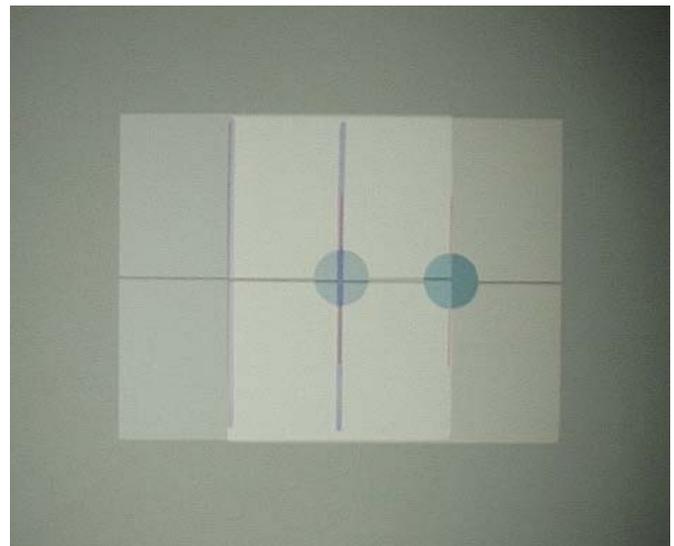


Fig. 10 – Questo è ciò che si deve vedere quando la prima fase della procedura indiretta è terminata.

Si noti che, se le due righe verticali della mira distano di 65 mm dai margini verticali di quella, come consigliato sopra, esse coincidono col bordo destro o sinistro di una delle due immagini.

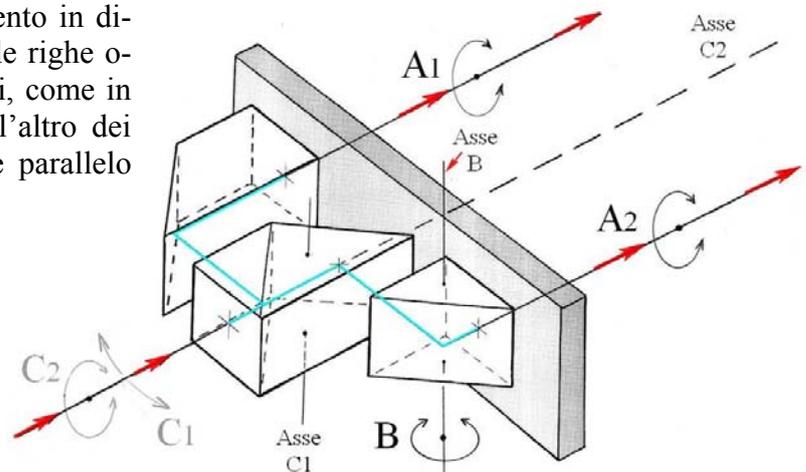


■ 18) Per ottenere l'allineamento della fig. 10, si osserva la mira attraverso il prisma centrale, come in fig. 8, poi si ruota uno dei prismi laterali attorno ad un asse verticale (B nella figura seguente) fino ad ottenere la coincidenza della riga lunga di un'immagine con la riga corta dell'altra. A questo punto, le due immagini dovrebbero risultare sfalsate solo in direzione verticale.

■ 19) Per ottenere l'allineamento in direzione verticale (coincidenze delle righe orizzontali nere delle due immagini, come in fig. 10) occorre ruotare l'uno o l'altro dei prismi laterali attorno ad un asse parallelo all'asse mediano (assi A1 o A2).

Fig. 11 – Rotazione di uno od entrambi i prismi laterali attorno agli assi B, A1 o A2.

A questo punto, i due canali parziali A1 ed A2 devono risultare paralleli.

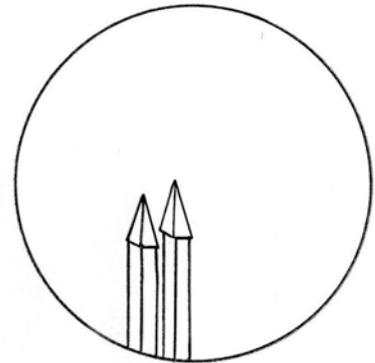


### Il controllo all'infinito

■ 20) Volendo verificare l'esito delle regolazioni per il parallelismo dei canali, si può riprendere la procedura dei punti ■ 18) e ■ 19) usando però come mira un oggetto alla distanza di almeno 100 m (un pilone dell'alta tensione, un campanile, o simili).

A quella distanza, il valore impostato per la distanza interpupillare (65 mm) diviene trascurabile, e le due immagini della mira che si vedevano separate a 5 m di distanza (fig. 10 o 14) si devono quasi sovrapporre. Qualche tolleranza è consentita, come illustrato dalla figura seguente.

Fig. 12 – Un oggetto ben contrastato osservato attraverso il tubo, come in fig. 8, alla distanza di almeno 100 m, può apparire leggermente sdoppiato; le due immagini presenti nel disegno a lato indicano l'errore consentito, maggiore in direzione orizzontale.



Volendo correggere un errore superiore a quanto illustrato nello schema a fianco, si può ruotare ancora di poco il prisma centrale attorno all'asse C2 (figg. 11 o 13) ed uno i laterali attorno all'asse B (ancora, figg. 11 e 13).

