

Scheda tecnica n° 71

OBB. ZEISS Plan-NEOFLUAR 63/0,90 – 160/0,11-0,23 (a correzione)

Ecco un altro caso di obbiettivo dotato di una “meccanica” supplementare: intendiamo parlare di quei congegni dedicati alla limitazione dell’apertura (diaframma ad iride interno) oppure alla correzione dell’aberrazione sferica (spostamento assiale di una lente o gruppo di lenti, come in questo caso).

Capita spesso che questi obbiettivi (vedi la scheda precedente) risultino difettosi proprio nella “meccanica supplementare”, ed abbiamo già visto la ragione. Nulla di nuovo anche nel nostro caso: si veda la figura.

Fig. 1337 – Il barilotto frontale affiora (in 1) dal barilotto generale (BG). Subito sopra, la camicia (C), avvitata all’estremità inferiore della montatura generale; quest’ultima è visibile solo nella corona superiore e nel filetto di fissaggio (MG).

Sopra alla camicia si trova un anello graduato fisso (3) che indica il valore di spessore della lamella (d) per cui l’obbiettivo risulta corretto. Il valore si legge (si dovrebbe leggere) in corrispondenza dell’indice 5. Tale indice è inciso sull’anello 4, che è girevole per quasi un giro.

Ecco il problema: per avvitare o svitare l’obbiettivo si deve fare forza sulla corona godronata superiore MG ma, adiacente ad essa, si trova l’anello girevole 4: è inevitabile fare forza anche su quello. Nella fig. 1341 si vede il risultato di questi sforzi inopportuni: l’estremo inferiore della fessura (F₁) è sottile ed è visibilmente deformato (12). Essendoci di mezzo una vite (7 in fig. 1339/41), lo sforzo involontario sull’anello 4 viene moltiplicato, poi applicato all’anello 7 ed infine scaricato sulla vite 8 (sempre in fig. 1339/41).

Nel nostro obbiettivo si avverte subito qualche durezza nella rotazione dell’anello 4. È meglio smontare e verificare.

Fig. 1338 – È molto semplice svitare il diaframma superiore (ds) e la molla sottostante (M₁). Poi si svita la camicia C ed in questa operazione può essere necessario esercitare una grande forza poiché il costruttore ha generalmente cura di usare qualche tipo di cemento. Ma non si rischia nulla: la camicia è avvitata direttamente sulla montatura generale MG, ed in particolare sulla filettatura 6, mentre in genere è avvitata sul barilotto generale e quindi si va a sforzare sulla vite laterale che ne impedisce la rotazione (8 nel caso nostro).



Fig. 1339 – Si sarà notato che l'anello 3 è fissato sulla montatura generale da un piccolo grano (3b). Se lo si allenta, l'anello 3 si sfilava verso il basso.

Se ora si svita di pochi giri l'anello 4, appare un cilindro filettato (7) munito di una fessura in cui scorre la testa di una vite (8).

Si noti una seconda molla (M_2) all'interno della montatura generale.

Per capire meglio, occorre procedere nello smontaggio (figura seguente).

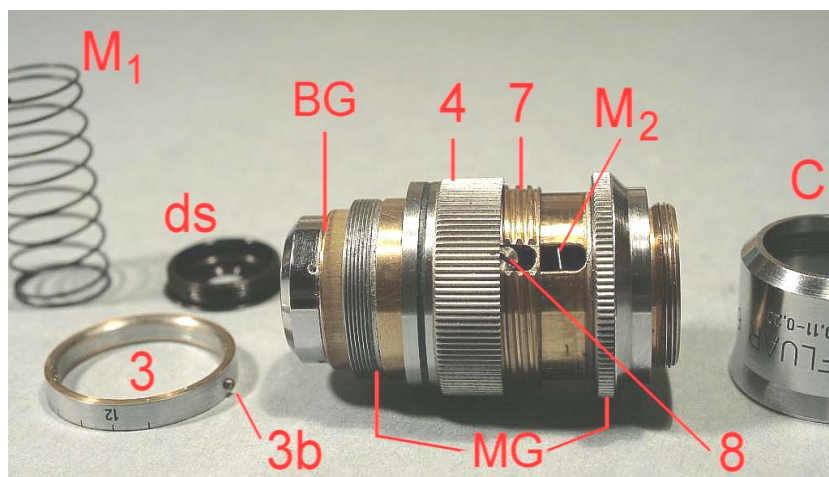


Fig. 1340 – L'anello 4 si può svitare del tutto, ma prendendo nota del suo orientamento: infatti, il suo filetto interno è a due ingressi ed un rimontaggio con posizione ruotata di 180° falserebbe la corsa del movimento di correzione.

Ora è scoperta quasi del tutto la montatura generale MG, dal filetto 6 per la camicia, al filetto superiore per il fissaggio al revolver.

Si vede bene qui la fessura F_1 nell'anello 7, che corrisponde alla fessura F_2 nella montatura generale.

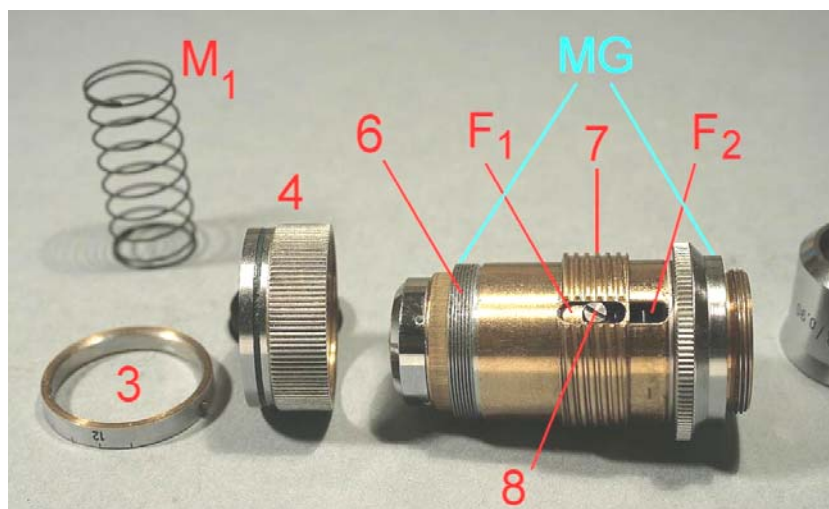


Fig. 1341 – Più da vicino, si vede che l'estremo inferiore della fessura F_1 (12) è deformato: l'anello 7 ha subito una spinta eccessiva verso l'alto. Ma questa ipotesi presuppone che la vite 8 fosse impedita dal sollevarsi. Cosa può averla bloccata? Un indurimento dei lubrificanti?

Essa attraversa non solo l'anello 7, ma anche la montatura generale (fessura F_2) ed il barilotto generale, che affiora in 11. Essa alla fine è avvitata su un barilotto scorrevole interno (14 nella figura seguente).

Si noti uno dei quattro fori di centratura (fc), inizialmente sigillati con un cemento bianco.

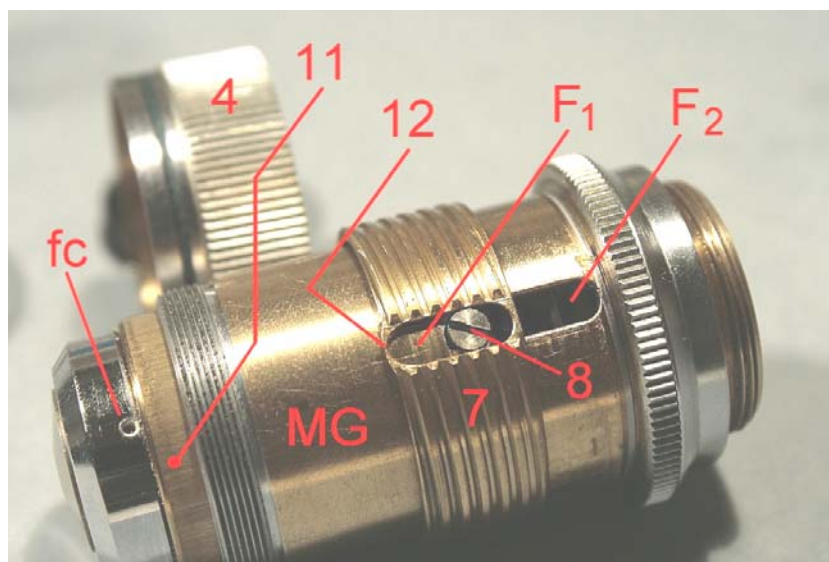


Fig. 1342 – Se ora si svita la vite 8, si può sfilare dalla montatura generale MG il barilotto generale BG e ci si accorge che, all'interno di esso, scorre un altro barilotto contenente diverse lenti (14).

Ora è evidente che la vite 8 si avvita proprio sul barilotto 14 (foro 15) e scorre anche nella fessura F_3 .

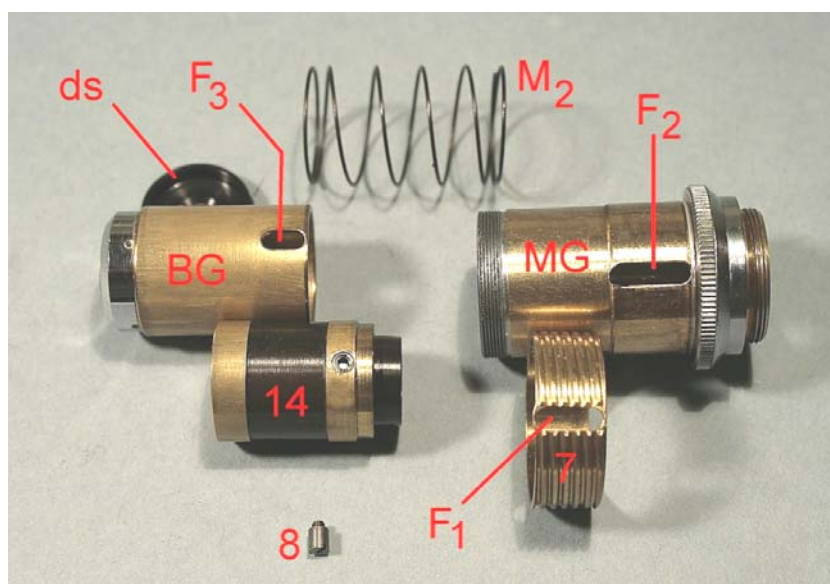
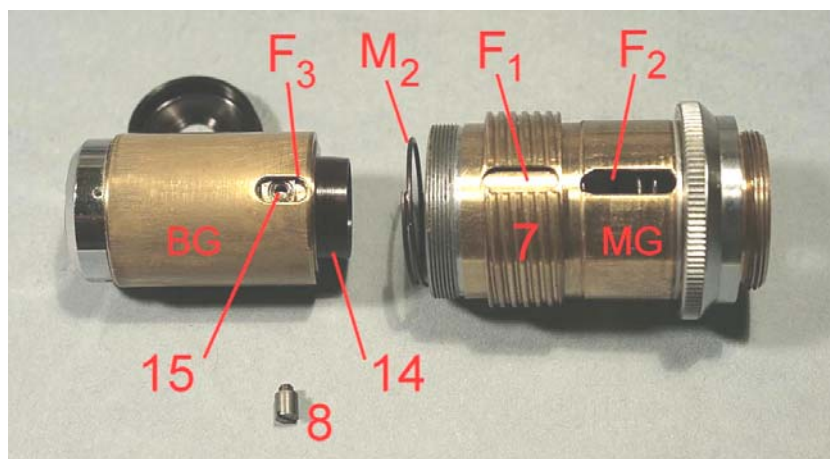
Dunque, abbiamo quattro oggetti cilindrici che scorrono l'uno nell'altro: il barilotto 14 all'interno del barilotto generale BG; questo all'interno della montatura generale MG; su quest'ultima scorre poi l'anello 7, spostato assialmente dall'anello girevole 4.

Fig. 1343 – L'obiettivo completamente smontato. La molla M_1 (figg. 1338/40) si appoggia superiormente sul diaframma superiore (ds) e, inferiormente, sul barilotto interno 14. Questo dunque è spinto verso il basso dalla molla M_1 , fino a toccare l'orlo del barilotto frontale, ma è tirato verso l'alto dalla vite 8, quindi dallo scorrimento dell'anello 7, quindi dalla rotazione dell'anello 4 delle figure precedenti.

E la molla M_2 ? Questa si appoggia superiormente su una rientranza interna della montatura generale e, verso il basso, sull'orlo del barilotto generale BG.

La molla M_2 serve dunque a spingere verso il basso il gruppo BG + 14 (movimento a pompa), ma su quest'ultimo spinge anche la M_1 .

Fig. 1344 – Un'ultima occhiata all'interno: il barilotto generale BG dall'alto, con la fessura F_3 . Il barilotto interno 14 è voltato all'insù.



Abbiamo dunque la sovrapposizione del meccanismo di correzione dell'aberrazione sferica, legato al movimento del barilotto 14 (molla M_1 , vite 8, anello 7, ecc.), e del meccanismo della montatura telescopica dell'obiettivo (molla M_2 , barilotto generale BG).

A questo punto, il meno che si possa pensare è che questo sistema meccanico è molto complesso ed instabile: l'attrito fra le varie parti può essere vinto solo dalle due molle che abbiamo visto. Ma l'accoppiamento fra le parti deve essere molto stretto, in modo da impedire disallineamenti; ed un disallineamento è sempre latente: infatti, la vite 8 spinge longitudinalmente sul barilotto 14, ma solo da un lato, e quindi tende ad inclinarlo all'interno del barilotto generale. E così il costruttore tende a stringere le tolleranze.

Gli accoppiamenti stretti però aprono la strada ad attriti forti ed inoltre i cilindri cavi come BG ed MG si deformano facilmente ed il movimento reciproco si può bloccare. Una dimostrazione pratica della criticità del sistema si può avere ruotando l'anello di correzione 4: nella posizione estrema (0,12) il movimento a pompa diventa difficile. Se poi si osserva il grano

3b, già visto nella fig. 1339 e visibile nella figura qui sotto, e lo si stringe appena un po', il movimento a pompa si blocca del tutto perché la montatura generale si deforma.

Fig. 1345 – L'anello 3, abbiamo visto, deve essere fissato alla montatura generale stringendo il grano **3b**, ma questo deforma la montatura stessa, magari di pochissimo, ma a sufficienza per bloccare lo scorrimento del barilotto generale, e quindi il movimento a pompa.

Il costruttore ha previsto un piccolo incavo (17) per alloggiare la punta del grano **3b**, ma in questa posizione l'anello **3** mostra la graduazione spostata rispetto ai valori corretti per lo spessore della lamella. Lo spostamento è dovuto al fatto che la posizione assiale del barilotto interno 14 dipende dalla posizione della vite 8 (vedi le foto precedenti), la quale appoggia sull'orlo inferiore della fessura F_1 , quell'orlo che abbiamo visto essere deformato nella foto 1341, e che abbiamo indicato con 12.

Raddrizzare quell'orlo non è consigliabile: se si spezza, tutto è perduto.

Di conseguenza, l'anello 3 deve esser ruotato in modo che, con una lamella di spessore 0,17 mm, si abbia la miglior correzione della sferica quando l'anello 3 indica la cifra 0,17. In quella posizione, si può stringere, moderatamente, il grano **3b** (cacciavite da 1 mm).

A questo punto, si può rimontare il tutto e pensare alla centratura.

L'obiettivo mostrava in partenza un discreto residuo di coma in asse che reclamava una correzione della centratura.

I fori di centratura, già indicati nelle foto 1338, 1341 e 1345 con la cifra **fc**, appaiono nella parte bassa del barilotto generale ma sono coperti dalla camicia. Per la centratura occorre quindi svitarla, ma in questo modo il barilotto generale tende a scendere, spinto dalla molla M_2 . Bisognerebbe fissarlo con una pallina di plastilina prima di procedere, evitando così di operare con una lunghezza dell'obiettivo alterata.

Alla fine della centratura, il risultato è buono, come si vede dalle figure qui sotto.

NB: in tutte le figure seguenti, viene mostrato lo star test in differenti condizioni; dapprima con l'anello di correzione 4 impostato sul valore nominale: $d = 0,17$ mm (sempre con lamella dello spessore corretto: $d = 0,17$ mm)(fig. 1346). Poi, con l'anello di correzione 4 impostato sul valore $d = 0,15$ mm (fig. 1347). Infine, con l'anello di correzione 4 impostato sul valore $d = 0,19$ mm (fig. 1348). In ognuno dei tre gruppi di figure, si parte dal “fuoco corto” (distanza insufficiente fra obiettivo e preparato, come è indicato in ogni figura), poi con fuoco ottimale, infine con “fuoco lungo” (distanza eccessiva). L'ingrandimento è lo stesso in tutte le foto.

Come è previsto dalla teoria, si distinguono i casi di aberrazione sferica sottocorretta (“immagine sfumata”) da quelli di aberrazione sovracorretta (“immagine ad anelli”). Si veda in proposito, in questo sito, sez. “Approfondimenti di microscopia”, l'art. n° 21, “Lo star test, consigli pratici”, pag. 13.

Le foto qui elencate rappresentano un estratto da una più completa serie di fotografie del medesimo oggetto, disponibili su richiesta.

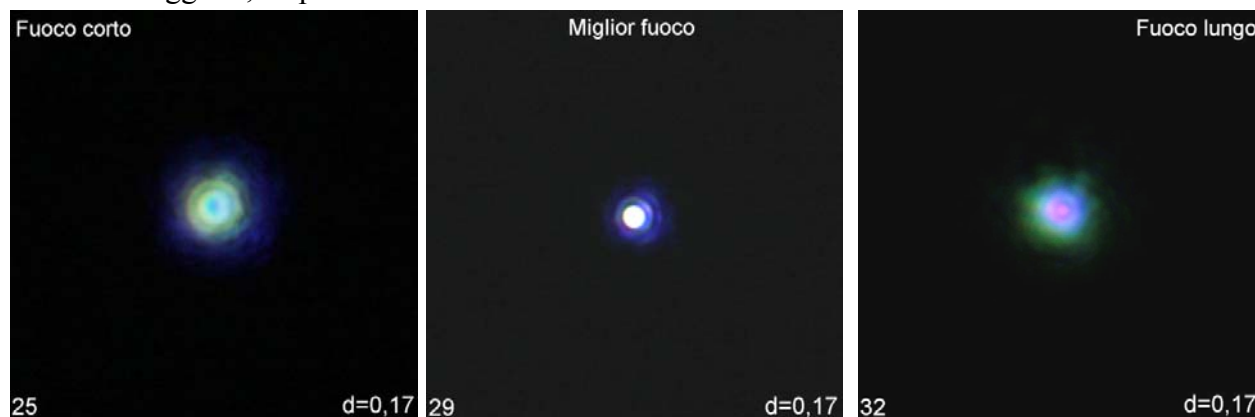


Fig. 1346 a/b/c – Lo star test osservato nelle condizioni nominali: lamella di spessore $d = 0,17$ mm ed

anello di correzione impostato sul valore $d = 0,17$.

Nella figura centrale, è ben distinto un solo anello attorno al disco di Airy. Si spiega questo col fatto che l'obiettivo è forte ($M = 63:1$), ma anche di forte apertura ($NA = 0,90$); quindi ogni irregolarità nei vetri o nelle superfici produce effetti più vistosi. In un obiettivo più debole, si dovrebbero vedere almeno due anelli.

Si noti anche qualche differenza di colore fra la foto **a** e la foto **c**: qualche piccolo residuo di cromatica longitudinale è inevitabile, anche in un obiettivo semi-apocromatico come il nostro.

Fra le due foto sfocate sopra e sotto il miglior fuoco (**a** e **c**), le differenze sono minime: è questo il segno di una aberrazione sferica ben corretta.

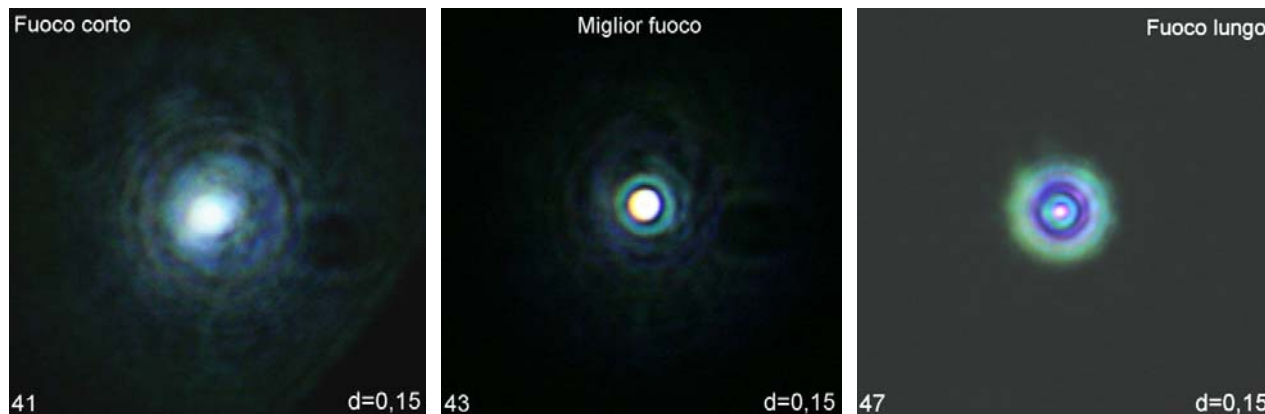


Fig. 1347 a/b/c – Sempre con una lamella di spessore nominale ($d = 0,17$), l'anello di correzione è stato impostato su un valore appena ridotto, solo $0,02$ mm in meno ($d = 0,15$). Già appaiono le immagini “sfumata” (**a**) e “ad anelli” (**c**). Poiché l'immagine ad anelli compare col fuoco lungo, la sferica è sovracorrecta (l'obiettivo sarebbe corretto solo impostando la correzione su $d = 0,17$).