NB: Durante la ricerca del parallelismo dei canali, può accadere che le due immagini parziali appaiano correttamente sfalsate come appare nella fig. 10, ma invertite (quella di destra si trova a sinistra dell'altra).

Per verificare che ciò non avvenga basta una semplice manovra: se si copre con la mano il canale-oculare destro deve sparire l'immagine di sinistra e viceversa.

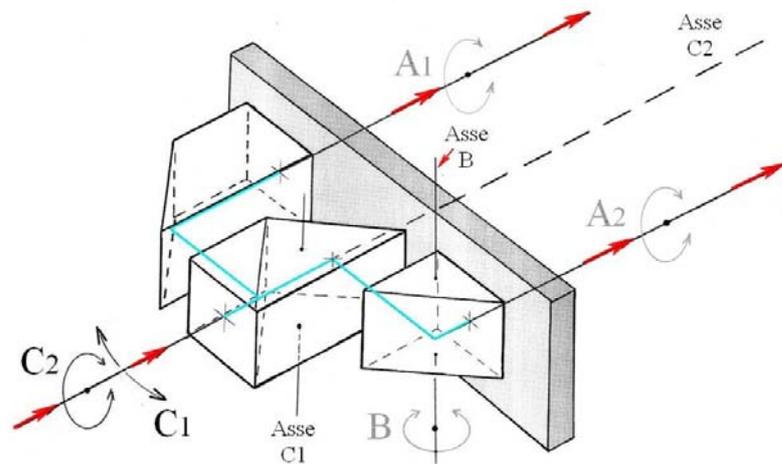
### Orientamento dei canali (condizione ■ 3) a pag. 1)

Ora occorre controllare che i canali non vengano "spezzati" dal sistema dei prismi: tale sistema, se male orientato, può spezzare l'asse ottico nel senso che i due assi A1 ed A2 non risultano paralleli all'asse incidente (Asse C2, a destra nella figura seguente).

Fig. 13

Qui la manovra si fa più complicata, ma inevitabile.

■ 21) Finora, l'operatore adoperava un solo occhio per osservare attraverso il sistema nella direzione dell'asse centrale (C2). Adesso invece deve usare un occhio come appena detto, l'altro occhio per guardare direttamente la mira dal disopra o di fianco alla piastra di fissaggio del sistema.



Per far questo, dovrà probabilmente inclinare la testa poiché un occhio deve restare sull'asse C2, l'altro deve passare sopra o di fianco a tutto il sistema.

A questo punto, le due immagini si devono sovrapporre nella visione dell'operatore in modo che la linea verticale dell'immagine diretta (fig. 14 a sinistra) cada in mezzo a quella delle immagini indirette (a destra). Le linee orizzontali di tutte le immagini devono coincidere.

In questo modo, si esclude un "effetto prisma" globale del sistema dei prismi.

■ 22) Per ottenere questo, occorre cercare la coincidenza delle linee orizzontali ruotando il prisma centrale attorno all'asse C2 e l'interposizione delle linee verticali ruotandolo attorno ad un asse verticale passante per il suo centro (C1 in figura 13).

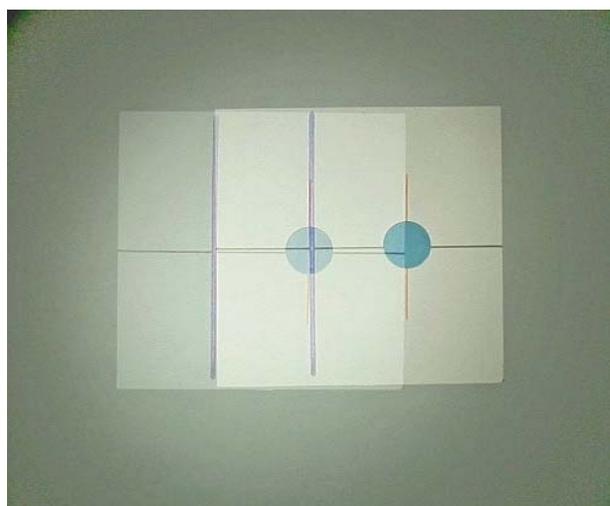
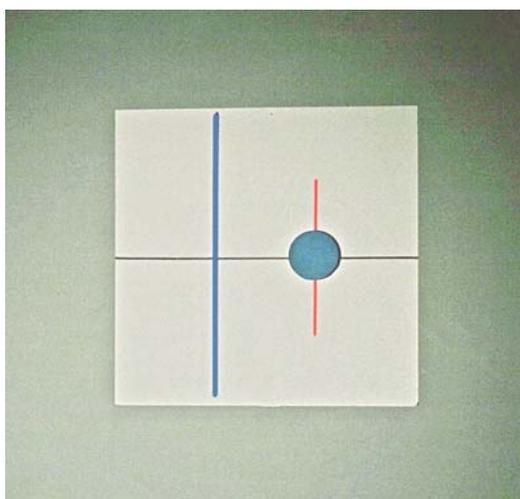


Fig. 14 – L’immagine guardata direttamente (a sinistra) appare ovviamente più chiara e con colori più vivi poiché non è attenuata dal prisma sdoppiante, come appare a destra. Questa differenza aiuta l’operatore a distinguere fra loro le varie immagini: una diretta e due da sdoppiamento.

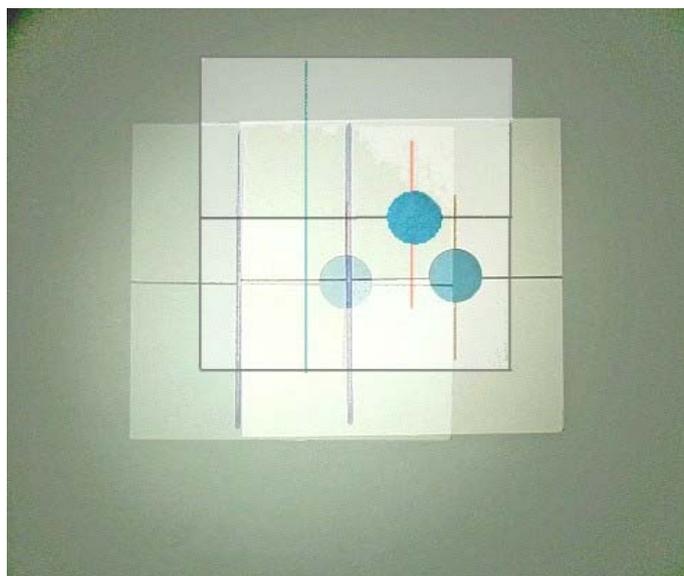
Per tutto questo tempo, l’operatore deve fissare un oggetto a circa 5 metri di distanza, con un occhio direttamente, con l’altro occhio attraverso i prismi. Gli può capitare di attivare inconsciamente il meccanismo della “convergenza” degli assi visuali ed allora le due immagini si sposteranno in modo incontrollabile. Con un po’ d’attenzione è possibile percepire ed evitare il fenomeno.

Come detto sopra, l’operatore non deve essere affetto da ametropie sferiche o cilindriche superiori ad 1 diottria; né deve indossare occhiali di qualunque tipo. Vanno anche smontate eventuali lenti presenti nel tubo.

Fig. 15 – Con un fotomontaggio sono state qui sovrapposte l’immagine diretta e le due immagini create dal prisma separatore.

È questo quanto vedrebbe l’operatore che esegue quanto descritto nella pagina precedente (punti ■ 21 e ■ 22), a parte un voluto errore in direzione verticale.

La diversa saturazione del colore del bollino verde fa capire qual è l’immagine diretta (quella spostata in alto).



Ancora una volta, il discorso appena fatto appare semplice, ma nella pratica è molto sgradevole per tre motivi.

Prima di tutto, ognuna delle manovre descritte influisce sulle altre, per cui occorre ripetere l’intera serie parecchie volte; dopo ogni manovra occorre ricontrollare che l’effetto raggiunto nelle fasi precedenti non sia stato alterato.

In secondo luogo, dopo aver posizionato un qualunque prisma, si devono stringere le viti o i grani che servono a fissarlo: la probabilità che la punta dei grani trascini il prisma mentre lo blocca è piuttosto alta e bisogna ricominciare daccapo.

Infine, si deve operare su prismi pulitissimi e, ad allineamento terminato, si deve poter rimontare il tutto senza dover smontare di nuovo qualcosa per eliminare le immancabili ditate.

### Il prisma inclinante (condizione ■ 3 a pag. 1)

■ 23) Questa procedura va effettuata sempre, qualunque sia il sistema utilizzato per l'allineamento dei prismi del bioculare.

Nella pag. 4 (figure 1 e 2) è schematizzato con E un prisma particolare, a doppia riflessione interna, che si trova sotto al sistema di prismi esaminato finora.

Si tratta di un elemento, generalmente presente alla base dei tubi bioculari o trioculari inclinati, che inclina l'asse ottico dell'obbiettivo, generalmente verticale, in direzione degli oculari.

Se riguardiamo la fig. 8, qui riportata, si può definire l'asse AO come l'asse ottico del sistema bioculare. Tale asse deve coincidere con l'asse dell'obbiettivo, così come risulta inclinato dopo aver traversato il prisma E.

Ne risulta che un errore nella posizione del prisma inclinante E impedisce la coincidenza dei due assi: sarebbe come dire che il sistema degli oculari non guarda più verso il centro dell'obbiettivo, ma di lato.

■ 24) Per allineare il prisma E occorre avere un riferimento meccanico e cioè stabilire con un tubo diritto stabilmente centrato qual è il centro del campo dell'obbiettivo.

In commercio esistono numerosi tubi diritti semplici che il costruttore stesso propone per l'inserimento di una microcamera o di altri accessori in luogo del tubo bioculare. Ne diamo qualche esempio.

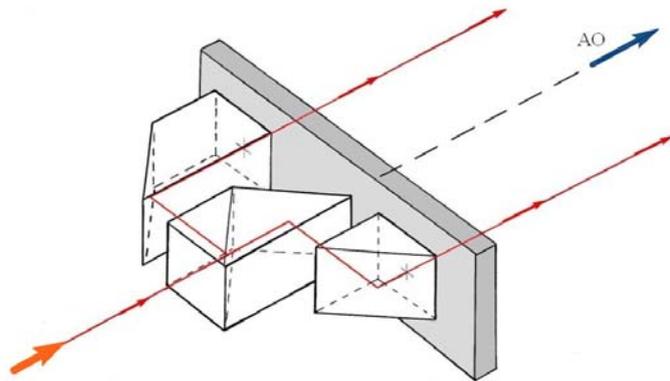
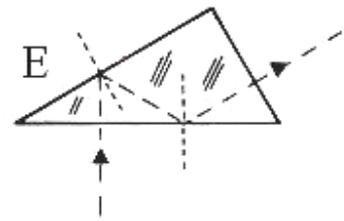
Figg. 16/17 – Un prodotto Zeiss W. ed uno PZO, da inserire direttamente sull'estremità del braccio.