Si noti che l'immagine col miglior fuoco mostra il primo anello più brillante rispetto alla foto 1346 **b**, ma il disco di Airy è più grande: anche ottimizzando il fuoco, la centrica sembra normale, ma è più grande e con anelli più intensi e quindi, comunque, si ha una perdita di risoluzione. La correzione della sferica non è mai da trascurare.



Fig. 1348 abc – Ancora con una lamella di spessore nominale ($d = 0,17$), l'anello di correzione è stato impostato su un valore appena superiore, solo $0,02$ mm in più ($d = 0,19$). Anche qui appaiono le immagini “ad anelli” (**a**) e “sfumata” (**c**), ma in posizioni di fuoco invertite. Poiché l'immagine ad anelli compare col fuoco corto, la sferica è sottocorrecta (l'obiettivo sarebbe corretto solo impostando la correzione su $d = 0,17$).

Dunque, rispetto alla figura precedente, si trova una situazione assai simile, ma con inversione delle figure. La posizione di miglior fuoco mostra ancora una centrica più grande di quella data dall'obiettivo in posizione di miglior correzione (fig. 1346 **b**).

Sembra dunque che il meccanismo di correzione per lo spessore della lamella operi correttamente.

L'obiettivo di cui stiamo parlando, ovviamente di seconda mano, è giunto con i segni di qualche intervento precedente. In particolare, tutti i movimenti erano invasi da olio lubrificante, probabilmente in seguito al tentativo di rendere scorrevoli i meccanismi di correzione della sferica e del movimento a pompa. Effettivamente, in essi rimane qualche durezza: l'anello di correzione tende a bloccarsi verso i valori minori ($0,12$) e si può ruotarlo meglio con movimenti alternati di va e vieni. Sempre all'estremo “basso” di quell'anello, il movimento a pompa tende ad indurire.

Come abbiamo detto, questi difetti vengono dalle strette tolleranze nell'accoppiamento fra le varie parti che devono scorrere l'una sull'altra e dalla posizione eccentrica della vite 8 (figg. 1342/43), che tende ad inclinare l'anello 7 ed il barilotto interno 14.

Le superfici di alcune lenti erano appannate, ma la pulizia non ha dato problemi ed ha ripristinato un buon valore per il contrasto, che era inizialmente modesto.

La correzione della cromatica laterale è buona, a condizione di utilizzare un oculare compensatore classico (Kpl Zeiss oppure Periplan Leitz).

Scheda tecnica n° 72
OBB. ZEISS Jena GF-Planapochromat
HI 100/1,32 – 160/0,17- C con iride

Un metodo alternativo di centratura degli obbiettivi da microscopio, un caso che può interessare gli amanti degli sport estremi. Vediamo perché.

Fig. 1349 – L'obiettivo di cui parliamo è un po' "maggiorato" (diametro massimo = 38 mm) ma, per il resto, è fedele alle norme DIN. Contiene un diaframma ad iride interno, come è indicato dall'icona di un cuneo (2); tale diaframma, che si governa con l'anello "Iris", va chiuso quando si usa l'obiettivo in fondo scuro, e solo in quel caso.

Affiora in alto il largo barilotto della lente frontale (F) e la camicia (C). L'obiettivo è molleggiato.

Per avvitarlo o svitarlo occorre fare forza sulla corona sporgente 1 che fa parte della montatura generale. E qui si presenta il solito problema: facendo forza sulla corona 1 è inevitabile forzare anche l'anello **Iris** ed il meccanismo del diaframma interno. Per fortuna, nel nostro caso, il diaframma è ancora pienamente efficiente.



Va ricordato che gli obbiettivi ad iride interna sono pericolosi: durante l'uso normale, è facile che venga ruotato inavvertitamente l'anello di comando (Iris) e, da quel momento in poi, l'obiettivo lavora ad apertura ridotta senza che nessuno se ne accorga: perdita di luminosità e di risoluzione.

Ma veniamo al caso concreto.

Fig. 1350 – L'obiettivo viene mandato in laboratorio per una denuncia di cattivo contrasto. Una rapida occhiata allo star test, al centro del campo, non lascia dubbi: coma in asse = errore di centratura.

Semplice: spostare la lente flottante spingendola attraverso i classici fori di centratura, certamente predisposti nel barilotto generale.

Ma l'accesso a tali fori presuppone che si smonti la camicia (C nella figura precedente), certamente avvitata sul barilotto generale.

E qui va ricordato quanto descritto in altre schede (vedi le schede n° 16 e 22): vari costruttori, la Zeiss in particolare, cementano con qualche ignoto adesivo la camicia in modo da impedirne lo smontaggio.

È il concetto di "usa e getta".

In certi casi (resine epossidiche, ad es.), l'alcool etilico è in grado di rammollire l'adesivo, dopo molte ore; ma in genere l'alcool non riesce a penetrare in tutte le fessure e può danneggiare gli adesivi fra le lenti.

Nel caso di barilotti isolati si può tentare il riscaldamento, fino a 200–300°C, ma in un obiettivo complesso ...



Nel caso nostro, tenendo bagnata con alcool e vari altri solventi la fessura fra barilotto frontale e camicia (F e C, fig. 1349) per diversi giorni, lo smontaggio risulta impossibile. Si tenga conto che, cercando di svitare la camicia, si trascina anche il barilotto generale che è vincolato dalla solita vitina laterale, destinata proprio ad impedirne la rotazione. Rischio di

rottura.

Che fare allora? Occorre un metodo alternativo. Ponderiamo.

Quando i “fori di centratura” sono accessibili, sappiamo bene come si può centrare la lente flottante di un obbiettivo: attraverso i fori si introduce un spina sottile, montata in cima ad un lungo manico (vedi, in questo sito, l’art. n° 18 {“Come controllare ed intervenire ...”, pag. 43 e fig. 41 A; pag. 56, fig. 65}), e vi si batte sopra con un piccolo martello. Con questo metodo, si sfrutta in fondo il principio d’inerzia: si batte sul barilotto flottante supponendo che, per inerzia, l’obbiettivo nel suo complesso rimanga fermo, o tenda a rimanere. Il sistema funziona bene poiché il barilotto flottante è assai più leggero dell’intero obbiettivo.

Ma, come nel caso nostro, se i fori non sono accessibili? Si potrebbe sfruttare il principio d’inerzia al rovescio? Anche se il barilotto flottante è assai leggero, si potrebbe battere direttamente sull’obbiettivo, sperando che il barilotto tenda a rimanere fermo, e quindi si sposti all’interno dell’obbiettivo?

L’ipotesi sembra azzardata ma, quando l’obbiettivo è di pregio, come il nostro, e si rifiuta di farsi aprire, può essere l’unica risorsa prima della spazzatura. “Ad extremi mali ...”. C’è anche il rischio che si stacchi la lente frontale (semisferica ed incollata solo sui bordi negli obbiettivi forti), ma vale la pena di provare: essa è piccolissima e la sua inerzia è altrettanto piccola.

Intanto, appare ovvio che è bene avere in mano l’obbiettivo o almeno il revolver, per evitare di dover vincere l’inerzia dell’intero stativo. Fra un colpo e l’altro, occorre rimettere in posizione di lavoro l’obbiettivo ed osservare lo star test in modo da verificare l’effetto di ogni colpo e capire quanto e da che parte occorre battere.

Riguardo a quest’ultimo problema, occorre procedere per tentativi. In relazione alla posizione della lente flottante e dei piani principali di tutte le lenti, non vi è alcuna regola fissa: a volte, battendo da un lato, la coda di coma si allunga, e si peggiora la situazione; in altri casi la coda si accorcia, si riassorbe, e conviene procedere proprio in quella direzione.

Nel nostro caso, se il revolver dello stativo su cui si opera è smontabile, è utile estrarre proprio il revolver (privato di qualunque altro obbiettivo) e battere sull’obbiettivo tenendo in mano l’intero revolver. In questo modo, la posizione angolare dell’obbiettivo viene conservata.

Se il revolver è fisso, occorre smontare ogni volta l’obbiettivo e rimontarlo nello stesso foro poiché l’inizio della filettatura sarà in genere diverso da foro a foro. Sarà utile anche marcare con un pennarello la posizione del primo colpo per potersi orientare nei successivi.

Va specificato poi in quale punto è bene battere. Poiché l’unica superficie accessibile è spesso la camicia, e poiché la camicia stessa è generalmente avvitata direttamente sul barilotto generale, è bene iniziare a battere proprio sulla camicia. La sua parete in genere è sottile e, se si deforma, potrebbe bloccare il movimento a pompa. È bene verificare che questo movimento rimanga scorrevole dopo ogni colpo.

Ed ora, un altro problema: con che cosa battere? Occorre ovviamente un corpo non troppo rigido per non ammaccare la camicia. La massa in gioco è bene che sia maggiore che nel caso della centratura tradizionale, sul barilotto flottante. Può bastare il manico di un martello o un pezzo di manico di scopa. Evitare i corpi metallici, per ridurre il rischio di ammaccature.

Ed ora procediamo.

Partendo dalla condizione iniziale (fig. 1350), si prova a battere in direzione della coda di coma. Le foto seguenti mostrano alcuni stadi successivi del lavoro.

Fig. 1351 – Un certo miglioramento si nota già: il metodo funziona e siamo nella direzione giusta. Nessuna ammaccatura visibile. Il movimento telescopico scorre sempre.

Procedere.

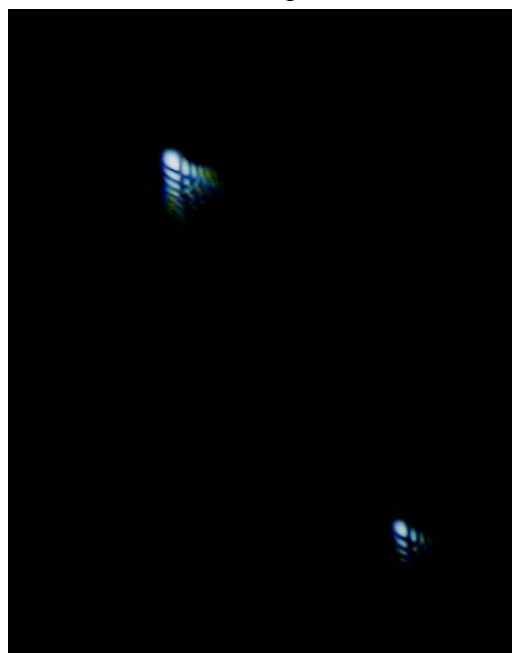


Fig. 1352 (a destra) – Qualche altro colpo deciso porta un netto miglioramento. Siamo sulla strada giusta. Solite verifiche; procedere con cautela.

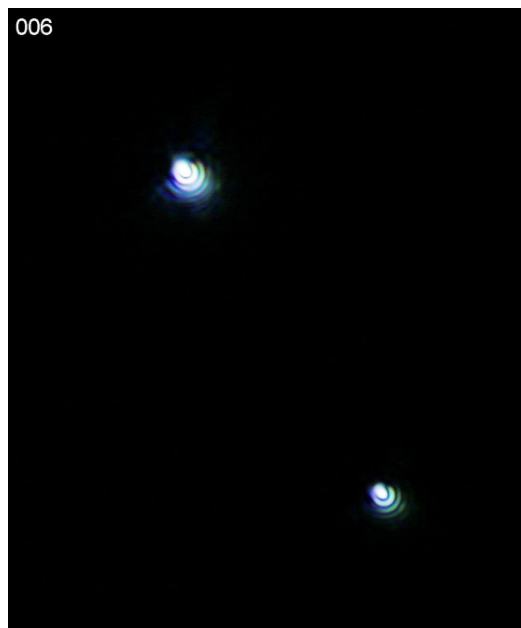
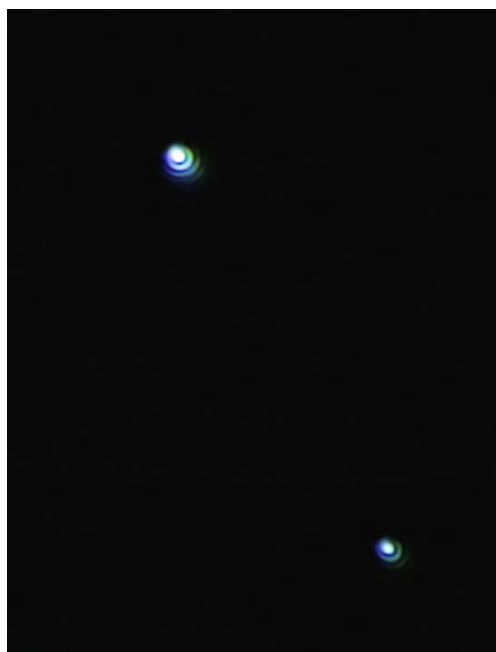


Fig. 1353 (a sinistra) – Pian piano, le cose migliorano. Conviene continuare a battere sempre dalla stessa parte, sempre con cautela.

Fig. 1354 (a destra) – Ancora un leggero miglioramento, ma stavolta la coda di coma si è voltata verso destra, ruotando di circa 45° in senso anti-orario. Occorre battere in una direzione nuova, anch'essa ruotata di 45° .

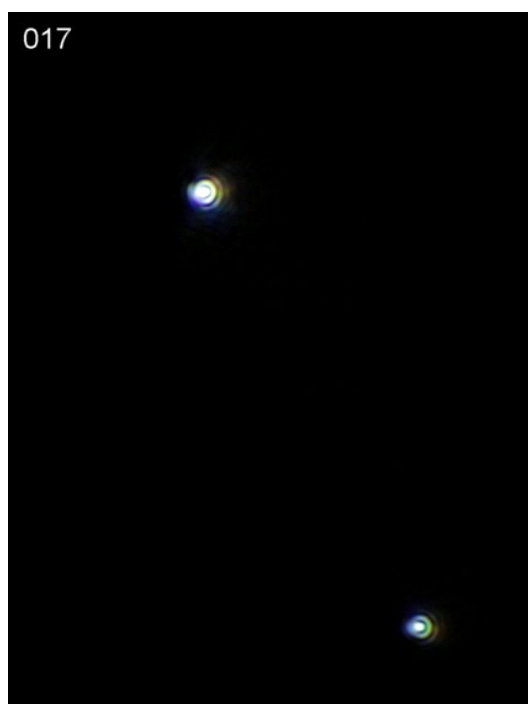
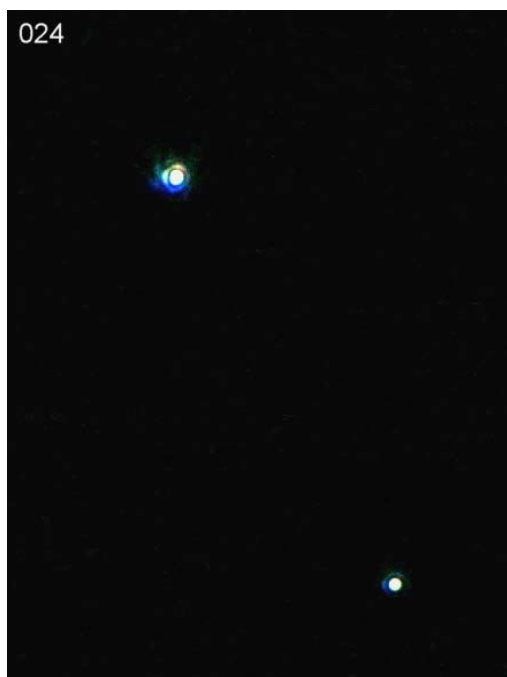


Fig. 1355 (a sinistra) – Ancora qualche colpo: non sarà la perfezione, ma almeno la decenza. Ora l'obiettivo è "spendibile", l'abbiamo salvato dall'emarginazione.

Alla fine, dopo una lunga serie di colpi e colpetti, il movimento telescopico e quello del diaframma sembrano preservati e la centrica appare (quasi) normale. Qualche ammaccatura sulla camicia è impercettibile, e comunque va perdonata.

E la correzione della sferica? Il controllo è semplice: esaminare la centrica sotto e sopra il miglior fuoco e controllare che le due figure siano ragionevolmente uguali.

Dalle foto che seguono si riceve una certa delusione. Ma qui occorre rassegnarsi.

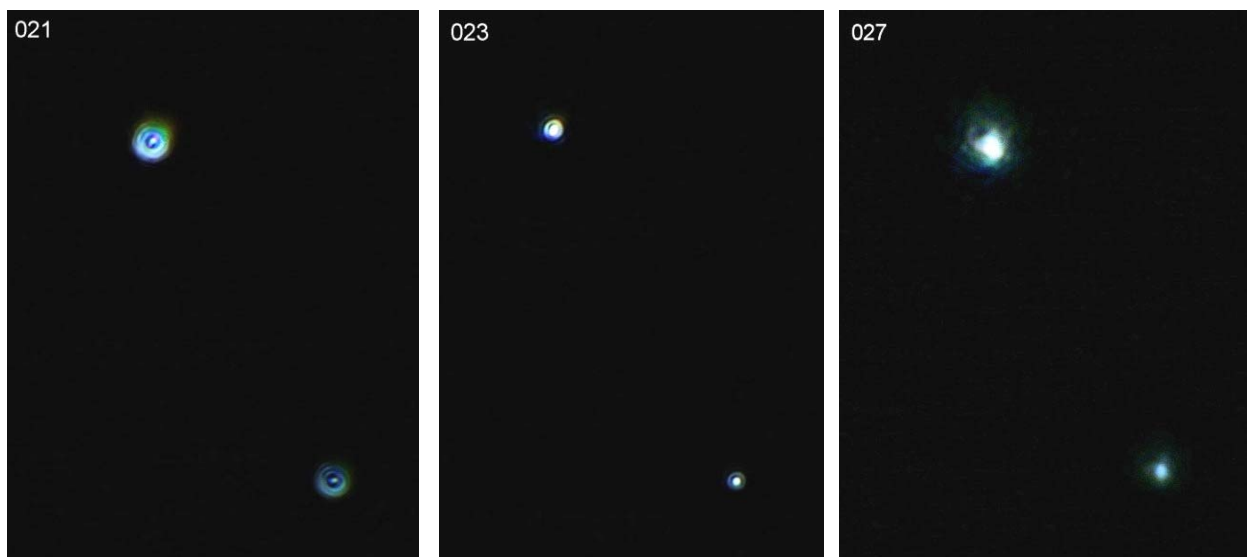


Fig. 1356 a/b/c – La centrica sopra, in mezzo e sotto il miglior fuoco. La dissimmetria delle due immagini estreme rivela una cattiva correzione della sferica. Difficile correggerla (variando la distanza fra le lenti), specialmente se l'obbiettivo rifiuta di farsi aprire. L'obbiettivo è forte, e quindi critico, ma un accorgimento rimane all'utilizzatore: accorciare il tubo (si tratta di una sovra-correzione poiché l'immagine ad anelli si forma con fuoco "alto"). Se il tubo è fisso, si possono accorciare le boccole porta-oculare (se entrambe sono regolabili) o diminuire la distanza pupillare (se il tubo è del tipo a guide trasversali). Il discorso si chiude qui.

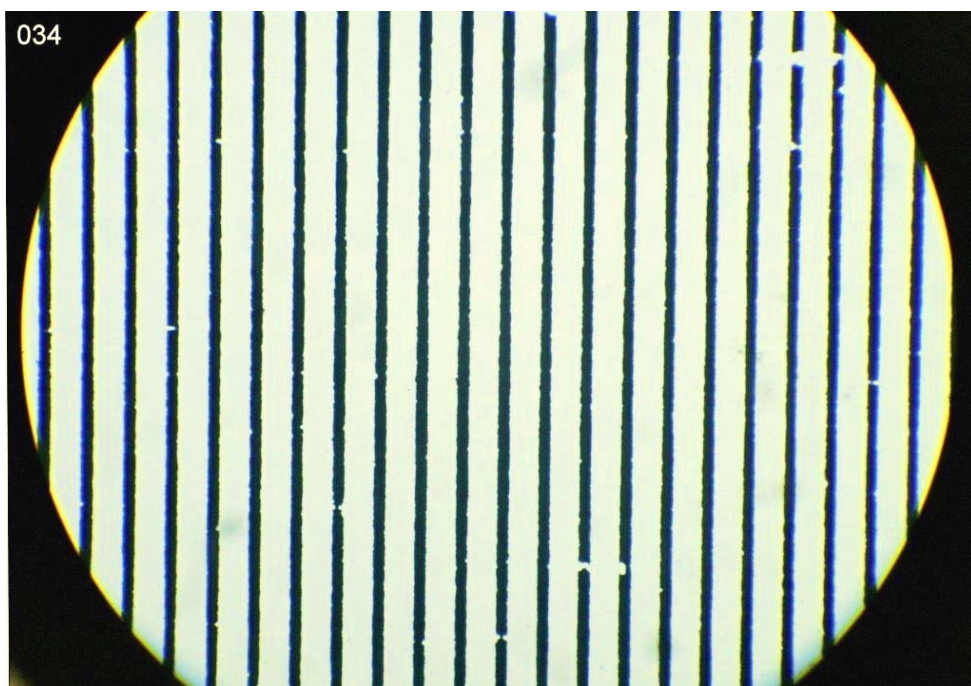
Ora torniamo all'inizio e controlliamo il contrasto.

Fig. 1357 – Bisogna dire che il risultato è buono. Difficilmente un obbiettivo ad immersione classico può dare un'immagine del tutto piana su un campo di 18 mm.

La foto è stata ripresa con un condensatore di Abbe a secco a piena apertura.

Oculare compensatore classico (Periplan Leitz, 10 × / 18).

L'oggetto è un reticolo con passo 8 μ .