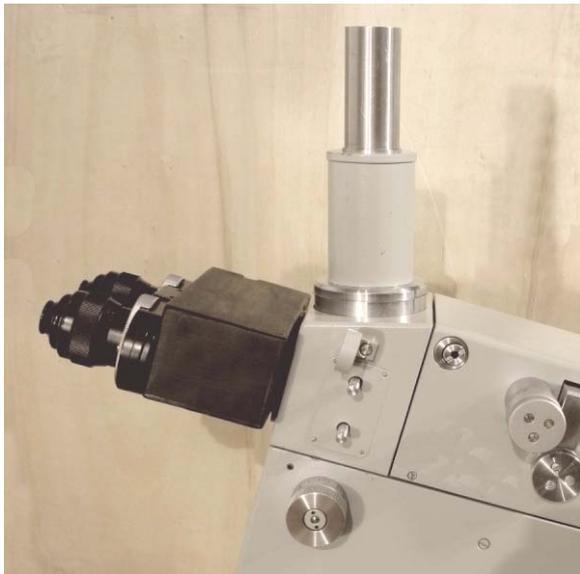
Inferiormente, questi tubi portano la stessa coda di rondine degli altri tubi di quel dato costruttore e, nei limiti delle tolleranze di lavorazione, si può supporre che l'oculare venga automaticamente portato sull'asse dell'obbiettivo.

Altri tubi del genere si possono inserire a volontà sopra il tubo bioculare (fig. 18) o farne stabilmente parte (fig. 19).

In ogni caso forniscono un tubo fisso ragionevolmente centrato rispetto alla coda di rondine esistente sul braccio e quindi rispetto all'obbiettivo.

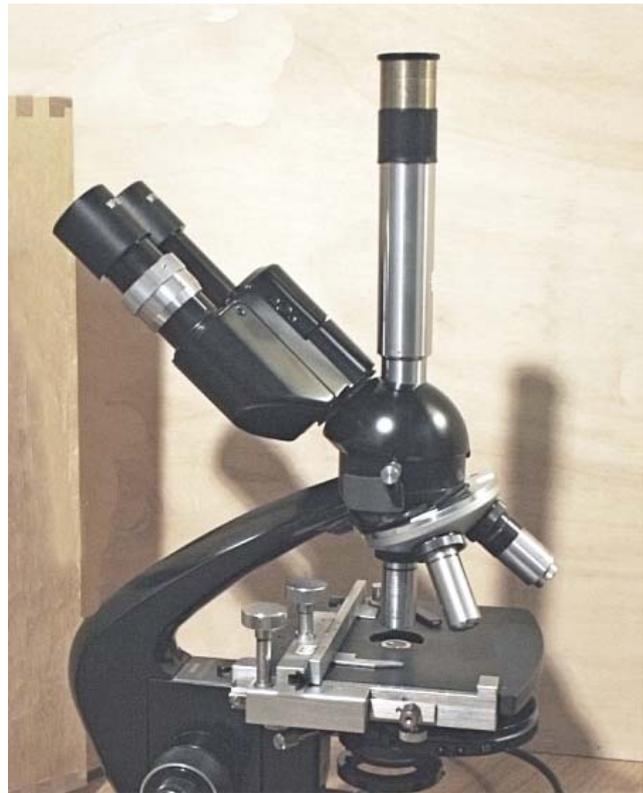
Se non si dispone di un tubo originale, dello stesso costruttore del tubo bioculare e dello stativo da allineare, lo si può realizzare al tornio, curando le dimensioni della coda di rondine per non alterarne la centratura.





Figg. 18/19 – Esempi di tubi diritti “fotografici”. A sinistra, un tubo diritto indipendente per cui è prevista la sede all’estremità del braccio (prodotto Zeiss Jena).

A destra, un tubo trioculare integrato (prodotto PZO).



■ 25) Stabilito il riferimento del tubo diritto, vi si inserisca un oculare, possibilmente un  $10\times$ , possibilmente con crocefilo. Si metta a fuoco un vetrino contenente un oggetto piccolo dai bordi ben definiti, per es., il centro di un micrometro oggetto, oppure un vetrino ricoperto di un sottile strato di china nera solcata da due tagli in croce. Si adoperi un obiettivo debole, per es. 10:1.

Si porti il punto scelto sul vetrino esattamente al centro del campo dell’oculare.

Ora, con cautela, si sostituisce il tubo diritto col bioculare inclinato, oppure si guarda nella sezione bioculare del trioculare.

Se il punto notevole del vetrino si è spostato dal centro del campo degli oculari si può riportarlo al centro con mezzi meccanici (sfruttare il gioco nei fori delle viti che fissano il disco di supporto del prisma [figure seguenti] al guscio del tubo), oppure va allineato il prisma stesso rispetto al supporto.

Fig. 20/21 – In questo caso, il disco (8) che porta il prisma (E) è fissato al guscio del tubo (1) con tre viti, ma non esiste alcun gioco, vista la presenza di due spine (9).



Il prisma è però alloggiato nell’incavo del cilindro 45, aderisce a due strette superfici laterali (44) ed è stretto da due grani (36) tramite due lamierini di protezione (47).

Segnando i suoi confini con una punta (46) prima dello smontaggio, non è difficile fargli riprendere la posizione originale.

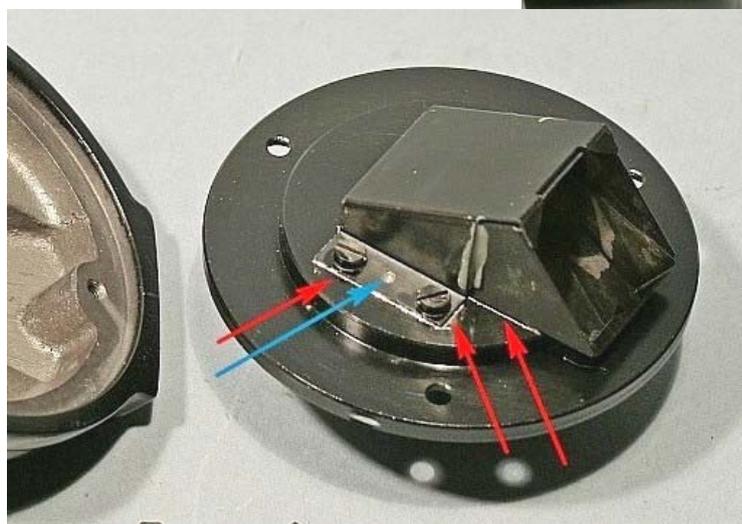
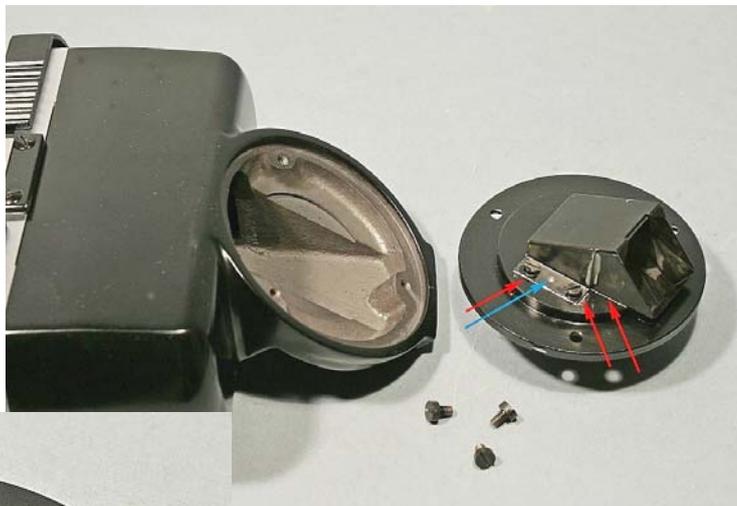
(Prodotto Meopta)

■ 26) Nel caso di un tubo allineato in partenza, che è stato smontato solo per la pulizia del prisma, il problema si può generalmente semplificare avendo cura di marcare bene la posizione originale del prisma con i mezzi a suo tempo suggeriti: marcare i contorni del prisma rispetto al relativo supporto, oppure spinare il supporto stesso.

Fig. 22/23 – In questo caso, il prisma è tenuto fermo da una gabbietta in lamiera fissata al disco di supporto da quattro viti.

Nella figura di dettaglio (sotto) si vede uno di due fori per spine (freccia verde) nonché alcuni segni tracciati sul contorno con una punta aguzza (freccie rosse).

Il disco di fissaggio è fissato al guscio con tre viti, ma senza spine. Vi è dunque qualche possibilità di gioco.



### La parcentatura

Quella che abbiamo chiamato la “procedura indiretta”, descritta finora, a questo punto ha curato il parallelismo e l’orientamento corretto degli assi ottici. Resta da controllare la parcentatura (condizione ■ 1), pag. 1).

■ 27) Non potendo più operare sui prismi, l’unica risorsa rimane quella di sfruttare il gioco delle viti che di solito fissano le piastre porta-oculare alle relative guide. Allentandole, dovrebbe risultare possibile perfezionare la parcentatura, eliminando piccoli errori rimasti.

Ma non sempre il gioco delle viti è sufficiente. Inoltre, in certi costruttori questa risorsa non esiste poiché le boccole porta-oculare non sono fissate sulle guide da viti, ma vi sono avvitate direttamente (Wild, ad es.).

A questo punto, non resta che ricorrere alla procedura semplificata illustrata all’inizio, nonostante i suoi limiti.

Fig. 24 – In questo caso, le boccole porta-oculare (2 e 3) presentano in basso una flangia (7) fissata alla guida trasversale (8) da tre viti (6) che presentano qualche gioco.

(Prodotto Zeiss Oberkochen)



## I TUBI “A LIBRO” secondo Siedentopf

Finora abbiamo parlato di tubi secondo il classico schema “a guide trasversali”, nel quale la distanza pupillare si regola spostando due guide porta-oculari orizzontali, perpendicolari all’asse ottico.