Per quanto riguarda la cromatica laterale (CVD), essa appare ben corretta con un oculare compensatore medio: rimane solo una lieve sovra-correzione, rivelabile dal debole orlo giallastro nel margine interno delle righe del reticolo, alla periferia del campo. Da questo fatto si deduce che l'obbiettivo è di tipo classico, non CF: gli obbiettivi forti, per ragioni di progetto, non hanno potuto evitare un residuo di CVD fino alla seconda metà del secolo scorso. Solo negli ultimi decenni la disponibilità di vetri ottici innovativi e la possibilità del calcolo automatico delle ricette hanno consentito di ottenere una completa correzione della CVD anche negli obbiettivi più forti. Ciò consente di usare per tutti gli obbiettivi un solo tipo di oculare, naturalmente acromatico.

Negli ultimi decenni, la Zeiss a Jena ha fatto appunto il salto dagli obbiettivi classici (indicati con la lettera “C”, presente nella notazione del nostro obbiettivo) a quelli a correzione totale (CF = color free), indicati con la lettera “A”.

Conclusione

Nel nostro caso è stato possibile correggere la centratura senza aprire l’obbiettivo. In altri casi (penetrazione di olio, scollature, pulizia insufficiente), occorre proprio aprire l’obbiettivo. Ed allora, qualcuno protegga la Zeiss dagli impropri del proprietario o del riparatore.

Ma ora viene un dubbio: visto che l’obbiettivo era scenterato fin dall’inizio, e certamente nessuno l’ha ancora aperto, non sarebbe possibile che esso abbia subito un forte colpo in qualche fase della sua vita (è di seconda mano)? Può essere, ma non sembra probabile, visto che la montatura non mostra alcun segno di ammaccature. È uscito di fabbrica già scenterato? Possibile: verificato in altri casi, anche di altri costruttori (vedi la scheda tecnica n° 62).

Non ci si può proprio fidare di nessuno, nemmeno dei grandi nomi.

Scheda tecnica n° 73

Obbiettivi WILD Pol Acromatici, 160/0,17 (problemi d'invecchiamento)

Nella scheda tecnica n° 58 abbiamo descritto il microscopio “polarizzatore” Wild, mod. M 21. Alle pagg. 410–412 (figg. 945–948) abbiamo già visto la particolare struttura centrabile dell’obiettivo 50, struttura che è comune a tutti gli altri della stessa serie; solo gli obiettivi 4 e 10 sono più semplici, in quanto il barilotto generale non è ritraibile (la montatura non è “telescopica”).

Ora vogliamo esaminare due casi di alterazione di questi obiettivi, che solo lontanamente si possono far rientrare nel fenomeno degli “scollamenti”. Parliamo di due obiettivi 10:1 e 40:1.

Si tratta infatti di un’alterazione dell’adesivo usato nei doppietti, ma che non appare come distacco dalla superficie delle lenti, ma piuttosto come alterazione fisica (o forse chimica) interna allo strato dell’adesivo stesso.

Vediamo.

Fig. 1358- – Il barilotto generale affiora in alto (1 –1’), con montatura a pompa nell’obiettivo 40. L’obiettivo a sinistra è il 10:1.

Questi obiettivi possono venir centrati rispetto alla vite di fissaggio con le due viti 2, che spingono contro una piccola molla, nascosta sotto il grano 4. Il grano 3 serve a bloccare la camicia in una posizione tale che le viti di centratura 2 e la notazione siano accessibili dalla periferia del revolver quando la vite di fissaggio (5) è serrata in esso.



Fig. 1359 – Ecco il caso pratico: quando gli obiettivi sono avvitati sul revolver, la montatura esterna può essere ruotata e fissata in modo da presentare ben accessibili le viti di centratura e la notazione.

Questi obiettivi possiedono una vite di fissaggio a passo “inglese” (RMS).

La lunghezza ottica, però, non è a norme DIN: $L_o = 37$ mm.

Come è noto, un microscopio operante in radiazione polarizzata, se usato con “Nicol incrociati”, in assenza di oggetto, dovrebbe presentare un campo visuale completamente buio o “estinto”. Anche la pupilla d’uscita dell’obiettivo dovrebbe essere buia.

A quest’aspettativa fanno ostacolo molte cause.

Per non dilungarci¹, limitiamoci ai fattori che dipendono dall’obiettivo.

Su alcuni fattori l’operatore non può intervenire.

— Tensioni interne ai vetri costituenti le lenti; tensioni legate ad un ineguale



¹ Si vedano, in questo sito, gli articoli “Introduzione alla Microscopia in Radiazione Polarizzata”, “La messa in opera del microscopio polarizzatore” (n° 7), “Il problema delle Indicatrici...” (n° 16).

raffreddamento della massa fusa nel crogiolo o ad inomogeneità nella massa stessa. Tali tensioni rendono irregolarmente birifrangente il vetro che, di per sé, dovrebbe essere isotropo e monorifrangente.

— Riflessi sulle superfici delle lenti; riflessi che, tranne che nelle direzioni meridiane, parallele alle direzioni di vibrazione dei Nicol, provocano una depolarizzazione dell'onda linearmente polarizzata prodotta dal polarizzatore. Tali riflessi riducono l'estinzione nel campo visuale (in ortoscopia) e creano, nella pupilla d'uscita, la classica “croce di Malta” oscura (vedi la fig. 1377 e, sempre in questo sito, l'art. “Introduzione alla microscopia in radiazione polarizzata”, pag. 12 e segg., figg. 8–10). I riflessi si possono solo ridurre chiudendo il più possibile i diaframmi di campo e d'apertura.

Anche le centrature possono avere qualche influenza.

Altri fattori sono passibili di correzione, come la presenza di polvere ed irregolarità alla superficie delle lenti: la polvere è spesso costituita da granuli di minerali anisotropi o da residui vegetali, anch'essi birifrangenti.

Ma vi sono fattori legati all'invecchiamento del sistema, raramente dei vetri, più spesso degli adesivi fra le lenti.

È questo il caso nostro. Vediamo i dettagli.

I due obbiettivi di cui ci occupiamo mostrano due alterazioni assai diverse, che vale la pena di esaminare separatamente.

Obbiettivo 10:1 / 0,25

La cosa migliore da fare in questi casi è osservare la pupilla d'uscita o comunque i vari piani all'interno dell'obbiettivo, foccheggiando su di essi un microscopio ausiliario (del tipo per contrasto di fase) o la lente di Amici, ove disponibile.

Foccheggiando questi accessori, è possibile osservare separatamente le superfici delle varie lenti.

Cominciando l'osservazione in luce ordinaria, si può avere un certo contrasto chiudendo il diaframma di campo e portandolo fuori centro, se la struttura meccanica dello strumento lo consente, oppure disallineando qualche specchio intermedio, se presente.

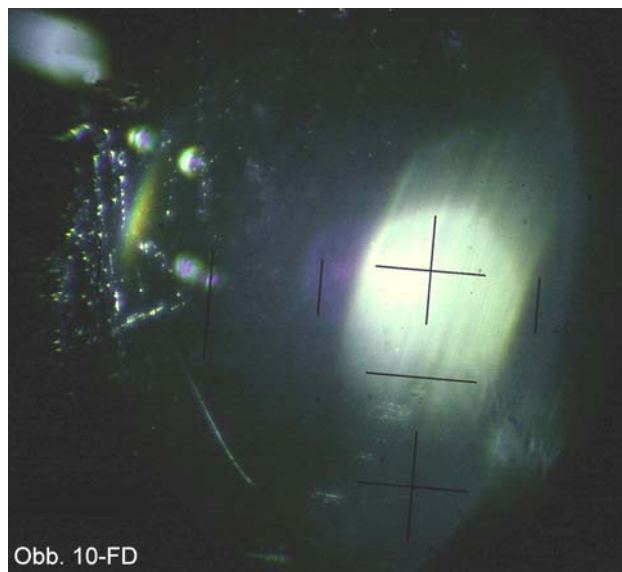


Fig. 1360 — L'acronimo FD indica osservazione con “fessura decentrata”. La grande macchia chiara è l'immagine sfocata della fessura. Il piano focalizzato corrisponde al doppietto frontale.

Più efficace e più semplice è il metodo della “fessura decentrata” (figura precedente). Si prepara un vetrino annerito con uno straterello d'inchiostro di china (naturalmente lasciato seccare) oppure uno star test. Sul vetrino, con una lametta da barba, si incide un sottile solco.

Si osservi il vetrino con un oculare qualunque e si focalizzi sulla fessura. S'insertisce ora il microscopio ausiliario e lo si focalizza su una qualunque superficie dell'obbiettivo; per accertarsi di non aver focalizzato su altri piani, si sviti e si ruoti leggermente l'obbiettivo: qualche granulo di polvere o qualche graffio deve ruotare nello stesso senso.

Ora si sposti il vetrino finché la striscia luminosa visibile al centro (immagine sfocata della fessura sul vetrino, vedi la figura precedente) quasi scompare ai margini del campo. Regolando con cura la posizione del vetrino, è possibile mettere in evidenza qualunque irregolarità nel sistema ottico.

Ebbene, nel caso nostro, foccheggiando su e giù il microscopio ausiliario, non si vede altro

che qualche graffio o segni di cattiva pulizia, come si vede nella figura precedente.

Sembra, dunque, che questo obiettivo non presenti alcun difetto negli adesivi.

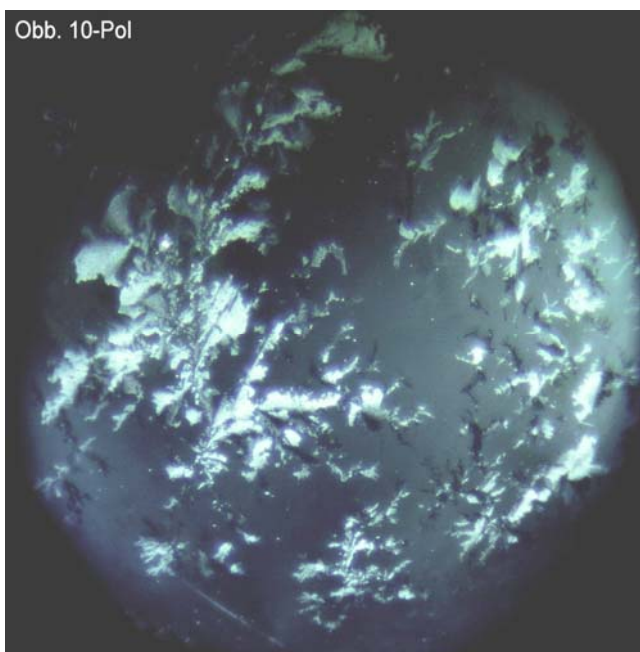
Ma ... non dimentichiamo che esso è destinato a lavorare in radiazione polarizzata. Occorre allora togliere il vetrino e ripetere l'osservazione a Nicol incrociati, sempre con la lente di Amici. Non possiamo aspettarci di osservare una marcata "croce di Malta" scura poiché l'apertura in gioco è troppo bassa ($NA = 0,25$), ma il campo dovrebbe essere occupato in prevalenza dalla zona centrale della croce e quindi apparire molto scuro. E qui ci aspetta una sorpresa (figura seguente).

Si osserva un'immagine simile ai "fiori di ghiaccio" che si formano sulle finestre d'inverno, per condensazione del vapor d'acqua. Tali "fiori di ghiaccio", per quanto irregolari, sono costituiti da sottilissimi aggregati di cristalli di ghiaccio, che risultano birifrangenti.

Fig. 1361 – Dalla figura precedente sembra che non vi sia in questo piano alcuna variazione d'indice di rifrazione. Ma l'osservazione in polarizzazione mostra una serie di strutture arborescenti chiare, quindi birifrangenti. L'unica spiegazione è che l'adesivo fra le due lenti abbia cristallizzato parzialmente, anche senza mutare nelle altre sue proprietà.

Non si tratta dunque di scollature o "delaminazioni".

In fondo chiaro, questo difetto non avrebbe prodotto effetti visibili. Ma in radiazione polarizzata è un altro paio di maniche ...



A questo punto, visto che quest'obiettivo è destinato proprio ad uno strumento per radiazione polarizzata, che fare? La natura dell'adesivo non è mai dichiarata dai costruttori. Se si trattasse di balsamo del Canada naturale, come si usava un tempo (l'obiettivo in questione è stato acquistato oltre trent'anni fa), dovrebbe bastare scaldarlo a meno di 100°C . Non c'è che provare. La ricetta dell'obiettivo è semplice: un classico acromatico di questo ingrandimento è in genere costituito da due doppietti. Non si rischia molto.

Fig. 1362 – Dopo pochi minuti di applicazione di una "pistola ad aria calda" a 200°C le cose sembrano migliorare.

All'inizio, il riscaldamento è stato effettuato sull'obiettivo completo, non smontato. Conviene scaldare per applicazioni successive, della durata di 1-2 minuti, separate da periodi di assestamento di 2-3 minuti, per dare il tempo alla temperatura di uniformarsi all'interno del sistema.

Dalla fig. 1361 alla 1364, la lente di Amici rimane focalizzata sul doppietto inferiore (frontale) dell'obiettivo.

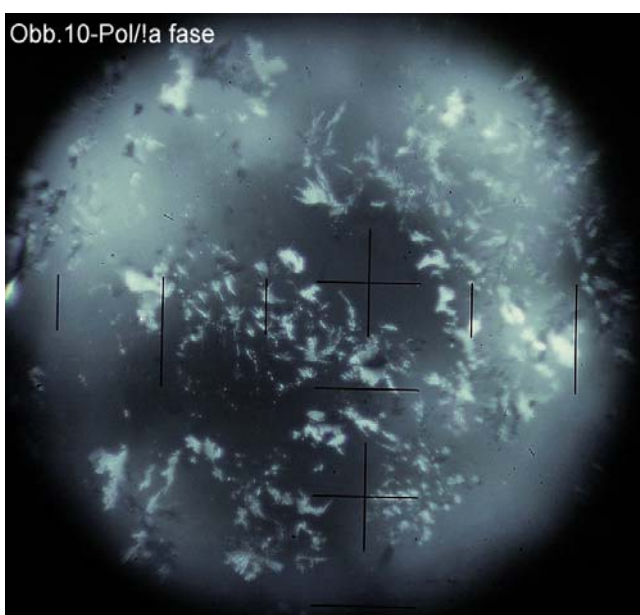


Fig. 1363 – Qualche altra fase di riscaldamento e le cose migliorano ancora. Preoccupa una luminosità diffusa nella pupilla dell'obbiettivo, ma conviene insistere.



Fig. 1364 – Per rendere più immediato l'effetto del calore, il barilotto generale è stato smontato. Ancora un periodo di riscaldamento ed ancora un lieve miglioramento, ma la pupilla appare sempre più brillante.

Bisogna andare a fondo.

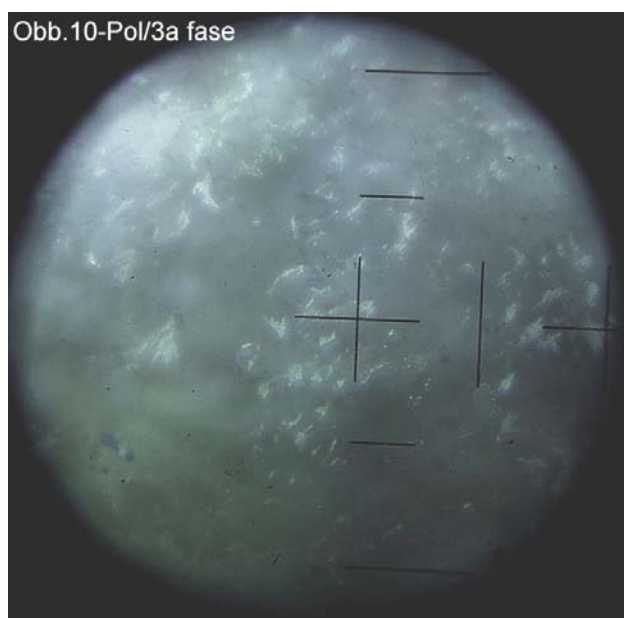


Fig. 1365 – Focalizzando la lente di Amici più in alto, sul doppietto superiore, appare uno spettacolo abbastanza singolare: mentre sparivano le cristallizzazioni nel doppietto inferiore, se ne formavano altre in quello superiore, con particolari figure fibroso-raggiate.

Erano queste strutture birifrangenti che schiarivano la pupilla nelle figure precedenti.

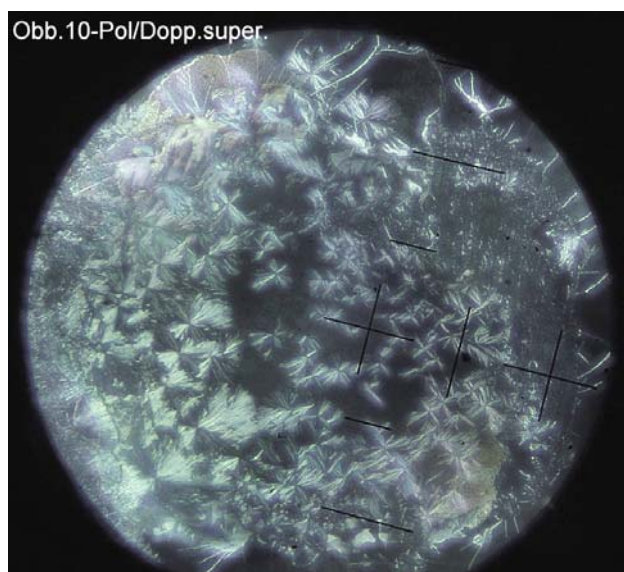
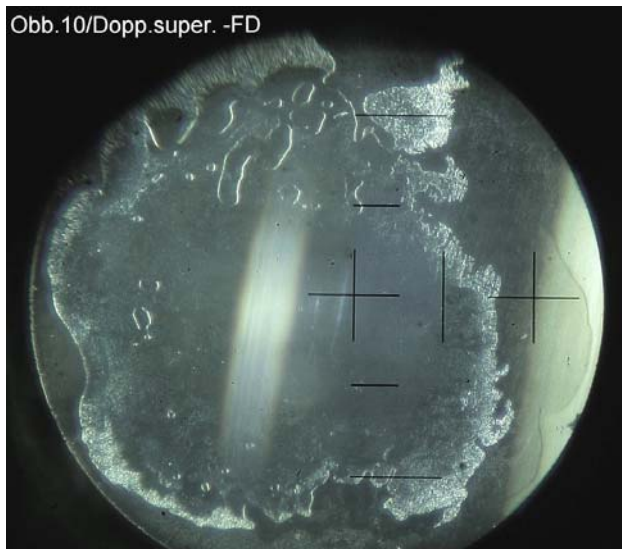


Fig. 1366 – D'altro canto, l'osservazione della pupilla dell'obbiettivo con la fessura decentrata mette in evidenza un'ampia scollatura nel doppietto superiore. L'insistenza nel riscaldamento è stata eccessiva.

La conclusione è comunque la stessa: l'adesivo è alterato e bisogna sostituirlo.

NB: sembra impossibile che queste ultime due immagini vengano dallo stesso oggetto; ogni tecnica d'osservazione offre informazioni diverse poiché mette in evidenza differenti caratteristiche dell'oggetto.

Obb.10/Dopp.super. -FD



Il fatto che il riscaldamento abbia alterato il cemento di entrambi i doppietti fa pensare che non si tratti di adesivi sintetici moderni, assai resistenti al calore; d'altra parte, il balsamo del Canada, almeno quello naturale, non cristallizza scaldandolo. Quell'obbiettivo si porterà il segreto nella tomba.

Così com'è, però, esso è inservibile in radiazione polarizzata. Occorre trovare una soluzione radicale, per esempio smontare i due doppietti, separare i loro due elementi, togliere l'adesivo, ecc.

Fig. 1367 – Dopo aver allentato il piccolo grano laterale (3 in fig. 1358), la camicia (11) si può svitare dalla montatura generale (7), quella che porta superiormente la vite d'attacco (5).

Inferiormente, la montatura generale porta all'interno un filetto in cui s'inserisce un anello (9) che trattiene il barilotto generale (10). Quest'ultimo però non viene serrato, ma si può spostare lateralmente, in modo da consentirne la centratura, sotto la spinta delle viti 2.

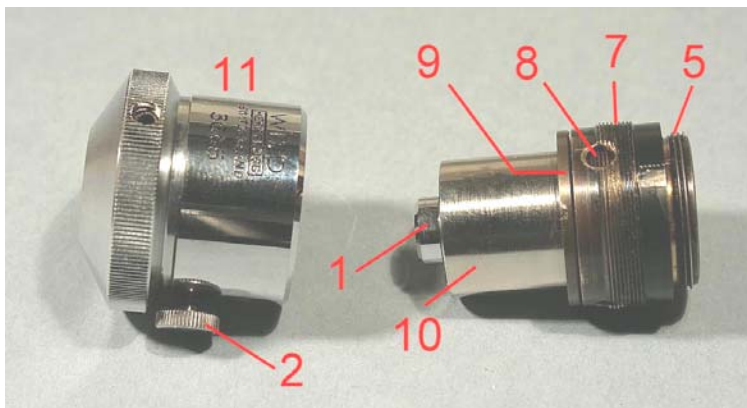


Fig. 1368 – Dopo aver svitato l'anello 9, si libera il barilotto generale 10.

Si notino i fori 8, già visti nella figura precedente, cui corrispondono i fori 8b nell'anello 9: essi sono stati praticati per poter accedere ai fori di centratura 14 quando l'obbiettivo è montato sul revolver, solo privato della camicia 11.

Si noti la scanalatura 13, destinata ad accogliere la molla 4b (annegata in un tubetto d'ottone, che nella foto è rimasto nel foro); la molla è spinta verso l'interno dal grano 4.

Il barilotto generale termina in alto con l'anello a due fori 15 che serra il pacco lenti.