Molti tubi però seguono un altro schema, secondo cui due pezzi porta-oculari sono imperniati su un asse centrale ed inclinati fra loro, in modo che la distanza fra gli oculari può variare senza alterare la loro distanza dall’asse centrale e quindi neppure la lunghezza del tubo, con i noti vantaggi (ingrandimento costante, parfocalità inalterata, correzioni dell’obbiettivo non compromesse).

Fig. 25 (a destra) – Il più diffuso schema dei tubi sec. Siedentopf: i prismi AD e BC ruotano attorno all’asse dell’obbiettivo. (o almeno dopo che tale asse è stato inclinato dal prisma E).

La lamina a facce piane e parallele (A’) serve a compensare l’eventuale differenza di cammino ottico fra i canali dei due oculari.

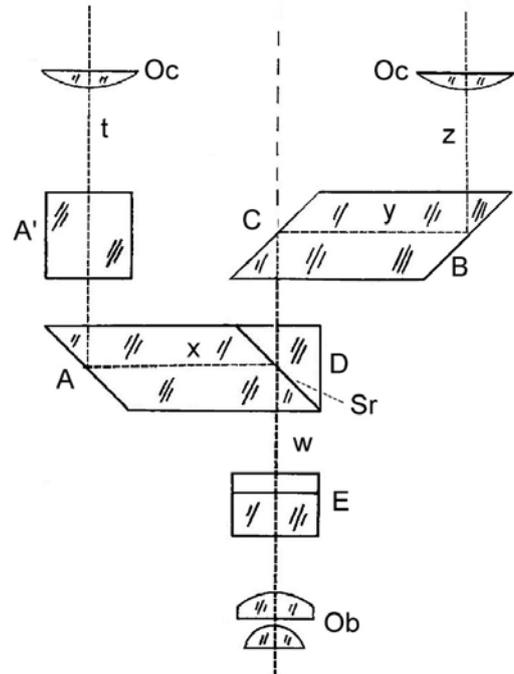
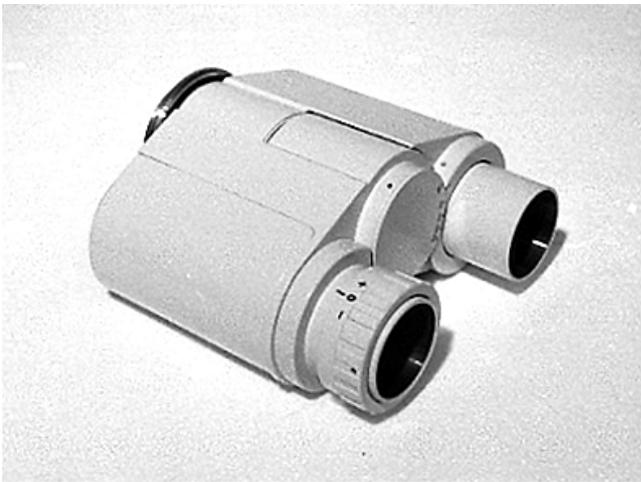


Fig. 26 – Esempio di tubo (“a libro”), grandangolare (per oculari del diametro esterno di 30 mm). Il prisma inclinante E dello schema è contenuto in un altro alloggiamento all’estremità del braccio. L’esemplare di fig. 19 (pag. 11) contiene invece il prisma E.

(Prodotto Zeiss Jena)

Questo schema contempla un sistema di prismi piuttosto diverso: il prisma centrale dello schema a guide trasversali (figure da 1 a 13) è smembrato in due parti che fanno corpo ognuna con uno dei prismi laterali. Il cammino all’interno di ognuno di questi due prismi prevede due riflessioni: si tratta di riflessioni totali, tranne la superficie **Sr**, che è semi-riflettente (“splitter”). Il prisma semitrasparente (D) fa corpo col prisma laterale sinistro. Il cammino ottico **x** di solito è identico al cammino **y**.

Le operazioni di allineamento in questi casi sono generalmente assai semplificate.

Prendiamo come esempio un prodotto Wild (tubo bioculare inclinato per il microscopio biologico mod. M 10), illustrato in dettaglio nella scheda tecnica n° 98, in questo sito.

Fig. 27 – Qui il tubo appare già spogliato dei due coperchi laterali (fissati ognuno da 5 viti – vedi i fori 2) e delle boccole porta-oculare, fissate da sotto dalle tre viti 1.

La manopola superiore, adibita alla regolazione della frizione, si trova sull'asse comune, prolungamento dell'asse dell'obiettivo, che è poi l'asse attorno a cui ruotano le due metà del tubo.

In ognuna di queste metà è fissato uno dei prismi dello schema di fig. 25 (vedi le figure seguenti).