Fig. 1369 – Una volta svitato l'anello 15, che fa da diaframma superiore, possono essere estratti i due doppietti, quello superiore (DS) e quello frontale (DF), che abbiamo già visto affiorare (1) nella fig. 1358.

Si noti che i fori di centratura (14) non sono quattro, come di consueto, ma tre, e per giunta sono filettati (M2), il che consente di effettuare la centratura senza battere, ma semplicemente avvitando tre viti, che spingono sul doppietto superiore, flottante.

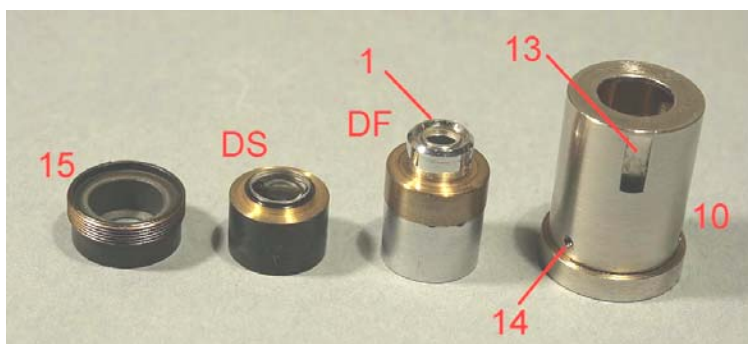


Fig. 1370 – Il barilotto superiore porta un doppietto incastonato al suo interno, trattenuto da un sottile orlo ribattuto e verniciato di nero (18). Per consentire all'orlo di ottone di trattenere meglio la lente, l'orlo di questa viene smussato (17).

Per smontare il doppietto, occorre ovviamente togliere la ribaditura; un primo tentativo è già stato fatto, come si vede al centro (segmento fra le linee verdi). Trattandosi di un sottile orlo metallico, conviene operare a mano, per esempio con una lametta, con piccoli tagli, come si vede nella figura seguente.

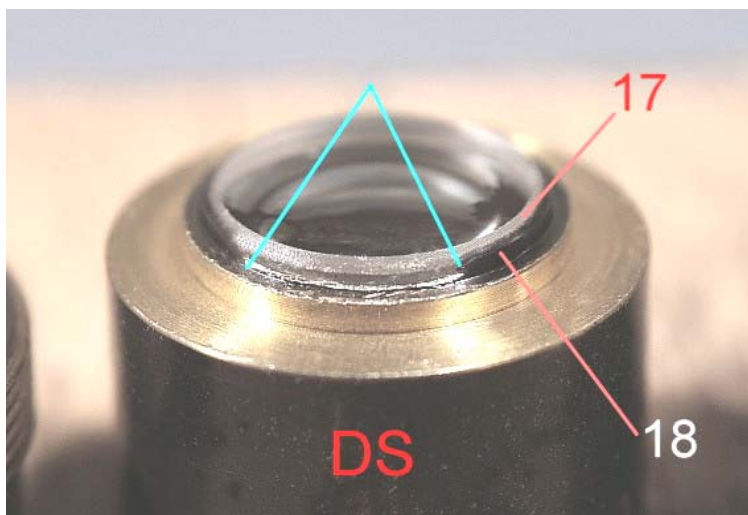


Fig. 1370 – Questa è la fase successiva dello smantellamento della ribaditura. Taglio dopo taglio, la si può staccare poiché l'ottone è abbastanza rigido da rompersi facilmente, un lembo alla volta.



Fig. 1371 – Tolta la ribaditura, il doppietto è uscito senza fatica poiché l'adesivo non è debordato dall'intercapedine fra le due lenti.

Già ad occhio, osservando il riflesso della superficie di contatto fra le due lenti, si vedono delle chiazze chiare irregolari, dovute alla penetrazione dell'aria in luogo dell'adesivo. Questa discontinuità provoca una riflessione totale fra vetro ed aria e quindi un riflesso speculare.

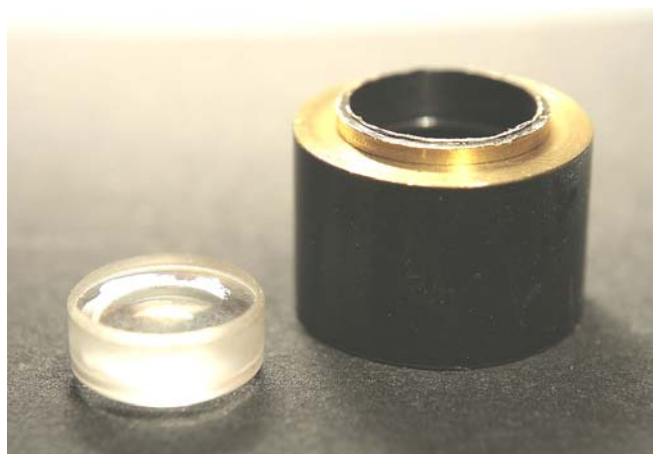
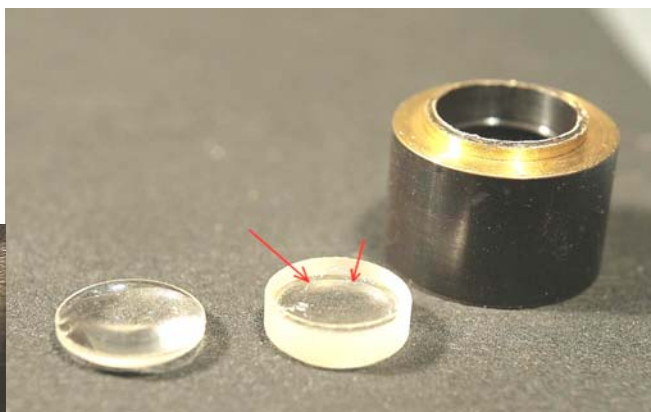
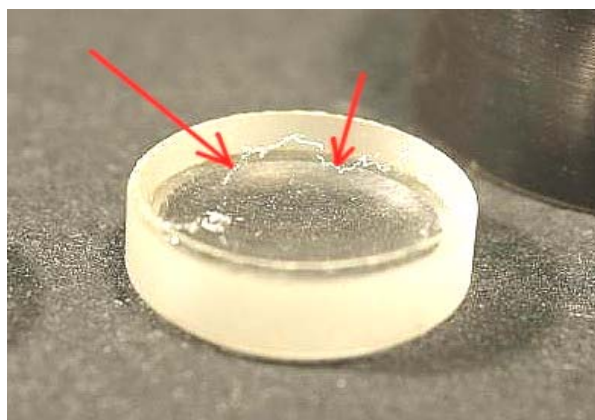


Fig. 1372 – Un breve riscaldamento ed una spinta laterale colle dita consente di separare i due elementi.

Nell'elemento negativo (al centro), la superficie d'incollaggio presenta ancora i resti dello strato d'adesivo (vedi il dettaglio qui sotto).



Un lavaggio con xilolo non basta per sciogliere i resti dell'adesivo: dunque, non si tratta di balsamo del Canada. È un adesivo sintetico, ma molto sensibile al calore. Con lo spigolo di una lametta da barba, delicatamente, è stato possibile scrostarlo fino in fondo.

Ora non resta che pulire bene il tutto, aggiungere una goccia di balsamo fra le due lenti e rimontare il doppietto, sperando naturalmente di saper rimettere le lenti nella posizione originaria: prima di smontarle, basta incidere sul loro orlo, con una sottile punta d'acciaio, qualche segnetto di riferimento.

Essendo stata distrutta la ribaditura, il fissaggio del doppietto all'interno del barilotto va affidato ad una piccola quantità di balsamo posta sull'orlo. Se il balsamo deborda sulle superfici utili delle lenti, aspettare che indurisca e poi toglierlo con un pezzo di carta igienica inumidita di xilolo. Ora passiamo al doppietto frontale.

Fig. 1373 (a destra) – La lente è fissata dalla solita ribaditura (22), come abbiamo visto nell'altro doppietto. Intorno ad essa una piccola fossa circolare (21) e, ancora più all'esterno, un rilievo (20) che supera di poco la superficie esterna della lente. Tale orlo in rilievo serve a proteggere la lente frontale dagli urti col vetrino. È una prassi normale. Questa volta, per togliere la ribaditura, non si può usare una lama come si è fatto per l'altro doppietto, in quanto il rilievo 20 sporge rispetto alla ribaditura stessa. Occorre usare un fresino cilindrico da dentisti, di diametro non superiore a 0,8 mm.

Nel riflesso interno alla lente (23), si vedono in parte quelle irregolarità che avevamo già osservato dall'alto colla lente di Amici (figg. 1361–64).

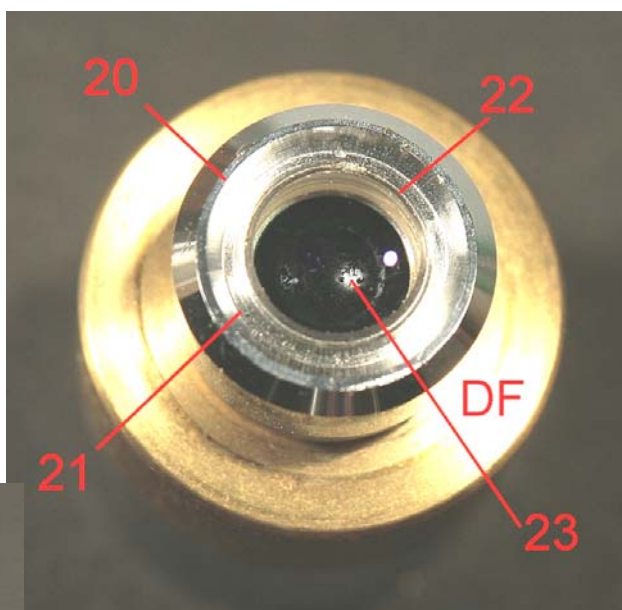


Fig. 1374 (a sinistra) – Dopo la fresatura, lo smusso sull'orlo della lente è completamente scoperto.

Ma stavolta la lente non ha intenzione di traslocare. Occorrerà un certo riscaldamento per rammollire l'adesivo che è debordato ed incolla la lente dentro al barilotto.

Si spingerà da dentro con un bastoncino di legno fasciato di carta morbida.

Fig. 1375 – Dopo l'espulsione, ancora una soffiata d'aria calda ed il doppietto si suddivide. Date le piccole dimensioni delle lenti, sarà difficile manipolarle e realizzare i segni per identificarne l'orientamento.

L'elemento negativo è quello esterno. Quello positivo è biconvesso, ma non è simmetrico.

Anche qui, lo xilolo non ha sciolto il residuo di adesivo ed è stata necessaria una lieve azione meccanica: date le piccole dimensioni delle lenti, è stato sufficiente lo spigolo di una scheggia di polistirolo ricavata da una scatola di CD.

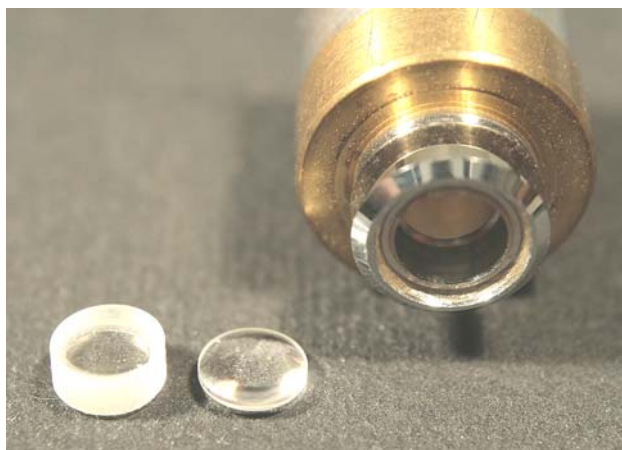
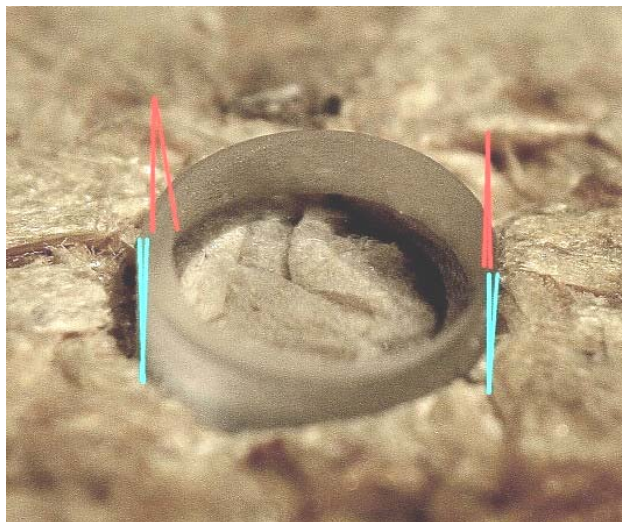


Fig. 1376 – L'orlo dell'elemento negativo, incastonato in un pezzetto di truciolare, si può osservare in dettaglio e mostra una smussatura perfettamente simmetrica (linee verdi), a 45° rispetto alla superficie laterale, ed una smussatura parallela all'orlo (linee rosse), visibilmente asimmetrica. Questa asimmetria non ha una spiegazione chiara.

Anche qui, per fissare di nuovo il doppietto nella sua sede, è bastato un lieve eccesso di Balsamo.

Alla fine, i normali controlli collo star test ed il reticolo a righe parallele danno ottimi risultati. Questo capitolo è chiuso.



Obiettivo 40:1 / 0,65

Qui la situazione è diversa. Un primo controllo fra Nicol incrociati non lascia intravedere alcun difetto nell'immagine della pupilla d'uscita (figura a lato).

Fig. 1377 – Data la maggiore apertura di quest'obiettivo, è possibile osservare una croce di Malta molto regolare. Per il resto, non appare altra anomalia: dovrebbe andare tutto bene.

Ma non ci limitiamo a questo esame.

Se invece osserviamo lo stesso piano (senza alterare la messa a fuoco della lente di Amici), dopo aver eliminato i Nicol e rimesso a fuoco il vetrino opaco con la fessura, compare un altro difetto (figura seguente).

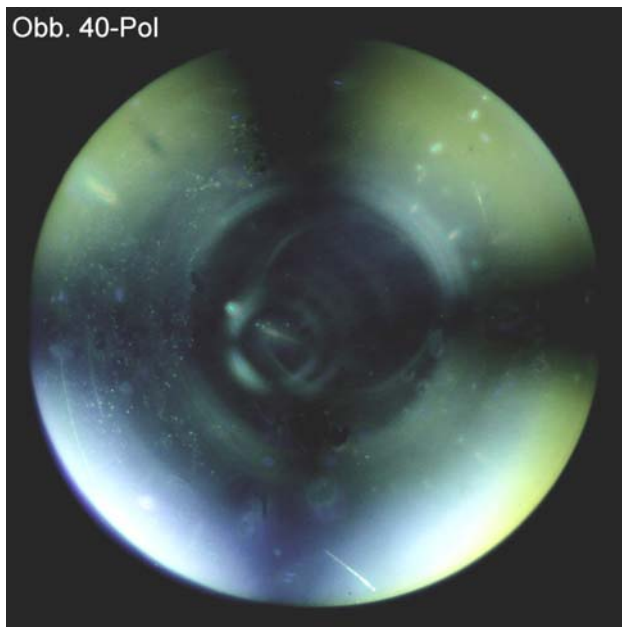


Fig. 1378 – A parte le barre verticali sfocate sulla destra (immagini della fenditura), si vede a sinistra una serie di “fioriture”, simili a quelle mostrate inizialmente dall’obiettivo 10. Ma, abbiamo visto, queste non sono birifrangenti.

Si tratta di minime variazioni dell’indice che possono essere dannose al contrasto, ma non producono danno in radiazione polarizzata.

Per valutare l’opportunità di smontare anche quest’obiettivo, non c’è che valutare il contrasto in fondo chiaro.

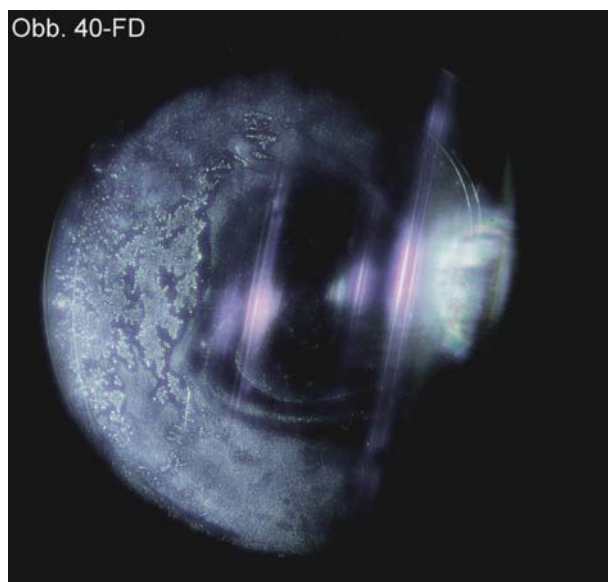


Fig. 1379/80 – Non c’è male. Valutare il contrasto di un’immagine al microscopio tramite una fotografia è sempre difficile, ma la sentenza è chiara: non è il caso di affrontare i rischi di uno smontaggio completo. Va bene così.

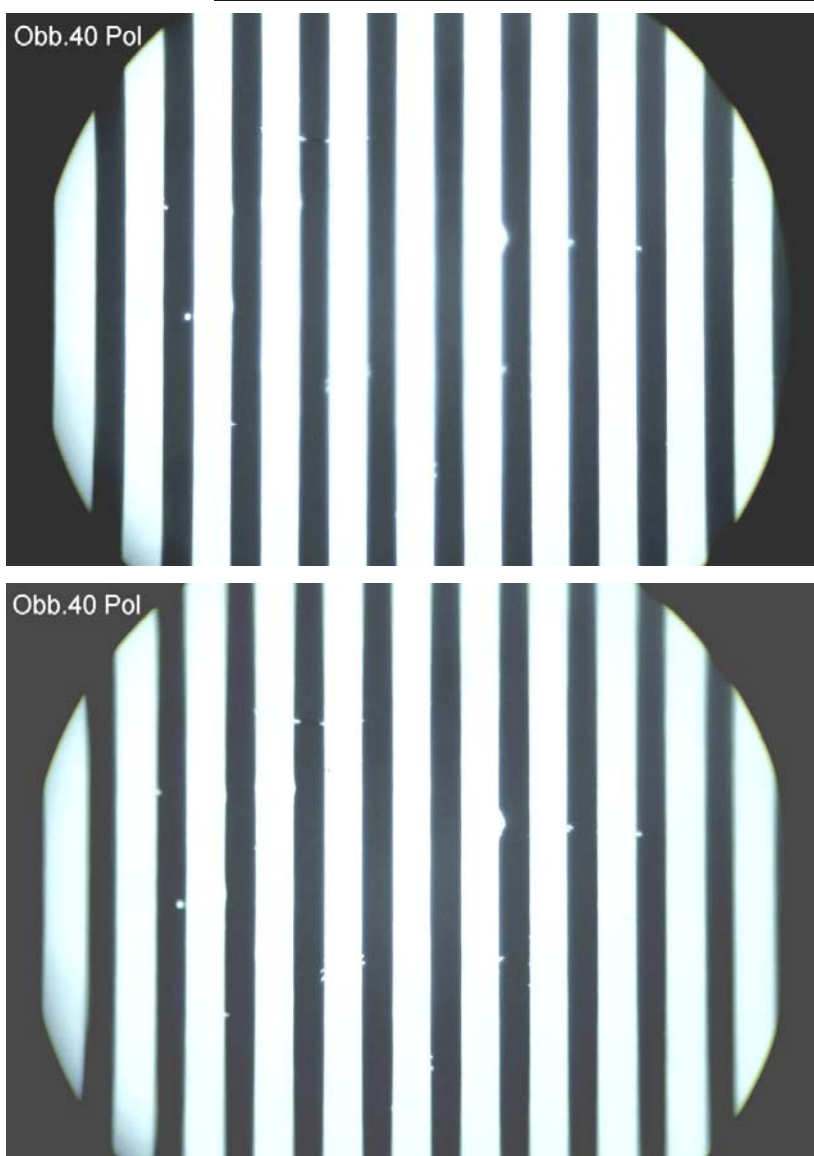
Qualcuno, in laboratorio, tira il fiato.

Le due foto sono state riprese col miglior fuoco ai bordi ed al centro: l’obiettivo non è planare. Molti obiettivi per radiazione polarizzata sono costruiti con ricetta acromatica normale, e per varie buone ragioni: minor numero di lenti e di riflessi, assenza di lenti in fluorite (che presenta spesso un residuo anomalo di birifrangenza - il minerale è monometrico, quindi monorifrangente).

Il parametro essenziale è il grado di estinzione.

Si noti anche l’assenza di bordature colorate sulle righe del reticolo: l’obiettivo, come quasi tutti gli acromatici classici medio-forti, richiede un oculare compensatore per correggere la propria aberrazione cromatica laterale residua.

Qui è stato usato un Periplan Leitz, $10 \times /18$.



Scheda tecnica n° 74
MICROSCOPIO STEREOSCOPICO
GALILEO Mod. NSC, a sistema CMO

Fig. 1381 (a destra) – Un vero classico, costruito con sovrabbondanza di mezzi sul piano meccanico ed ottico.

Qui si vede il frontespizio del depliant originale del costruttore, con qualche indicazione di prezzo, in lire (anni 1960).



Fig. 1382 (a sinistra) – Questo è lo strumento di cui chiariremo anatomia e fisiologia, al fine di illustrare come si può affinarne l'allineamento.

Notare la lampada su braccio snodato e girevole (manca lo zoccolo porta-lampada), i due tamburi per il cambio dell'ingrandimento e la piastra porta-oggetto nera, alloggiata in un anello di maggior diametro, anch'esso amovibile dalla base.

Sono interessanti alcuni parametri meccanici di questo stativo d'alto rango.

La barra verticale di sostegno dello stativo ha un diametro fuori del comune: 42 mm; lunghezza totale: 230 mm. La corsa della messa a fuoco è altrettanto elevata: 175 mm.

Come accennato, il disco annerito per il sostegno dell'oggetto, del diametro di 83 mm (spessore 4 mm), è incastonato, ma facilmente amovibile, in un anello grigio del diametro di 142 mm (spessore 5 mm), che è ancorato alla base per mezzo di due grosse viti fissate inferiormente ad esso, come si vede nella fig. 1393, pag. 578. In quest'anello si vedono sei fori del diametro di 4 mm, che servono all'ancoraggio di eventuali mollette ferma-vetrini.

La lampada presenta due sedi per filtri del diametro di 32 mm, spessore massimo 2 mm.

La distanza libera fra l'asse ottico e la cremagliera è di circa 102 mm.

Il gioco fra pignone e cremagliera della messa a fuoco (vedi la fig. 1389, pag. 577) è regolabile, in modo da poter minimizzare ogni isteresi nel comando stesso.

Per spiegare questa raffinata possibilità, occorre cominciare con l'esame di tutto il meccanismo della messa a fuoco.

È possibile separare il microscopio vero e proprio (obbiettivo comune, sistemi intermedi, oculari) dallo stativo abbassando la leva 1 (figura seguente). A questo punto, il microscopio si

può separare dal braccio ricurvo 2, quello che scorre lungo la guida rettangolare 3.

Fig. 1383 (a destra) – L'innesto del microscopio sullo stativo è fornito dalla leva 1 che serve a bloccare il gancio 5 sul perno 6 della leva 1 (figure seguenti).

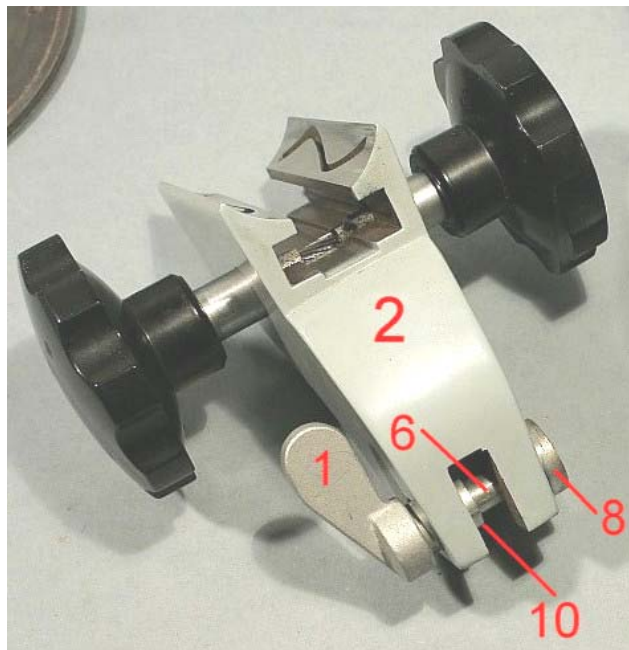


Fig. 1385 (a destra) – La leva 1 si avvitava sull'estremo filettato 7 del perno 6 e spinge l'anello 10 contro il gancio 5. La testa del perno 6 (8) porta una spina (9) che si deve inserire in uno dei quattro fori della sede 11, su un fianco del braccio 2. Se l'inserimento della spina non è corretto, il gancio 5 non verrà stretto oppure la leva 1 non potrà ruotare liberamente.

La leva 1 dovrà essere ruotata fin quasi al fine corsa prima d'inserire il gancio 5, altrimenti essa non potrà poi essere ruotata quanto occorre.

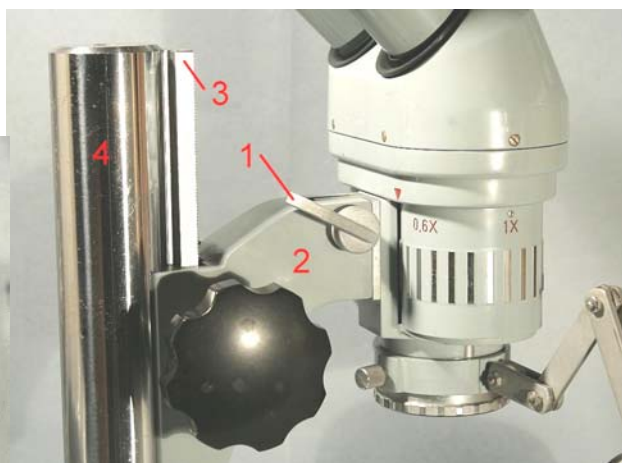


Fig. 1384 (a sinistra) – L'estremità del braccio ricurvo 2, col perno 6 su cui poggia il gancio 5 (fig. 1386).

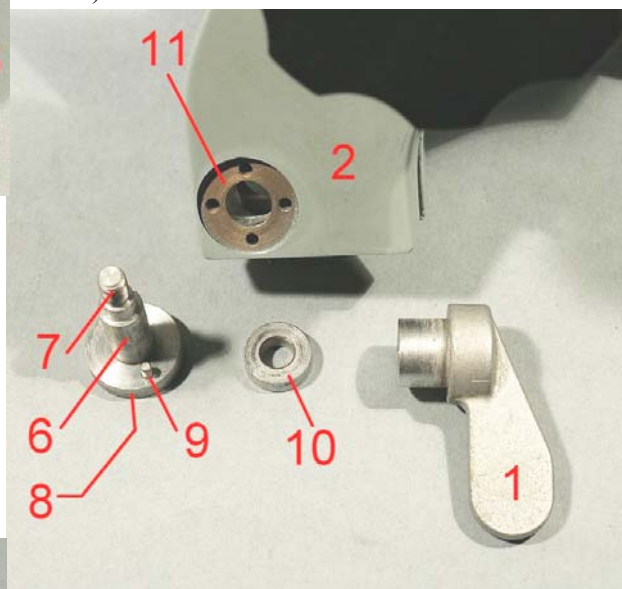


Fig. 1386 (a sinistra) – Il gancio d'attacco 5, fissato al corpo del microscopio da quattro viti a testa cilindrica, s'innesta facilmente sul perno 6 delle figure precedenti. Quando si alza la leva 1, essa spinge l'anello 10 contro il gancio 5, e questo contro la superficie interna dell'estremità del braccio 2.

Ora esaminiamo il braccio ricurvo 2, che porta il pignone (15) con il relativo asse (14) e le manopole (13)(figura seguente).

Le manopole 13 sono fissate con un grano a taglio all'albero 14. Al centro di questo è ricavato il pignone (16) a denti inclinati, come di consueto. Ma va notato che l'albero ed il pignone scorrono all'interno di un tubo (16), come si vede nelle figg. 1388/89.

Fig. 1387 (a destra) – Il braccio ricurvo 2, dalla parte posteriore, separato dalla colonna.

Per smontare questo, che è il meccanismo della messa a fuoco, occorre prima di tutto smontare almeno una delle manopole, allentando il grano a taglio presente sul loro gambo (si veda 25 nella fig. 1390).

Ma intanto si osservino le due superfici cilindriche, in ottone nudo, che scorrono sulla colonna cilindrica; in esse sono stati ricavati due solchi ondulati (17) che servono ad accogliere un quantitativo di lubrificante sufficiente ad assicurare un lungo servizio senza manutenzione.

Fig. 1388 – È facile estrarre l'albero 14 dal tubo 16 ma, per estrarre quest'ultimo, occorre prima allentare il grano a taglio 22 ed il grano a brugola 20, e poi estrarre il cilindretto 21 dal foro 23.

Ora si comprende la funzione del grano 20 (M4): esso spinge sul cilindro 21 e quindi sull'albero 14. In questo modo, esso consente la regolazione della frizione della messa a fuoco.

Invece il grano 22 spinge sulla superficie esterna del tubo 16 e ne impedisce la rotazione.

Perché la posizione del tubo 16 sia così importante si comprende osservando bene il tubo da un estremo (figura seguente): il foro centrale, dove alloggia l'albero 14, è eccentrico rispetto alla superficie esterna.

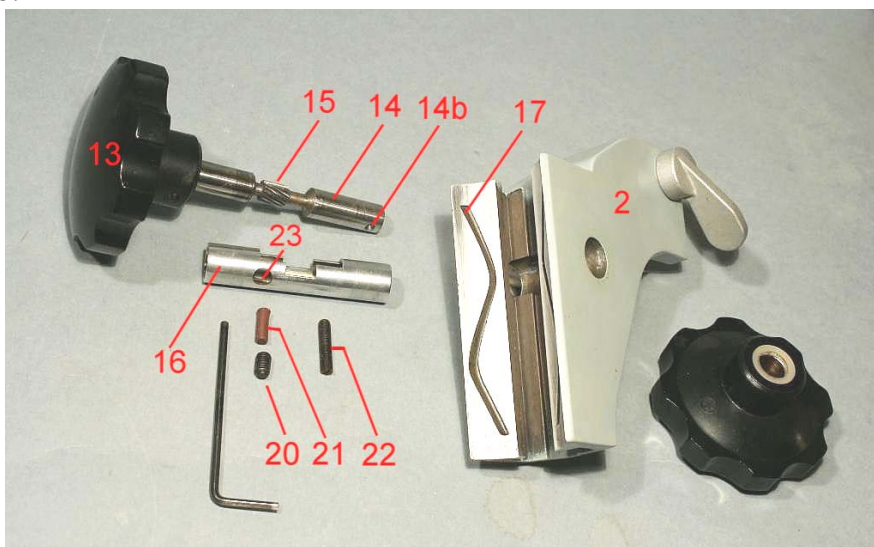


Fig. 1389 – L'albero 14 ed il tubo 16 come si vedono dopo aver smontato una delle manopole. L'eccentricità dell'albero è evidente.

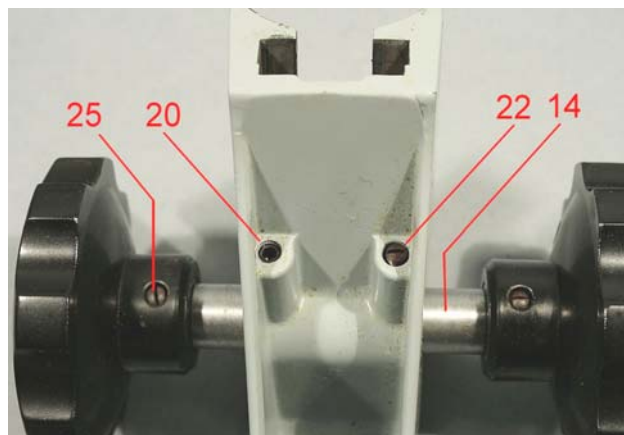
Se il tubo 16 ruota attorno al proprio asse, l'albero 14 col pignone si sposta avanti ed indietro rispetto al pezzo 2, e quindi rispetto alla guida ed alla cremagliera. In questo modo, si regola a volontà il gioco fra pignone a cremagliera. Una faccenda importante per eliminare l'isteresi nel movimento della cremagliera.

Ai grani 20 e 22 si accede dalla faccia inferiore del braccio 2, come si vede nella figura seguente.



Fig. 1390 – Con una chiave a brugola da 2,5 mm si può regolare il grano 20 (frizione); allentando il grano a taglio 22 si può ruotare il tubo 16 e regolare il gioco del pignone.

Si notino i grani 25 che stringono le manopole sul loro albero (si vedano i piccoli incavi 14b nella figura 1388).



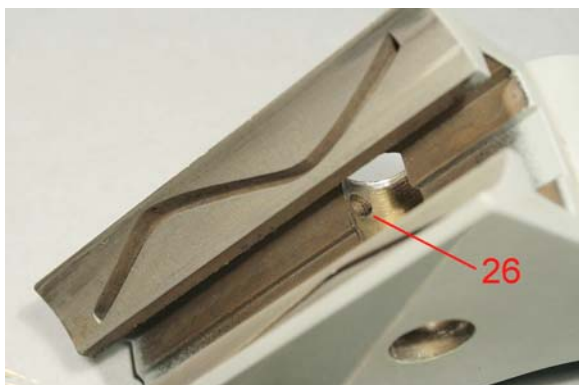


Fig. 1391 (a sinistra) – Dall'interno del foro in cui alloggia il tubo 16, si vede un foro (26) attraverso il quale il cilindretto 21 (fig. 1388) attraversa il foro 23 del tubo e spinge sull'albero 14 per regolare la frizione.

Ora che abbiamo compreso le raffinatezze del meccanismo di messa a fuoco, un'occhiata alla guida.

Fig. 1392 (sotto) – La colonna di supporto è fissata alla base da un grosso bullone. Indistruttibile.



Nella stessa foto si vede il largo anello grigio che s'incasta nella base ed è ivi trattenuto dalla testa allargata di due grosse viti, testa che s'infilza sotto l'orlo del foro nella base. All'estrema sinistra, il piccolo disco porta-oggetti in alluminio (voltato all'insù).

Fig. 1394 – La colonna porta sul davanti una superficie piana con due spine (30) e quattro fori per le quattro viti che reggono la guida 32 a sezione rettangolare. Fra la guida 32 e la colonna s'interpone una piastrina a facce parallele (31). Sulla guida 32 si fissa poi la cremagliera (33) per mezzo di tre viti.

Esaurito l'esame della parte di supporto e di messa a fuoco, possiamo passare al microscopio in senso stretto ed alle parti ottiche.

Lo strumento in esame è costruito secondo lo schema ad obiettivo comune (CMO). In genere, questi strumenti sono dotati di un meccanismo per il cambio dell'ingrandimento basato su sistemi "afocali", cioè piccoli cannocchiali a schema "galileiano", messi a fuoco all'infinito, per cui il piano oggetto e quello immagine si trovano a distanza infinita (manca un punto di convergenza, cioè un "fuoco").

Uno di questi sistemi può ingrandire l'immagine prodotta dall'obiettivo comune, se usato con la lente divergente in alto; la può

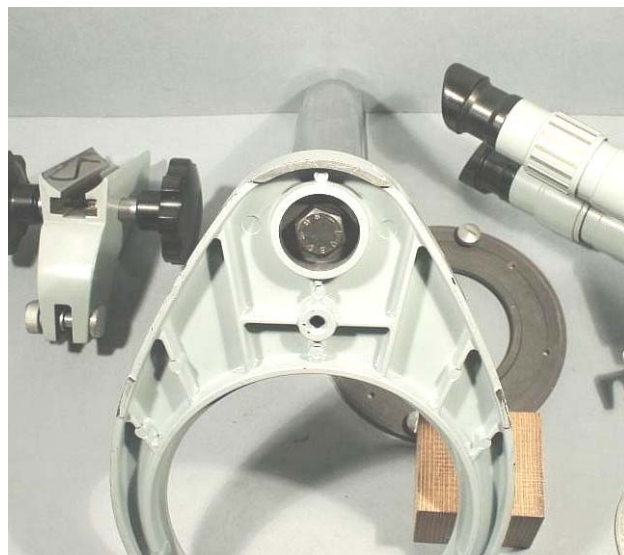
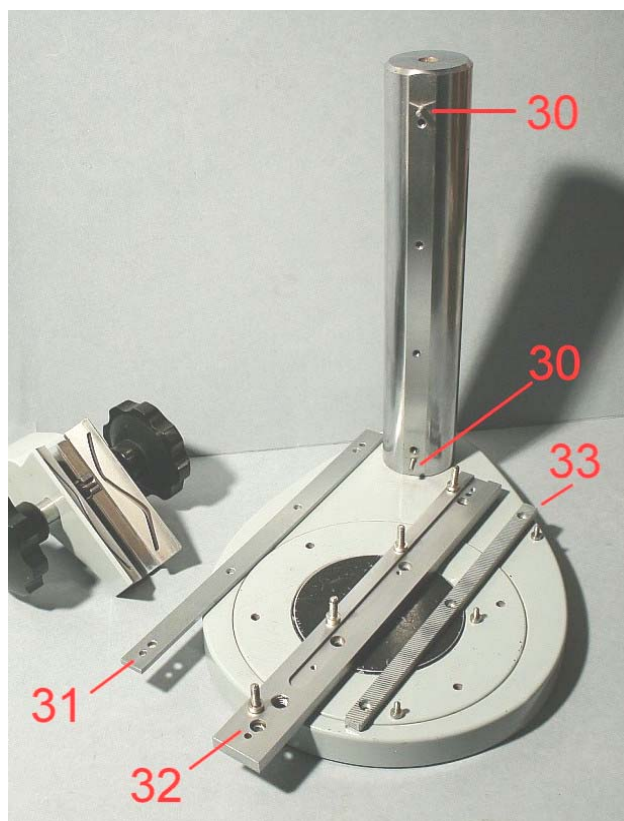


Fig. 1393 (a sinistra) – Visto di profilo, il braccio 2 col pignone mostra la sede della guida, che non è la solita coda di rondine a sezione trapezoidale.



impiccolire, se rovesciato.

Con un solo galileiano si possono ottenere quindi due diversi ingrandimenti, con due si hanno quattro ingrandimenti; se poi i due galileiani sono montati su un tamburo rotante che consente una posizione “vuota”, in cui i galileiani sono esclusi, si possono avere in totale $2 + 2 + 1 = 5$ diversi ingrandimenti. È quanto si fa di solito, montando due sistemi galileiani su un tamburo ad asse orizzontale, che consente di usarli al dritto ed al rovescio + due posizioni intermedie vuote. Gli ingrandimenti predisposti in questi casi sono abbastanza standardizzati: $0,6 \times$, $1 \times$, $1,6 \times$ (senza sistema galileiano), $2,5 \times$, $4 \times$.²

Nel nostro strumento si possono avere proprio questi valori d’ingrandimento, ma con una variante: i galileiani sono ad asse verticale, montati su due tamburi che ruotano anch’essi su un asse verticale. Il cambio d’ingrandimento viene ottenuto sostituendo un sistema con un altro: quattro sistemi galileiani + una posizione vuota.

Quest’impostazione ha il vantaggio di poter centrare e focalizzare i vari sistemi (i vari stadi d’ingrandimento) indipendentemente l’uno dall’altro, cosa impossibile quando lo stesso galileiano viene usato al dritto ed al rovescio per due diversi ingrandimenti.

Ma per il costruttore significa allestire quattro galileiani invece di due. Un aumento di costi.

Naturalmente, dicendo “due o quattro galileiani” intendiamo parlare di un solo canale. Per l’altro canale dello stereo, si raddoppia.

Gli schemi di principio si possono vedere qui sotto.

Fig. 1395 a/b – A sinistra, un normale stereoscopico CMO a tamburo T orizzontale: ruotando il tamburo di 180° , il fattore d’ingrandimento del sistema intermedio s’inverte; per es, il $10\times$ diventa $25\times$.

A destra, con due tamburi T ad asse verticale: per ogni valore d’ingrandimento occorre un diverso sistema galileiano.

In O ed O’ sono indicati l’oggetto e l’immagine intermedia.

“x” ed “y” indicano l’elemento convergente e quello divergente dei sistemi galileiani.

“L” è la lente di tubo. “Ob” è l’obbiettivo principale.

In P i prismi inclinati ed invertenti (secondo lo schema di Schmidt, vedi la figura seguente).(da catalogo Zeiss W., modif.)

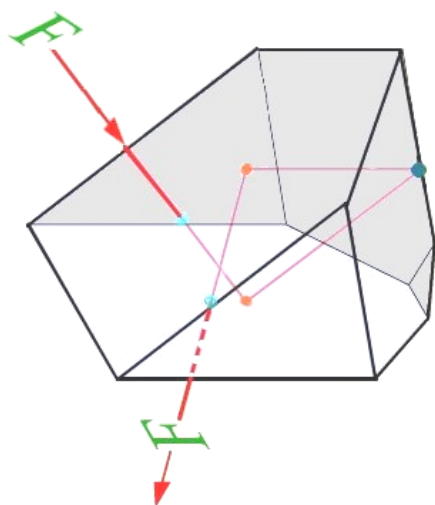
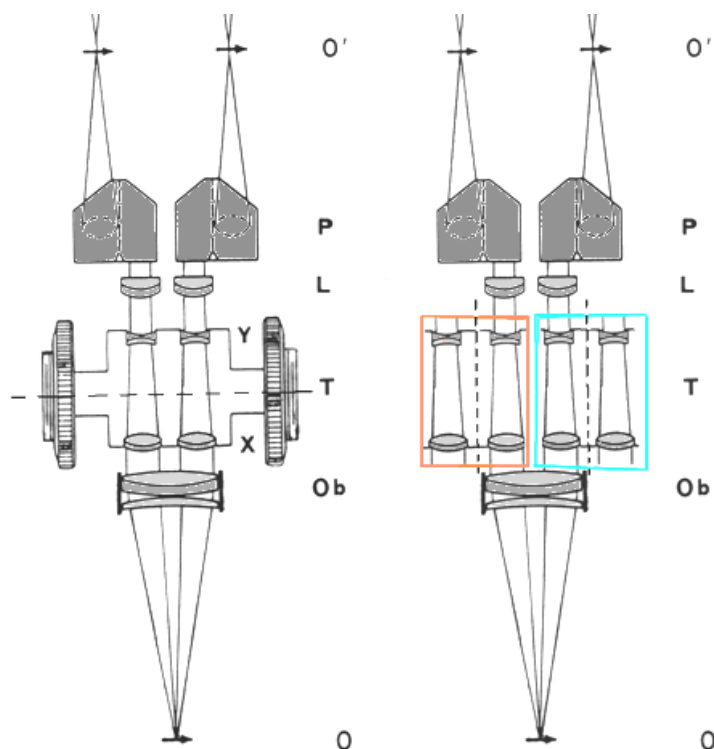


Fig. 1396 (a sinistra) – Il prisma sec. Schmidt, largamente utilizzato, consente di inclinare l’asse ottico, generalmente di 45° , e di rovesciare l’immagine sia in senso alto-basso, sia in senso destra-sinistra. Nello schema, i pallini celesti indicano i punti d’incidenza e d’emergenza del fascio; i pallini rossi indicano due punti di riflessione interna totale, sulle due facce maggiori; il grosso pallino verde indica non una ma due diverse riflessioni interne, che avvengono sulle due facce del “tetto”, quelle che si vedono alla destra del prisma.