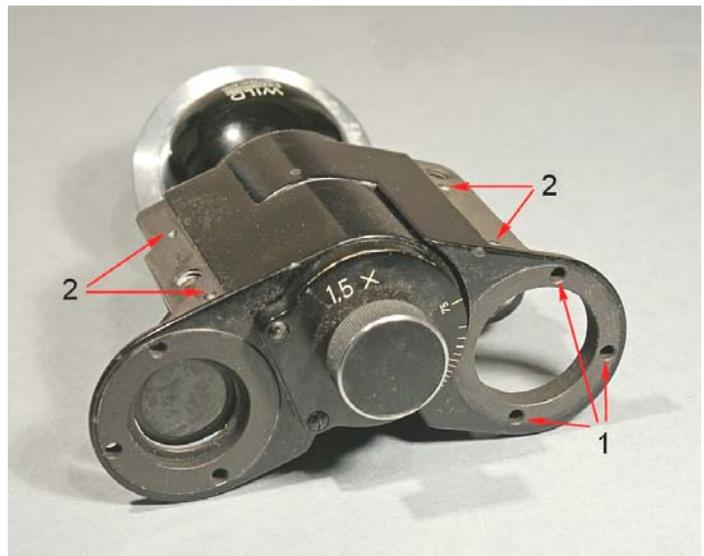


Fig. 28 (a destra) – Il prisma BC dello schema di cui sopra affiora sotto l'oculare sinistro ed è bloccato da due grossi grani, di cui uno solo è visibile (3).

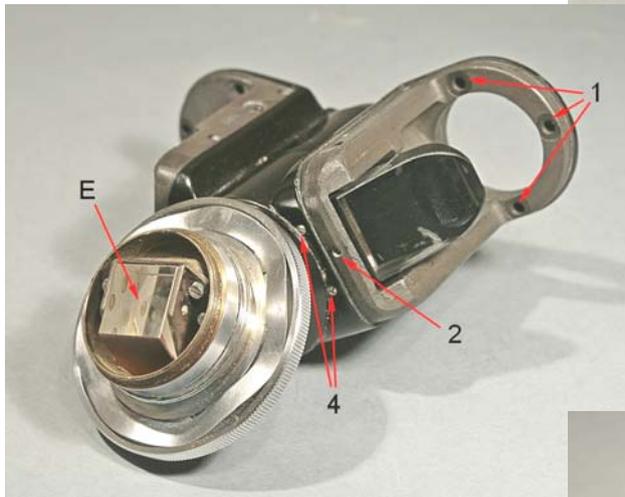


Fig. 29 (a sinistra) – Così affiora il prisma AD, più in basso, fissato anch'esso da due grossi grani.

I grani 4, di cui riparleremo, tengono il prisma nella corretta posizione verticale.

È visibile il prisma inclinante (E) al centro dell'attacco a vite del tubo.

Fig. 30 (a destra) – Dopo aver tolto le due viti 8 dai fori 5, ed aver sfilato la manopola 9 dall'albero 7 (attenzione: la spina 9b è conica: esce spingendo da una parte sola), si può togliere il coperchio 10 ed diventano accessibili i due grani 6, che hanno la stessa funzione dei grani 4 della figura precedente.

Allentando di poco questi grani, si può smuovere l'uno o l'altro dei prismi senza che esso possa uscire dalla sua sede.

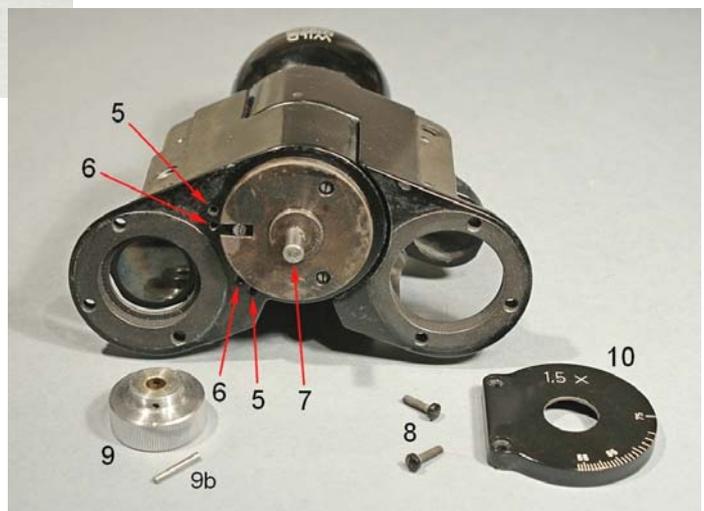




Fig. 31 (sopra) – Il prisma superiore, come l'altro, porta una fossetta in cui alloggia un piastrino. In quest'ultimo si vedono due piccoli incavi in cui alloggiavano le punte dei grani 6.

Fig. 32 (a destra) – L'alloggiamento del prisma superiore, col suo piastrino. Si vedono le punte dei due grani 6.

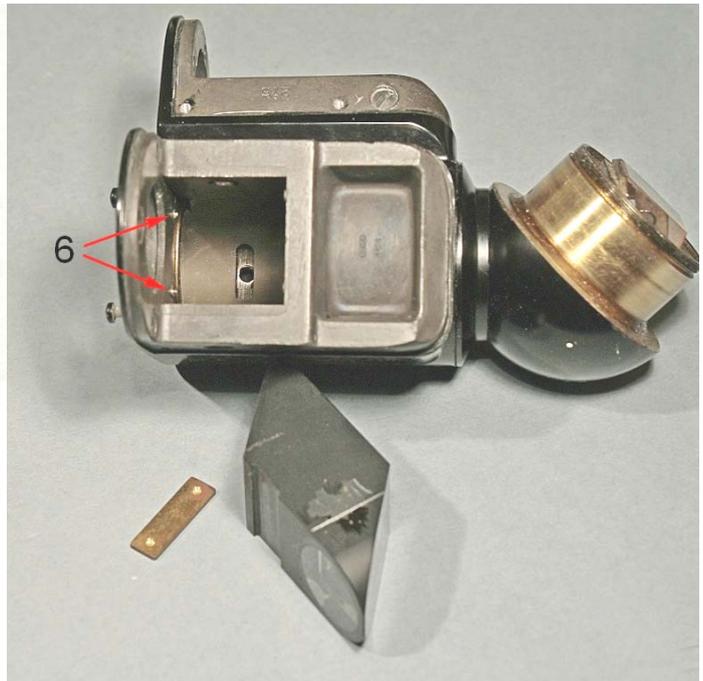
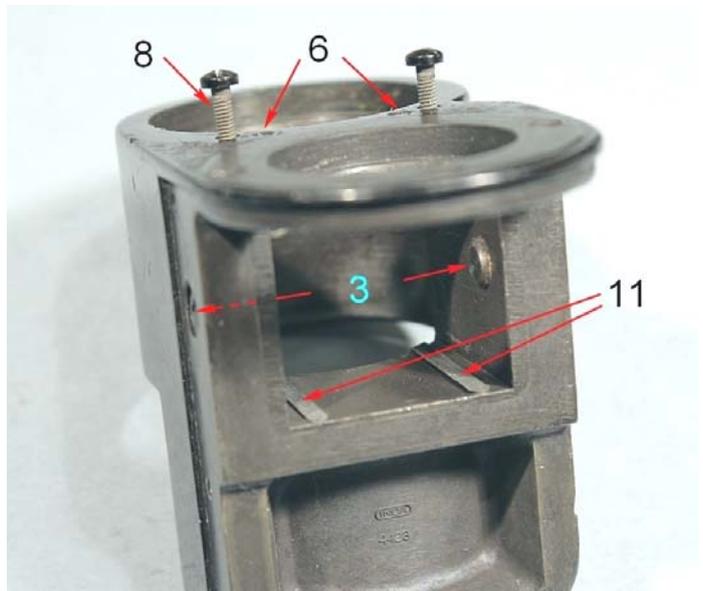


Fig. 33 – Guardando dentro la sede del prisma superiore, si vedono due costole rettificanti (11) su cui poggia il prisma quando si serrano i grani 6.



Dunque, quando s'introduce il prisma nella sua sede (attenzione che il piastrino rimanga al suo posto) e si serrano i due grani 6, l'allineamento è già molto vicino all'optimum.

Solo stringendo i due grossi grani laterali (3) si stabilisce anche la sua posizione trasversale.

L'unico problema che rimane è quello delle oscillazioni del prisma nel piano delle costole 11.

Ciò deriva dal fatto che il prisma è serrato sui fianchi dai grani 3 ma tali grani non definiscono l'orientamento del prisma in quel piano: allentando i grani 3 e quelli 6, il prisma si può leggermente spostare, semplicemente spingendolo per i fianchi.

La stessa cosa avviene per il prisma inferiore (grani 4 di fig. 29).

Ma un errore in questa operazione non è grave. Del resto, come abbiamo già notato, ognuno dei due prismi contempla due riflessioni in superfici parallele fra loro; muovendo il prisma, le due superfici restano parallele ed ogni spostamento dell'una è neutralizzato dall'altra.

Se a questo punto si ripetono le operazioni descritte per i tubi a guide trasversali ("Parallelismo due canali", pag. 7) con la stessa mira, è facile ottenere ottimi risultati.

Anche l'"Orientamento dei due canali" (pag. 8) risulta quasi automaticamente dal serraggio dei grani come descritto sopra.

In ogni caso, è bene eseguire un controllo con tutto lo strumento montato e funzionante: si mette a fuoco con un obiettivo debole un punto "notevole" ben contrastato in un qualunque vetrino, come un micrometro oggetto. Possibilmente, mettere quel punto al centro del campo di un oculare a crocefile. Poi si ruotano separatamente i due semi-tubi: il punto notevole deve restare al centro del campo. Se ciò non avviene, si allentano i grani e si sposta il prisma corrispondente per minimizzare lo spostamento dell'immagine.

Rimane in pieno l'esigenza di allineare il prisma inclinante E (fig. 29), come si è visto sopra (pag. 10 e seguenti), e rimane la necessità di prendere come riferimento un tubo monoculare diritto; se non si dispone di quello originale, occorre costruirselo al tornio, anche semplicemente prendendo un tubo diritto con una diversa coda di rondine e costruendo un raccordo fra le due diverse "code".

Così resta valido il consiglio di fissare la posizione originale di quel prisma con segni o con spine ((punto ■ 26), figg. 22–23, pag. 12).

Infine, resterà in genere la possibilità di ritoccare la parcentratura (pag. 12, punto ■ 27, fig. 24) sfruttando il gioco delle viti che fissano le boccole porta-oculare. Nel caso nostro, le viti che passano attraverso i fori 1 (figg. 27–29, pagg. 13–14).

## CONCLUSIONI

L'allineamento di un tubo bioculare è piuttosto complesso nel caso di quelli "a guide trasversali", assai più agevole nel caso di quelli "sec. Siedentopf". E purtroppo la varietà delle soluzioni costruttive presenti nel mercato passato ed attuale vieta l'uso di procedure uniche: occorre molta fantasia e molta esperienza da parte del riparatore.