In rosa, il cammino interno al prisma; in rosso, quello esterno.

² Si veda in questo sito, sezione “Approfondimenti di microscopia”, l’art. n° 9, “Parfocalità e parcentralità nello stereomicroscopio”, pag. 8 e 9.

I 4 + 4 sistemi galileiani sono montati alla periferia di due tamburi girevoli su un asse verticale. Per accedervi, per la pulizia e la centratura, si comincia a smontare il tubo bioculare.

Fig. 1397 – La vite a testa godronata 40 porta una punta molleggiata (41); dalla parte opposta, una spalla fissa (42). Queste due punte sono destinate ad incastrarsi nella gola delle due grosse spine 36, che emergono dal coperchio 46, ma sono solidali col pezzo di base 48 (figura seguente).

A tale pezzo è fissata, con quattro viti, la piastrina che reca il gancio 5, già visto in fig. 1386 (pag. 576).

Allentando la vite 40, e con un movimento di torsione, si libera il tubo.

Si notino i due anelli 43, i quali fissano da sotto i due tubi girevoli che portano per ogni canale il prisma sopra visto e la sede per l'oculare.

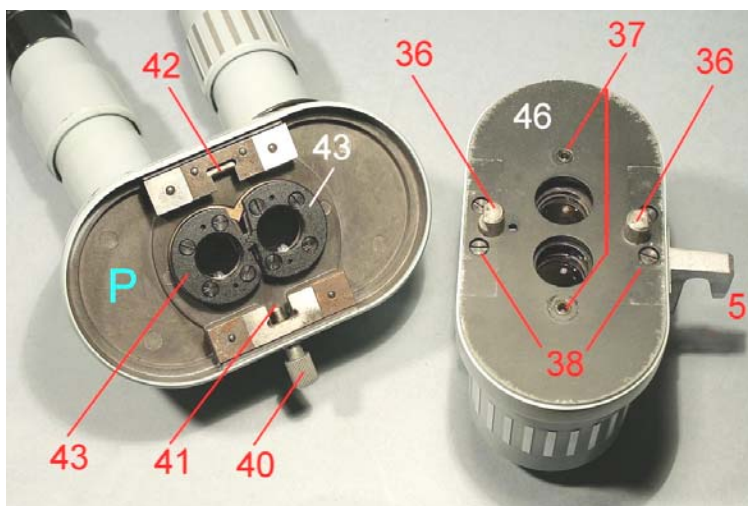


Fig. 1398 (a destra) – Tolate le quattro viti 38 (figura precedente), è possibile sfilare il coperchio 46, ma attenzione: nella sua faccia inferiore, al centro, è fissato un nastro elastico (47) con un forellino centrale in cui alloggia una sferetta in acciaio, destinata a stabilire le posizioni di lavoro dei tamburi 45 (vedi la figura seguente). Tale sferetta sfugge facilmente dalla sua sede e, rimontando il coperchio 46, occorre spingere di lato il nastro 47 in modo che la sferetta vada ad impegnarsi in uno dei solchi 50 presenti sul disco 49.

Tale disco è fissato da tre viti in cima al tamburo 45 destro (figura seguente).

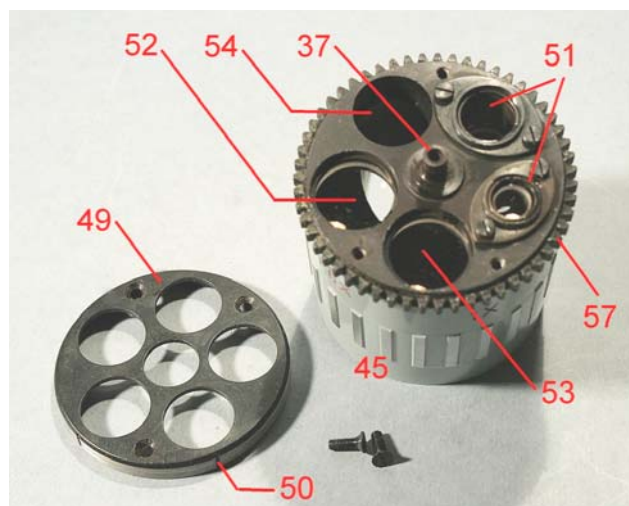
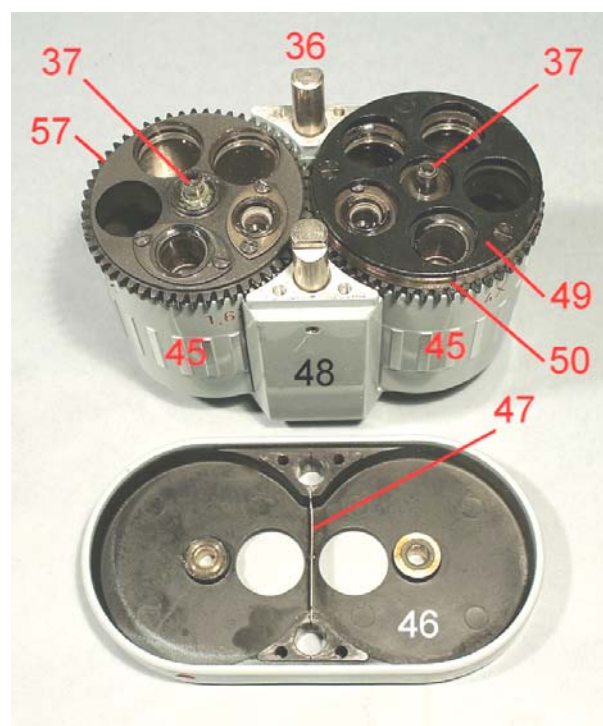


Fig. 1399 (a sinistra) – Il tamburo 45 destro reca una specie di coperchio forato (49) che mostra sull'orlo cinque tacche (50) in cui s'impegna la sferetta citata sopra in modo che, ruotando i tamburi 45, siano ben definite le loro posizioni di lavoro.

Il sincronismo fra i due tamburi è poi assicurato dalla corona dentata presente nel disco superiore dei tamburi stessi (57), corona ben visibile nelle due foto precedenti e nelle successive.

Si notino nella parte superiore del tamburo, il foro vuoto (54) per l'ingrandimento 1,6 ×, le due lenti divergenti 51, per gli ingrandimenti 2,5 × e 4 ×, e le due lenti convergenti 52 e 53, per gli ingrandimenti 1 × e 0,6 ×.

Nel disco inferiore dei tamburi si trovano naturalmente le lenti corrispondenti, necessarie per completare i sistemi galileiani (vedi le figg. 1400/01/02).

Si osservi ancora l'estremità del perno di tamburi (37), che abbiamo visto affiorare dal coperchio 46 della fig. 1397. Il disco 49 manca nel tamburo sinistro.

Dopo aver tolto il coperchio 46, è possibile estrarre i tamburi dalla loro sede e si vedrà allora che essi sono chiusi inferiormente da un disco forato (56, figura seguente) che è semplicemente incastrato e si estrae facendo leva con un cacciavite.

Fig. 1400 – I due tamburi, sfilati dal pezzo di base 48, e capovolti. Si vede l'altro estremo dell'albero (37) che deve alloggiare nei fori visibili nella base del pezzo 48.

Inferiormente, i due tamburi sono chiusi da un disco (56) che presenta cinque fori, uno per ogni posizione di lavoro dei tamburi. Attraverso tali fori è visibile il membro inferiore dei quattro galileiani, più il passaggio vuoto.

In basso – ma i tamburi sono capovolti! – si vede la corona dentata 57. Il sincronismo nella posizione dei due tamburi è affidato proprio all'impegno fra le due corone.

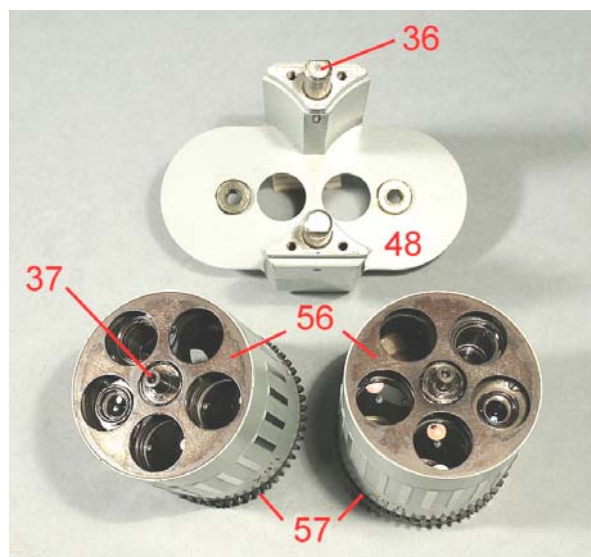


Fig. 1401 – Tolti i due dischi forati 56, che sono semplicemente incastrati nella loro sede, si vedono meglio i sistemi di lenti inferiori dei quattro galileiani.

L'operazione di togliere i dischi 56 risulterà preziosa per consentire la pulizia delle lenti e la centratura delle due lenti divergenti, che sono montate su un piastrino fissato da due viti. La centratura si esegue sfruttando il gioco delle viti, naturalmente allentate un poco.

Per le lenti superiori, uno dei tamburi è scoperto, ma per quello destro occorre smontare il disco 49 (figg. 1398/99).

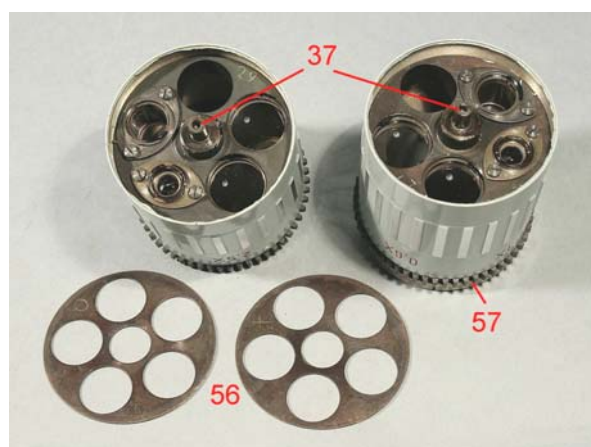


Fig. 1402 – Se si tolgono tre viti a testa svasata, visibili in basso, si può staccare l'involucro esterno 63 dal pezzo interno, un asse centrale con due grossi dischi alle due estremità. Nei dischi, un foro libero e quattro lenti. Le lenti divergenti (51 e 61) sono incastonate in un barilotto a vite che si può ruotare dall'esterno (due tacche sull'orlo) al fine di parfocalizzare i vari ingrandimenti. Le lenti positive invece sono fisse: né centrabili, né focheggiabili. Semplicemente fissate da un anello filettato a due tacche.

Ora occorre esaminare il “tubo”, quello che porta gli oculari ed i prismi. La funzione dei prismi è già stata illustrata nella fig. 1396.

Per accedervi – per pulizia ed allineamento – occorre togliere sei viti sull'orlo inferiore del coperchio (pallini verdi nella figura seguente).

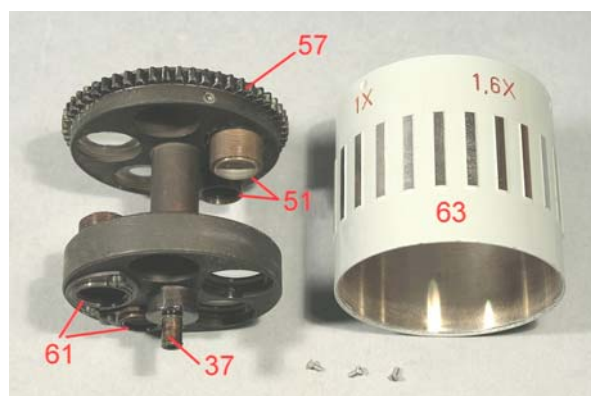


Fig. 1403 – Tolle le sei piccole viti, è bene svitare i canotti porta-oculare per estrarre il coperchio. Si badi però che quello sinistro, quello liscio, è fissato da un piccolo grano a taglio (freccetta rossa) che va allentato.

I due tubi porta-oculare sono formati da una parte fissa (65 nella figura seguente) e dal canotto girevole (66). La parte fissa si avvita su una flangia (67), fissata da tre viti ad un telaio cuneiforme (68).



Fig. 1404 (a destra) – Lo smontaggio dei due tubi può essere necessario per pulire e lubrificare la filettatura, ma non è necessario per l'allineamento e la focalizzazione dei galileiani e dei prismi.

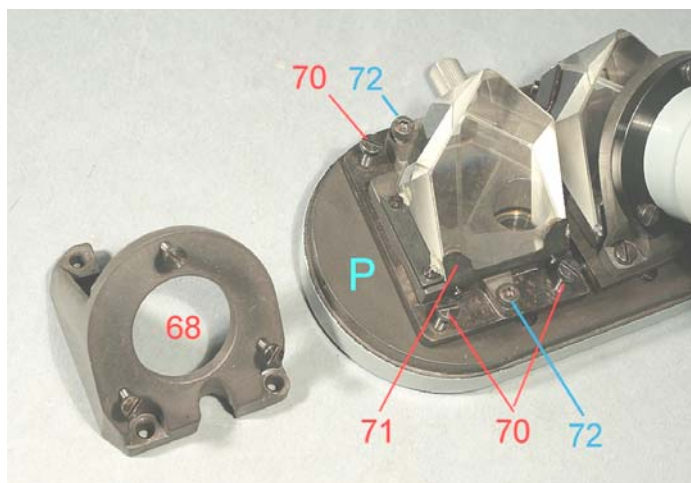


Fig. 1405 (a sinistra) – Il telaio 68, cui è fissato un tubo porta-oculare, è fissato a sua volta da tre viti (70) alla piastra 74 (vedi sotto); il gioco di queste viti può essere sfruttato per **centrare i tubi**. Si noti il piastrino 71, fissato da due viti, che funziona da riferimento per il prisma.

Fig. 1406 (a destra) – Togliendo altre due viti – a brugola stavolta (72) – si stacca la piastra 73 che porta il prisma. Il gioco nelle viti 72 consente l'**allineamento del prisma**, che è assai critico, come vedremo.

Sotto la piastra porta-prisma 73, appare la piastra girevole 74, fissata da sotto dall'anello 43 (fig. 1397, pag. 580, e figura seguente) alla piastra inferiore del tubo (P). È la piastra 74 che, ruotando all'interno di uno dei due fori della base P, consente di variare l'angolo fra gli oculari e quindi la distanza pupillare.

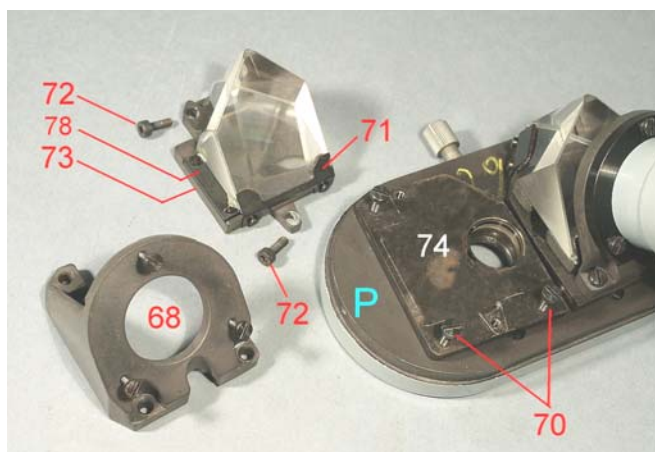


Fig. 1407 – La piastra inferiore P da sotto, dopo aver svitato un anello 43. Anche la piastra 74 è vista da sotto.

L'anello 43 porta dal lato interno una faccia piana con due denti al centro. L'anello 43b invece porta un dente solo, destinato ad impegnarsi fra i due denti della controparte.

Questo sistema consente di sincronizzare i movimenti degli oculari, nel senso che lo spostamento di uno di essi, al fine di variare la distanza pupillare, obbliga l'altro a spostarsi dello stesso angolo in senso opposto.

Sotto gli anelli 43 si trova un anello ondulato in bronzo, a forma di 8 (75), che contribuisce a ridurre il gioco nel movimento delle piastre 74.

NB: la parte cilindrica che sporge dalla piastra 74 ruota all'interno del foro presente nella piastra P. Al fine di ridurre il gioco, l'accoppiamento fra queste due parti è stato tenuto molto stretto, per cui il movimento reciproco è sempre piuttosto duro.

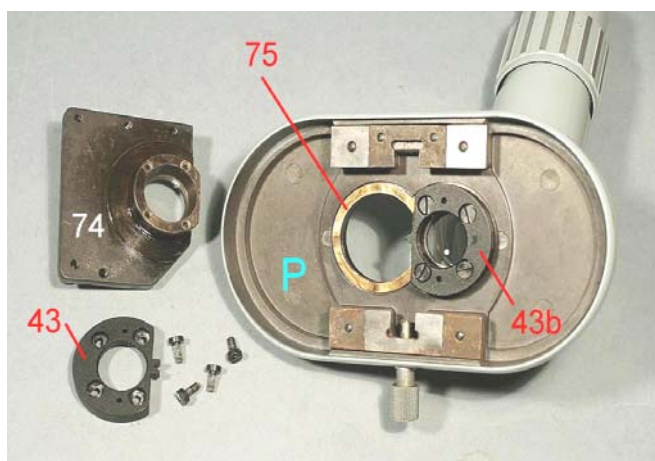


Fig. 1408 – Uno dei prismi di Schmidt. La sua posizione è assicurata dal piastrino 71, già visto nelle figg. 1405/06/09, dal piastrino 78 (figg. 1406 e 1409, qui non visibile poiché si trova dietro al prisma) e dal piastrino 77 con sottoposto il distanziale 76, fissati entrambi da due piccole viti.

Fra il piastrino 77 ed il prisma, il costruttore aveva introdotto uno straterello di materiale plastico che col tempo si è deformato e concedeva un certo gioco alla posizione del prisma. È stato necessario ripiegare un poco il piastrino 77 per eliminare il gioco.

Per procedere alla pulizia dei prismi, è opportuno smontarli, soprattutto per accedere alla faccia inferiore; in questo modo si può pulire anche la faccia superiore della lente di tubo, che è incastonata nella piastra 74.

Fig. 1409 – Il prisma, smontato dalla piastra 73. Qui sono ben visibili i tre piastrini (71/77/78) che definiscono la posizione del prisma stesso.

Ora possiamo parlare del problema della **Centratura ed allineamento.**

Lo strumento qui descritto ha richiesto un intervento poiché la parcentratura (e non solo quella) era difettosa.

Nel caso di uno stereoscopico, la parcentratura riguarda sia la centratura reciproca fra i due canali, sia quella fra le varie posizioni del variatore d'ingrandimento. Lo stesso vale per la parfocalità.

Può essere utile entrare nei dettagli poiché molti degli accorgimenti che saranno suggeriti si applicano alla maggioranza degli stereoscopici a modello CMO.

La prima cosa da fare è focalizzare una alla volta le varie parti del sistema.

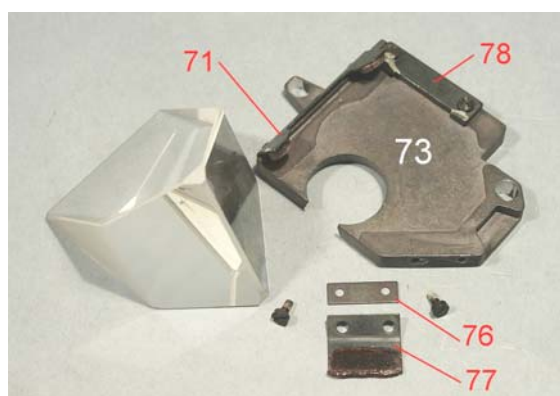
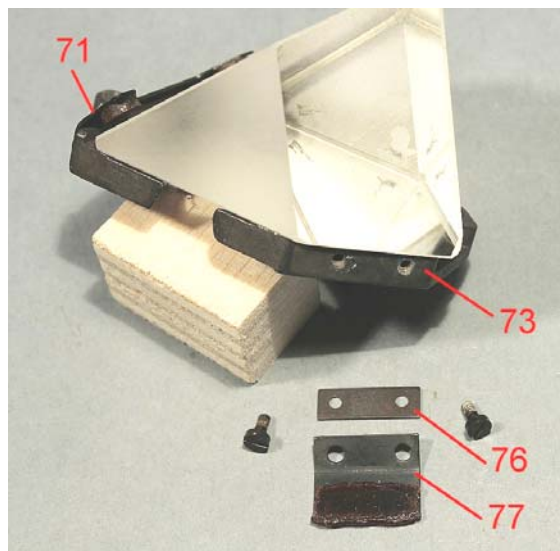
Partiamo da alcuni dati fondamentali.

— I sistemi galileiani, l'abbiamo detto, sono afocali. Questo equivale a dire che un fascio incidente (da un lato o dall'altro) sul sistema, se è collimato, cioè proviene da una sorgente – reale o virtuale – a distanza infinita, emerge coniugato ancora a distanza infinita. In altre parole, per ogni punto del piano oggetto giunge al sistema un fascio di raggi paralleli e ne emerge un altro fascio di raggi altrettanto paralleli. Come in ogni cannocchiale, l'oggetto è, se non all'infinito, almeno a grande distanza e l'immagine (virtuale) si deve formare anch'essa all'infinito. Storicamente, è questo lo schema del primo cannocchiale mai costruito dall'uomo.

— L'obiettivo principale del CMO, si sa, è “a seconda coniugata infinita”, nel senso che l'oggetto si deve trovare nel suo primo piano focale e l'immagine da esso prodotta si deve trovare a distanza infinita. Come nei microscopi biologici normali, con “ottica all'infinito”, occorre sopra all'obiettivo una debole lente convergente (la “lente di tubo”, appunto) che riporta a distanza finita, cioè nel primo piano focale dell'oculare, l'immagine all'infinito fornita dall'obiettivo (vedi “L” nella fig. 1395 a pag. 579).

Ne consegue che il sistema formato dall'oculare e dalla lente di tubo è anch'esso afocale, coniugato all'infinito sia dalla parte dell'oggetto (che sarebbe l'immagine formata dall'obiettivo principale), sia dalla parte dell'immagine (quella virtuale destinata all'osservazione con occhio non accomodato). L'unica differenza rispetto al sistema galileiano è che l'immagine in questo caso è rovesciata poiché l'oculare è convergente (sistema kepleriano), mentre nel galileiano l'oculare è divergente e l'immagine è dritta.

Chiameremo d'ora in poi questo sistema kepleriano col nome di “sistema tubo” in quanto è contenuto nel tubo che porta gli oculari, i prismi e la lente di tubo.



Ciò premesso, il funzionamento corretto del sistema CMO presuppone che tutti i sistemi parziali sopra elencati (“sistema tubo” e galileiani) siano focalizzati correttamente, cioè con oggetto ed immagine a distanza infinita.

Il primo metodo, molto semplice, che viene in mente per verificare questa condizione è di puntare ognuno di quei sistemi parziali verso un oggetto lontano (un albero o un campanile all’orizzonte, per es.) e focalizzarlo su di esso.

Ciò presuppone però:

- il sistema deve essere fissato ad un supporto stabile. Per il “sistema tubo”, occorre smontare il tubo (nel caso nostro, allentare la vite 40 di fig. 1397, pag. 580 ed inclinare il tubo stesso) e fissarlo in qualche modo ad un treppiede o al piano di un tavolo in modo che possa puntare per l’orizzonte fuori dalla finestra (aperta). Non facile: non vi sono punti di ancoraggio.

Nel caso dei sistemi galileiani, occorre smontare il tubo e l’obbiettivo principale e puntare il corpo dello strumento (il blocco a destra della fig. 1397, pag. 580) fuori dalla finestra. Nel caso nostro vi è un gancio che offre una facile presa (5, nella stessa fig. 1397).

È bene focalizzare i sistemi galileiani utilizzandoli “per diritto”, cioè in posizione d’ingrandimento: l’occhio giudica meglio un’immagine ingrandita.

- L’occhio dell’osservatore deve essere perfettamente normale, “emmetrope”, o indossare opportuni occhiali “per lontano”.

- L’ingrandimento dei sistemi che stiamo studiando è modesto, per cui è difficile apprezzare la posizione di miglior fuoco. Per il “sistema tubo” si può migliorare la cosa usando oculari di maggiore ingrandimento; ma si badi: devono essere di tipo compatibile, previsto dal costruttore. Infatti, altri oculari possono avere una diversa posizione del primo fuoco rispetto alla battuta e con ciò alterare la misura. Per i sistemi galileiani, non vi è modo di aumentarne l’ingrandimento.

Si potrebbe pensare di osservare il miglior fuoco ponendo davanti all’occhio un debole cannocchiale ($2 \times - 4 \times$), ma questo a sua volta dovrebbe essere focalizzato perfettamente all’infinito.

Il metodo di focalizzare su un oggetto lontano è quindi scomodo e può generare molti errori.

Un procedimento alternativo, molto sicuro, presuppone l’uso di un **collimatore semplice**, non auto-collimatore.

Dettagli su questo strumento si possono trovare nell’art. n° 36 (“Il collimatore semplice”), in questo sito, sez. “Approfondimenti di microscopia”. Qui sotto, lo schema di principio.

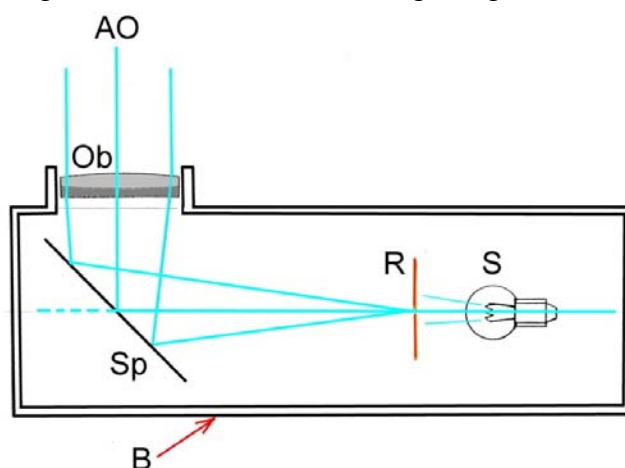
Fig. 1410 – Schema di un collimatore semplice. Si tratta in sostanza di una lente convergente, corretta (Ob), che porta, nel suo primo piano focale, un reticolo qualunque (R, in rosso), purché mostri al centro un segno riconoscibile, una croce, un cerchietto o simili.

Il reticolo è illuminato da dietro da una qualunque sorgente (S). Il fascio che l’attraversa viene deviato verso l’alto dallo specchio **Sp** e poi reso parallelo, quindi coniugato all’infinito, dall’obbiettivo Ob. L’immagine del reticolo si può guardare attraverso Ob con l’occhio rilassato, come se si osservasse un panorama. Si può dire che un simile collimatore produce un “infinito artificiale”, un’immagine virtuale a distanza infinita.

Un punto piuttosto importante è che l’asse ottico (AO), definito dalla retta che passa per il centro dell’obbiettivo e dell’immagine del reticolo, sia perpendicolare alla superficie di base B dell’involucro, che è rappresentato da una scatola a forma di parallelepipedo.

Veniamo all’uso pratico.

Si comincia a focalizzare il “sistema tubo”. Si toglie l’obbiettivo principale del microscopio e si pone il cambiatore d’ingrandimento in posizione “vuoto”, il che si può accertare guardando



attraverso il corpo dello strumento e verificando che ci si veda come attraverso un buco di serratura. Il tubo rimane montato, compresi gli oculari, e vi si guarda dentro come nell'osservazione normale.

Si pone il collimatore sulla base, in luogo dell'oggetto. Bisogna assicurarsi che la base offra una superficie d'appoggio ben piana e senza scalini. Generalmente, questo si ottiene togliendo i dischi di varia natura che vi alloggiavano. Se disponibile, è bene poggiare sulla base una lastra pesante (in vetro o metallo) a facce ben piane e parallele, più grande del collimatore, in modo da consentirne spostamenti laterali senza mutarne l'inclinazione.

Ora si accende il collimatore, lo si poggia sulla base, o sulla lastra interposta, e si pone l'obbiettivo di esso (Ob nella figura precedente) sotto uno dei canali del microscopio. Si deve vedere il centro del reticolo, più o meno centrato ed a fuoco.

Si provi a spingere sul collimatore da varie parti, in modo da accertare che esso abbia un'inclinazione stabile anche quando lo si fa scorrere sulla superficie d'appoggio.

Fig. 1411 – Il collimatore semplice poggiato sulla base dello strumento tramite una lastra di vetro.

Se la superficie d'appoggio è perpendicolare all'asse ottico del microscopio, si deve vedere il centro del reticolo al centro del campo visuale. Sarebbe utile verificare quella perpendicolarità con un auto-collimatore poggiato sulla superficie d'appoggio del tubo oppure col metodo delle catadiottriche (vedi in questo sito l'art. n°27: "Come allineare un microscopio ..."), un metodo molto semplice.

Se la perpendicolarità non è buona, si vedrà il centro del reticolo fuori del centro del campo visivo, ma si può ignorare la cosa. **Quello che conta è che il reticolo risulti a fuoco in entrambi gli oculari.**

Per ottenere questo, vi sono tre casi:

1) la boccia porta-oculare è foceggiabile (la destra nel nostro strumento). In questo caso, la si regola fino ad ottenere il miglior fuoco; utile avere un oculare forte. A questo punto, se vi è una ghiera graduata, allentando i soliti tre piccoli grani, la si può ruotare finché la posizione zero coincide col segno di riferimento. Se non vi è graduazione, come nel caso nostro, si traccino con una punta o un pennarello due segni coincidenti sul tubo fisso e sull'anello girevole.

2) la boccia è girevole, ma bloccata da un grano, come nel caso nostro (boccia sinistra, freccia rossa nella fig. 1403, pag. 581). Si allenta il grano, si perfeziona la messa a fuoco e si restringe il grano.

3) la boccia è fissa. In questi casi, si ricorre alla lente di tubo, generalmente montata in un barilotto a vite che si trova alla base del tubo. Ruotando quel barilotto, si cerca il miglior fuoco per l'immagine del reticolo.

Per passare da un canale all'altro, non c'è che spostare il collimatore sulla piastra d'appoggio per portare il suo obbiettivo sotto l'uno o l'altro canale. Questo spostamento non è critico poiché un eventuale errore può solo introdurre qualche aberrazione nell'immagine del reticolo, ma non altera la precisione della misura.

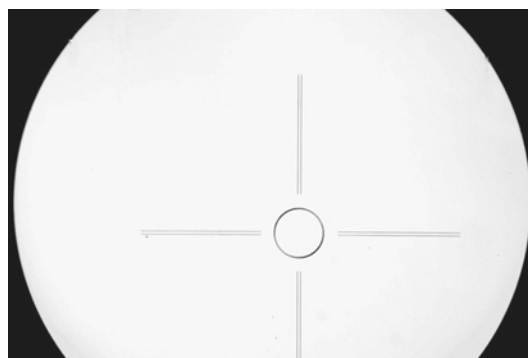
Ora occorre controllare la **parcentralità** fra i due canali del tubo, fra i due "sistemi tubo",



come li abbiamo chiamati poco sopra.

Anche se non si è voluto verificare la perpendicolarità fra asse ottico del microscopio e base dello stativo, si osservi bene la posizione del centro del reticolo rispetto al campo visivo di uno degli oculari (figura a lato).

Fig. 1412 – Esempio di immagine del reticolo come appare nell'oculare, sia pure non centrata appieno.



Poi si sposti l'obbiettivo del collimatore sotto l'altro canale e si controlli nell'altro oculare la posizione del centro del reticolo. Se si trova una posizione diversa rispetto al primo canale, occorre lavorare in prevalenza sull'allineamento dei prismi (altre procedure verranno descritte fra poco).

A volte vi sono due prismi rettangoli, come nel 1° sistema di Porro. Nel caso nostro, vi è un solo prisma per lato. Si torni alle figg. 1405/06 (pag. 582) e si osservino le due viti a brugola 72, che fissano la piastra porta-prismi 73. Ci si accerti che il prisma sia saldamente fissato dai tre piastrini (71/77/78) visibili nelle figg. 1408/09 (pag. 583). Si allentino le due viti 72, quel tanto che basta per poter spostare la piastra 73.

Ora si sposti con cautela il prisma fino a rendere identica la centratura dai due lati (spostare di frequente il collimatore fra i due canali e l'occhio fra i due oculari). L'operazione è molto critica e non è facile ottenere il movimento nella direzione voluta. Nel nostro caso, il prisma va mosso nella stessa direzione in cui va mosso il centro del reticolo, ma la centratura in questa fase dipende più dall'orientamento che dalla posizione del prisma.

Nello stringere le due viti 72, probabilmente la testa di esse sposterà la piastra 73 facendo perdere la centratura faticosamente ottenuta. Può essere utile mettere una rondella ben piana sotto la testa delle viti.

Inoltre va ricordato che, sia gli oculari nella loro boccola che le boccole regolabili rispetto al tubo su cui si avvitano, presentano sempre qualche gioco (nel caso nostro, la boccola destra, regolabile, è decisamente flottante). Ciò rende sempre indefiniti la posizione e l'allineamento dell'oculare, e così il lavoro di centratura appare sempre un po' aleatorio. Come se non bastasse, capita spesso che, ruotando l'oculare nella propria sede, attorno al proprio asse, avvenga ancora qualche mutamento nella centratura: l'asse meccanico dell'oculare non coincide del tutto con l'asse ottico.

A questo punto, facendo finta di aver compensato tutti i nefasti effetti appena nominati, i due assi dei due "sistemi tubo" dovrebbero essere parfocali e paralleli.; la focalizzazione operata prima dovrebbe essere rimasta.

E qui nasce un'altra complicazione: qualunque movimento di inclinazione dei prismi (che non sono "a facce parallele" ma otticamente è come se lo fossero poiché il fascio incide ed emerge perpendicolarmente ad una faccia) può modificare lo spessore di vetro che il fascio attraversa in essi, cioè il cammino ottico. Ciò può alterare un poco la focalizzazione del "sistema tubo". Bisogna procedere reiterando le due procedure, focalizzazione e centratura, ed ottimizzando il risultato finale per approssimazioni successive. Naturalmente, in entrambi i canali.

Se il difetto di parcentratura fra i due "sistemi tubo" è piccolo, invece di spostare i prismi, è meno critico servirsi di altre due possibilità.

– Traslare il supporto del singolo tubo porta-oculare. Nelle figg. 1404/05/06 (pag. 582) è indicato con 68 un piccolo telaio prismatico su cui è fissato il tubo stesso. Il telaio 68 è fissato alla piastra girevole 74 da tre viti a taglio (70). Allentando tali viti è possibile ritoccare la posizione del telaio 68, e quindi del tubo porta-oculare, senza alterare la posizione del prisma.

– Ogni boccola porta-oculare (65 in fig. 1404, sempre a pag. 582) è avvitata su una flangia (67) che è fissata sul telaio 68 da altre tre viti a taglio. Anche qui, allentando queste tre viti e sfruttando il gioco dei loro fori, è possibile eseguire altri piccoli ritocchi.

Ora, senza nulla muovere e con tutte le viti ben strette, si possono inserire, uno alla volta, i **vari galileiani** e ripetere i passi della focalizzazione e della centratura che erano stati effettuati nella posizione vuota del cambiatore d'ingrandimento.

Per la focalizzazione, si devono avvitare o svitare i membri divergenti dei galileiani: quelli superiori (51 nelle figg. 1399 e 1402, pagg. 580/581) e quelli inferiori (61 nella fig. 1402).

Per la centratura, occorre ricordare che l'ingrandimento è diverso per ogni galileiano, e quindi il movimento della lente deve spostare il centro del reticolo proporzionalmente all'ingrandimento.

La posizione dei due tubi porta-oculare, ritoccata col metodo sopra descritto, non deve più essere modificata poiché in questo modo si altererebbe la parcentralità fra i due "sistemi tubo".

La centratura dei singoli galileiani si effettua sfruttando il gioco delle due viti che fissano la flangia ovale in cui è alloggiato il barilotto delle lenti divergenti; si vedano i particolari 51 nelle figg. 1398/99 a pag. 580 e le figure qui sotto.

Fig. 1413 – Tolto l'obbiettivo comune, dal lato inferiore del corpo sono accessibili le lenti divergenti inferiori dei galileiani con le loro flange ovali (80).

Per accedere però alle due viti che fissano le flange, è necessario togliere i dischi forati (56), già visti nella fig. 1401 a pag. 581. Per questo è naturalmente necessario smontare i tamburi.

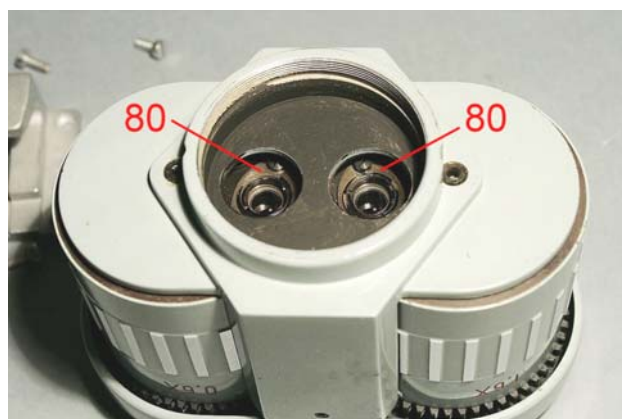
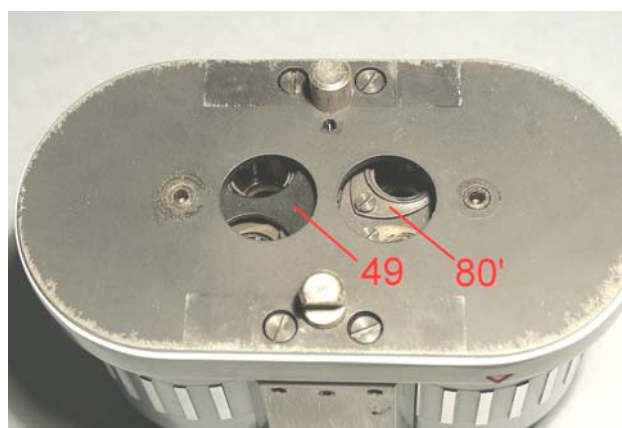


Fig. 1414 – Dal lato superiore del corpo si può accedere alle lenti divergenti superiori ed alle loro flange di fissaggio (80') ruotando leggermente i tamburi. Ma questo vale per il canale sinistro.

Per l'altro canale occorre prima aprire il corpo e togliere il disco 49, fissato da tre viti (vedi le figg. 1398/99 a pag. 580).



NB: la parcentratura fra i due canali è più importante della parcentratura fra i vari ingrandimenti poiché l'occhio è più sensibile alla prima che alla seconda.

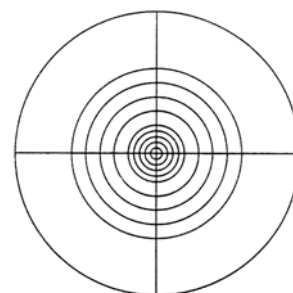
Tutte le operazioni descritte finora sono state effettuate con l'obbiettivo principale smontato. Ora lo si può rimontare, e tutto dovrebbe funzionare a dovere.

A questo punto, si potrebbe pensare che sia più semplice operare senza collimatore, osservando direttamente un oggetto piano posto sulla base, un oggetto in cui sia ben visibile un piccolo dettaglio. Si può confezionare un tale oggetto disegnando su un cartoncino dei cerchi concentrici (figura a lato).

Fig. 1415 – Non è difficile disegnare un oggetto simile con una mascherina a fori circolari ("cerchiometro") o con un compasso. I diametri utili per il nostro caso possono andare da 2 a 20 mm.

Si potrebbe focalizzare e centrare secondo il procedimento sopra indicato, semplicemente osservando quest'oggetto. Ma ...

Effettivamente, è sempre bene verificare il risultato finale con



questo metodo, ed eventualmente ritoccare qualcosa.

Ma c'è qualche inconveniente.

Quando si mette a fuoco l'oggetto, non si saprà mai se con la macrometrica si corregge in realtà un errore di focalizzazione dei "sistemi tubo" o dell'intero microscopio.

Un tal errore si ripercuote poi sulla focalizzazione dei vari galileiani.

Si ricordi che un errore di focalizzazione in uno stereoscopico porta sempre ad un'alterazione della parcentralità fra i due canali in direzione orizzontale; quindi occorre essere sicuri che i "sistemi tubo" ed i galileiani siano ben focalizzati all'infinito per non complicare i problemi di parcentralità.

Per questo è quasi impossibile ottimizzare la parcentratura senza prima verificare la focalizzazione, almeno dei sistemi tubo. Per questo occorre operare prima di tutto col collimatore.

Poi, per la parcentralità fra i sistemi tubo e fra i galileiani, è invece possibile basarsi sull'osservazione di un oggetto come quello appena visto, con l'obbiettivo principale montato. Come già detto, l'operatore dovrà essere emmetrope o indossare gli occhiali "per lontano".

Ancora un dettaglio.

In molti stereoscopici CMO, i galileiani sono montati su un tamburo ad asse orizzontale, come si vede nello schema di fig. 1395a (pag. 579). Due sistemi per cinque diversi ingrandimenti.

Ciò comporta due inconvenienti.

– Ogni sistema galileiano serve per due diversi ingrandimenti e quindi, quando lo si centra e lo si focalizza per un dato ingrandimento, si influenza anche l'altro. Se tutto fosse perfetto, ciò non dovrebbe produrre inconvenienti. La messa a punto dovrebbe valere per entrambe le posizioni. Ma ...

– Sulla posizione dei galileiani, e quindi anche sulla loro centratura, influiscono due fattori meccanici: la posizione ed il gioco dell'albero orizzontale che porta il tamburo ed il gioco nelle posizioni d'arresto del tamburo stesso (in genere determinate da una punta molleggiata che entra in appositi solchi sull'orlo del tamburo).

Questi inconvenienti valgono anche per il sistema a due tamburi del Galileo che stiamo esaminando, ma in quest'ultimo caso i galileiani sono sempre verticali, mentre nel caso normale un errore nella posizione dell'asse o della molla di arresto fa lavorare i galileiani inclinati.

Gli oculari

Si tratta di buoni oculari positivi acromatici, ricetta di Ramsden modificata, a grande campo ($s' = DV = 20$ mm; DV = diametro del diaframma di campo visivo).

Il diametro esterno dell'oculare è pari a 30 mm; la sua lunghezza è di 30 mm, sotto alla spalla.

Attorno alla montatura della lente oculare vi è una filettatura su cui si può fissare una conchiglia para-luce.

La superficie esterna della lente oculare è leggermente opacizzata, probabilmente per un fisiologico invecchiamento.

L'altezza della pupilla d'uscita non è molto elevata, ma sufficiente: 12 mm. L'immagine intermedia si trova, come di norma, a 10 mm dalla spalla d'appoggio.

Scheda tecnica n° 75

Gli OBIETTIVI FORTI di “c’era una volta ...”

Può capitare al collezionista o al riparatore di trovarsi davanti a strumenti od obbiettivi di vecchia fabbricazione. Problemi di restauro o manutenzione sono allora inevitabili.

Vogliamo qui occuparci di obbiettivi forti a secco, entrati in uso nella prima metà del secolo scorso. Si tratta di 2 obbiettivi 42/0,66 e tre obbiettivi 64/0,92. Per confronto, un obbiettivo più recente, a correzione, 60/0,85.

I primi cinque sono di costruzione italiana (F.lli Koristka e Officine Galileo), l’ultimo di costruzione cecoslovacca (Meopta).

Tutti questi obbiettivi presentano una vite d’attacco a passo inglese (MRS), ma una lunghezza ottica (L_o , “lunghezza di parfocalità”) oscillante fra 36 e 37 mm, un valore molto diffuso allora. Tranne l’ultimo, nessuno presenta una ghiera di correzione della sferica (per compensare eventuali errori nello spessore della lamella).

I primi due, sono d’ingrandimento pari a circa 42 mm, mostrano un’apertura di circa 0,66, di poco superiore ai corrispondenti obbiettivi moderni di pari ingrandimento.

I successivi tre hanno un’apertura assai spinta, superiore a 0,9, valore che oggi è solo raramente raggiunto, a parità d’ingrandimento. È evidente che, per lungo tempo, la preoccupazione dei costruttori era di offrire la massima risoluzione possibile, attraverso valori elevati d’apertura. Vedremo che, spesso, veniva trascurato qualche parametro costruttivo (meccanismi di centratura, ad es.), pur curando le aberrazioni del punto assiali (sferica e cromatica longitudinale) ed extra-assiali (coma, astigmatismo, cromatica laterale, che si presentano solo fuori dal centro immagine). Lo spianamento dell’immagine non era ancora entrato nell’uso corrente.

La preoccupazione di elevata apertura/risoluzione aveva fatto però dimenticare ai costruttori il problema della correzione finale dell’aberrazione sferica, un’aberrazione che si presenta su tutto il campo, e dipende da molti fattori, fra cui lo spessore della lamella (o copri-oggetto) e la lunghezza del tubo. Il suo valore, in una lente semplice, è proporzionale al cubo dell’apertura.

Pertanto, gli obbiettivi di apertura superiore a 0,5, tanto per dare un’indicazione di massima, divengono sempre più sensibili allo spessore effettivo della lamella: per aperture superiori a 0,8, la tolleranza è di pochi micron. Se si considera che lo spessore reale dei vetrini commerciali differisce di almeno 0,01 mm (10 μ) rispetto al valore nominale e può variare anche di più all’interno di una stessa scatola o anche da un punto all’altro della stessa lamella, si comprende che la correzione finale della sferica è esposta ad errori poco prevedibili. Si aggiunga che, oltre allo spessore della lamella, rientra nella correzione della sferica anche lo spessore del mezzo di montaggio (“balsamo” o simili) interposto fra la superficie inferiore della lamella ed il punto osservato dell’oggetto, che può avere anch’esso spessore variabile.

Se ne conclude che, all’atto pratico, nessuno può sapere esattamente se il punto dell’oggetto osservato in quel momento è coperto da uno spessore eccessivo o insufficiente di vetro + balsamo. Davanti a questa incertezza, è probabile che l’obbiettivo non lavori in condizioni ottimali, la sferica non risulti ben corretta, e la risoluzione finale non sia quella che l’obbiettivo consentirebbe in condizioni ideali.

Molti costruttori risolvevano il problema offrendo, per la maggiori aperture, obbiettivi ad immersione, notoriamente poco o pochissimo sensibili alla spessore della lamella³.

Ma i fastidi dell’immersione erano, e restano, tali da spingere la produzione di obbiettivi a

³ Non del tutto insensibili, visto che il vetro e l’olio da immersione non hanno mai lo stesso indice e la stessa dispersione. Infatti, i migliori costruttori consigliano tassativamente di usare i propri obbiettivi ad immersione con lamella oppure senza lamella, oppure offrono tali obbiettivi in due versioni: da usare solo con oppure senza lamella.

secco forti, come quelli che stiamo descrivendo. Purtroppo, inizialmente non si era dato sufficiente peso alla correzione della sferica, e gli obbiettivi più forti venivano progettati con elevate aperture, da usare con lamelle di spessore esatto: $0,17 \pm 0,005$ mm. Date le considerazioni sopra esposte, tali condizioni sono irrealizzabili, se non per caso.

Così, in seguito, vennero introdotti gli obbiettivi “a correzione”, dotati di un meccanismo interno che influisce sulla correzione totale della sferica, e che può essere manovrato dall'esterno cercando, volta per volta, il miglior risultato.

In teoria, essendo il meccanismo dotato di graduazione, sarebbe possibile regolare a priori l'obiettivo per le migliori condizioni di correzione, per ogni punto di ogni vetrino. Data però la difficoltà di conoscere lo spessore globale di lamella + balsamo, rimane in pratica il solo procedimento empirico: regolare il meccanismo per tentativi, cercando di ottenere momento per momento il miglior micro-contrasto nell'immagine finale.

Il meccanismo di correzione che stiamo illustrando consiste in una ghiera esterna graduata (vedi la fig.1448) collegata ad una vite interna che fa variare la distanza fra le lenti (spesso, ma non sempre, la frontale e la seconda).

Gli obbiettivi che stiamo esaminando, tranne l'ultimo, più moderno, non presentano il meccanismo di correzione: segno della loro vetustà. I controlli allo star test, con lamella rigorosamente di spessore $d = 0,17 \pm 0,005$ mm, dovrebbero allora indicare una correzione della sferica molto buona. Ma vedremo che non è sempre così. Nulla è perfetto.

Un altro parametro che indica la poca modernità del progetto dei nostri obbiettivi, è la mancanza di una montatura molleggiata, “telescopica” o “a pompa”, quella che consente al pacco lenti di rientrare nella montatura generale appena tocca il vetrino. Questo accorgimento, prezioso per proteggere vetrino ed obiettivo da facili danni, non era ancora molto usato prima della seconda guerra mondiale.

Mancando il meccanismo di molleggiatura, non è necessario un barilotto generale che scorra all'interno di una montatura generale: vedremo che i nostri obbiettivi sono spesso costituiti da una base, con la vite di fissaggio, eventualmente chiusa superiormente da un diaframma di uscita; su questa si avvita un barilotto generale fisso, all'interno del quale si trovano impilati rigidamente i barilotti delle singole lenti. Non esiste una camicia esterna, che del resto sarebbe inutile.

Un'altra cosa che denuncia la vetustà dei nostri obbiettivi è la mancanza di lente flottante e quindi di fori di centratura. Ciò significa che la centratura generale di questi sistemi è affidata alla centratura dei singoli barilotti, senza possibilità di correzione in sede di assemblaggio.

Vedremo se tale tecnica costruttiva ha dato risultati ottimali per ognuno dei sistemi che esamineremo.

Da notare anche la notazione: fino a circa la metà del '900 non si usava indicare sugli obbiettivi e sugli oculari l'ingrandimento proprio, ma un numero convenzionale da cui, con apposite tabelle fornite dal costruttore, si ricavava l'ingrandimento (vedi in questo sito, sezione “Approfondimenti di microscopia”, l'art. n° 28 [“La notazione ...”]). La numerazione non era sempre la stessa per tutti i costruttori, ed era difficile essere sicuri delle caratteristiche dell'obiettivo, a meno di ricorrere a misure dirette (si veda, in questo sito, sezione “Approfondimenti di microscopia”, il manuale “Problemi tecnici della microscopia ottica”, capp. 12.1, 12.2 e 31.2.1).

DUE OBBIETTIVI “MEDI” (fig. 1416 e segg.)

Cominciamo da una coppia di obbiettivi dello stesso costruttore (F.lli Koristka, Milano) di età leggermente diversa (anni 1930-40).

Molte loro caratteristiche sono comuni, ma qualche differenza è evidente nelle finiture: in ottone trattato nel primo, in ottone cromato o verniciato nel secondo.

Entrambi sono acromatici, secondo la classica ricetta di Amici: frontale semplice, quasi emisferica, e due doppietti seguenti.

Questi obbiettivi venivano prodotti anche in versione semiapocromatica: proprio la casa

Koristka, per evitare le difficoltà delle ricette apocromatiche, che in quell'epoca ricalcavano i primi progetti di E. Abbe, introdusse nei suoi sistemi alcune lenti in fluorite, col risultato che la correzione dell'aberrazione cromatica longitudinale non era di tipo apocromatico (coincidenza del fuoco per tre diverse lunghezze d'onda) ma la curva "lunghezza focale in funzione della lunghezza d'onda" era comunque molto appiattita rispetto alle ricette acromatiche corrispondenti. In altre parole, l'aberrazione cromatica era fortemente migliorata. Le versioni "a fluorite", poi largamente imitate da quasi tutti i costruttori, erano allora indicate con un asterisco (*) o con l'acronimo "Fl". Poiché i nostri due esemplari non mostrano né asterisco né l'acronimo Fl, sono da ritenere acromatici.

Per quanto riguarda la correzione dell'aberrazione cromatica laterale (CVD), sia gli acromatici medio-forti che i semiapocromatici e gli apocromatici non potevano a quell'epoca essere del tutto corretti, per cui esigevano l'uso di apposti oculari "compensatori".

Oggi, i migliori costruttori producono serie di obbiettivi "CF", "color free", in cui la CVD è sempre totalmente corretta, e l'uso di oculari compensatori è inutile. Ma la maggior parte degli strumenti di classe medio-bassa utilizza ancora le ricette classiche, di minor complessità, e richiedono quindi ancora oculari compensatori. Fanno eccezione gli acromatici deboli (che richiedono oculari acromatici).

Ebbene, i nostri due campioni richiedono oculari compensatori, com'era da prevedere (figg. 1419 e 1424).

La notazione di entrambi mostra il numero 6 il quale dovrebbe corrispondere all'ingrandimento nominale di 42:1, supposto una lunghezza di tubo $L_m = 160$ mm. Sappiamo però che l'ingrandimento di un obiettivo dipende anche dalla posizione del primo fuoco dell'oculare, cioè dalla posizione effettiva dell'immagine intermedia. Ebbene, la distanza fra tale immagine e l'orlo del tubo, da indicare con "Ai", variava a quei tempi entro ampi limiti, spesso fra 10 e 15 mm, a volte fino a 30 mm, mentre oggi è stabilizzata in 10 mm (norme DIN) o 13 mm (TGL). Risultato: cambiando oculare, variava anche l'ingrandimento dell'obiettivo. E non sempre il tubo aveva la lunghezza corretta. Un caos.

Eseguire una misura oggi ha senso solo disponendo dell'oculare originale dello stesso costruttore o, piuttosto, di tutti gli oculari prodotti da esso in quell'epoca. Del resto gli stessi costruttori hanno mostrato la tendenza, verso la metà del '900, ad arrotondare i valori. Nel caso nostro, 40:1.

Presso altri costruttori, come la Leitz, il numero 6 corrispondeva ad un ingrandimento di 45:1.



Fig. 1416 – Due obbiettivi di medio ingrandimento, due versioni della stessa ricetta, della prima metà del '900. I contenitori sono in ottone tornito, con vari tipi di finitura. La lunghezza ottica (L_o) è di 36 mm, con un tubo di lunghezza convenzionale di $L_m = 160$ mm.

Fig. 1417 – La struttura meccanica è semplice (obb. A):

- tre barilotti separati per i tre membri, la frontale (2) ed i due doppietti successivi (3 e 4), secondo la classica ricetta di G. B. Amici;

- i tre membri sono infilati con stretta tolleranza in un barilotto comune (1), su cui si avvita la base con la vite di fissaggio (7);

- il pacco lenti (2 + 3 + 4) termina con un diaframma superiore (5); su di esso, un cilindro distanziale (6) viene serrato dal filetto della base 7. Si noti che il distanziale 6 è indebolito da due cerchi di tagli, sfalsati fra loro, in modo da offrire un certa elasticità al distanziale stesso



Fig. 1418

L'obbiettivo B della fig. 1416.

A parte le diverse finiture, la parti meccaniche e la struttura ottica sono le stesse.

Anche le prestazioni sono simili, come si vede nelle figure seguenti.



L'apertura raramente veniva indicata a quell'epoca dal costruttore. La misura effettuata (si veda, in questo sito, sezione "Approfondimenti di microscopia", il manuale "Problemi tecnici della microscopia ottica", cap. 31.2.2) fornisce i valori di $NA = 0,67$ per quello più antico (fig. 1417), e $0,65$ per il più recente, quello cromato (B, fig. 1418). Questi valori sono assai praticati negli obbiettivi moderni: il diffusissimo obiettivo "medio" a secco presenta la notazione "40/0,65".

La distanza di lavoro supera il mezzo millimetro ($WD = 0,55$).

Si tratta dunque di sistemi con caratteristiche del tutto corrispondenti ai modelli attuali di media qualità.

A questo punto occorre però esaminare altri parametri: il contrasto e la correzione delle varie aberrazioni (vedi, in questo sito, l'art. n° 18 ["Come controllare ed intervenire ..."], pag. 24).

Il **contrasto** si apprezza bene con un reticolo (tipo Ronchi) a righe parallele trasparenti ed opache, con un passo intorno ai 40μ . La misura obbiettiva del contrasto richiede un microfotometro, di difficile reperibilità, e nessuna foto può rendere con assoluta fedeltà le caratteristiche di un'immagine, ma l'esperienza ed il confronto con altri obbiettivi simili possono dare un'idea piuttosto precisa.

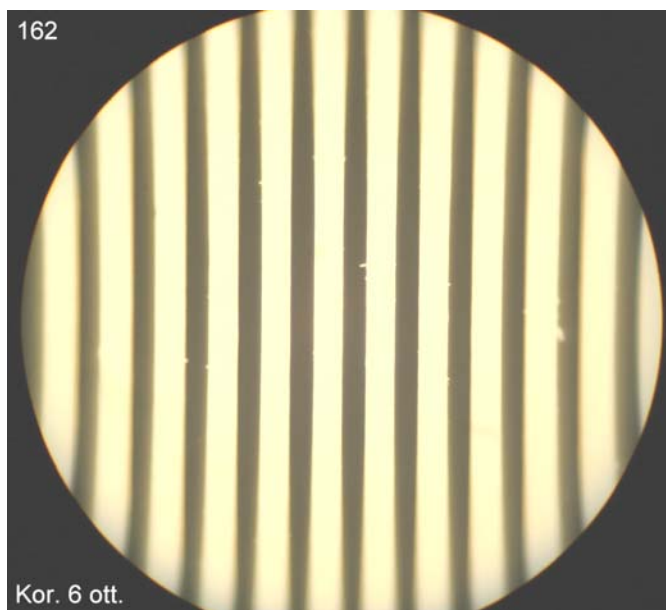
Fig. 1419 – Il reticolo a righe parallele, passo 40 μ , osservato con l'obiettivo A della fig. 1416/17 ed un oculare semi-compensatore Turi WF 10 $\times$ /20 ∞ con indice di campo $s' = 20$ mm.

Il contrasto è buono.

La distorsione è piuttosto forte.

Dalla foto a lato si può anche valutare la **planeità del campo** e la **cromatica, longitudinale e trasversale**.

Riguardo alla planeità, essa appare non corretta. Ciò è ovvio in un obiettivo acromatico, ma si noti che, a quell'epoca, gli obiettivi venivano corretti per un campo immagine (indice di campo) di 15-18 mm, mentre qui stiamo guardando un campo di 20 mm. Moderiamo il giudizio.



Un uso ragionato del reticolo lascia capire molte cose: riguardo alla cromatica longitudinale, un semplice controllo si può eseguire foccheggiando leggermente intorno alla posizione di miglior fuoco. Se i margini delle righe opache del reticolo, al centro del campo, non mostrano apprezzabili bordature colorate, che cambiano colore al variare del fuoco, l'aberrazione è ragionevolmente corretta. È quanto si verifica nel nostro obiettivo.

Riguardo alla cromatica trasversale (CVD), si vede nella figura sovrastante che i margini delle righe del reticolo alla periferia del campo sono quasi prive di frange colorate, su tutto il campo di 20 mm. Quell'aberrazione appare dunque ben corretta, ma naturalmente, trattandosi di un acromatico classico, è stato necessario utilizzare un oculare almeno parzialmente compensatore.

Il controllo della **sferica** invece si esegue al meglio con lo star test (si veda, in questo sito, sezione "Approfondimenti di microscopia", l'art. n° 21 ["Lo star test ..."]). Si utilizzi un oculare il più forte possibile e si porti qualche forellino al centro del campo.

Nelle figure seguenti si può osservare il comportamento del nostro obiettivo (A della fig. 1416/17, Koristka 6, versione in ottone lucidato), accoppiato con un oculare compensatore 10 $\times$, al centro del campo, con "fuoco lungo", "miglior fuoco" e "fuoco corto".

Le immagini sono state ingrandite circa cinque volte con mezzi elettronici.

Si osservi che le due posizioni di "fuoco alto" e "fuoco basso" mostrano centriche non uguali: l'immagine "ad anelli" si forma col fuoco alto, il che denuncia una leggera sovracorrezione della sferica. Tali figure non sono del tutto simmetriche attorno al loro centro, e pertanto si può supporre un piccolo errore di centratura, inevitabile in un obiettivo che, come si è visto sopra, è privo di lente flottante e fuori di centratura.

In condizioni di "miglior fuoco", la centrica è abbastanza regolare.

Fig. 1420 – Le centriche sono del tipo "ad anelli", non del tutto simmetriche.



Fig. 1421 – Il “miglior fuoco”. Centriche non del tutto simmetriche, ma ben riconoscibili: è visibile il primo anello.

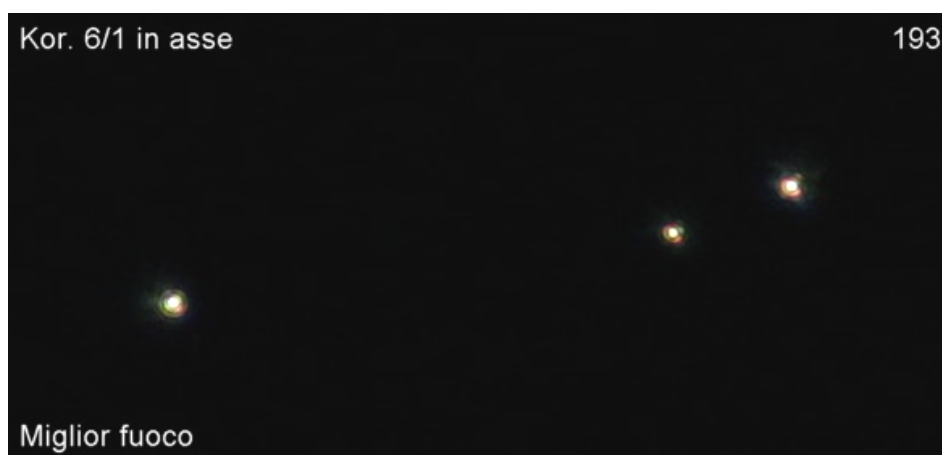
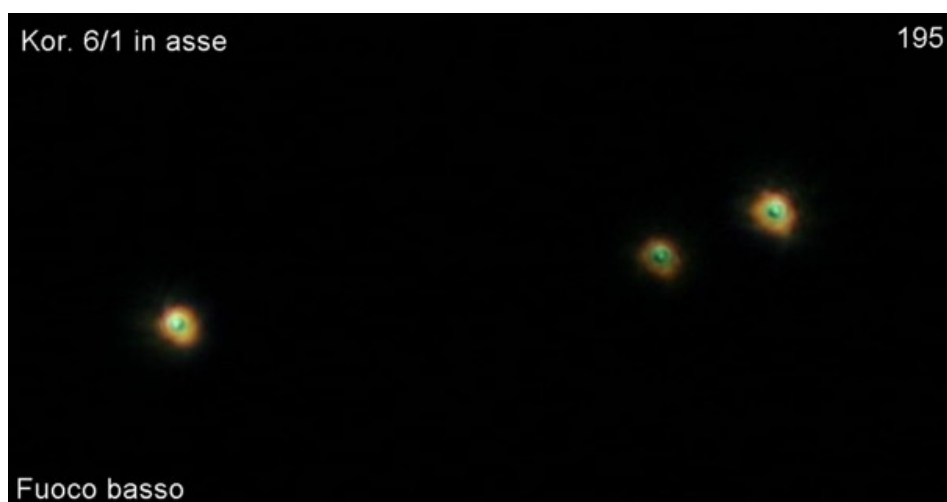


Fig. 1422 – Le centriche sono anche qui poco simmetriche. Piccolo errore di centratura.



Per le **aberrazioni extra-assiali**, sui margini di un campo di 18 mm (un valore classico per gli obbiettivi non grandangolari), si osserva invece lo star test lontano dal centro del campo.

Fig. 1423 – Lo star test, osservato sui bordi del campo dell'obiettivo A della fig. 1416/17 con un oculare semicompensatore con indice di campo $s' = 18$ mm. Nelle condizioni di miglior fuoco, è ancora evidente un'asimmetria delle centriche.



In quest'ultima figura, poiché le “code” sono rivolte più o meno radialmente, si può concludere che si tratta di un residuo di coma non del tutto simmetrica, ma comunque derivante dal progetto. Si tratta di un residuo normale in un obiettivo acromatico di questa categoria.

Focheggiando leggermente, non si notano apprezzabili “focaline astigmatiche” (per le quali la centrica si allunga radialmente o tangenzialmente); l'astigmatismo è quindi ben corretto.

Conclusioni: l'obiettivo A di fig. 1416/17 mostra le seguenti prestazioni:

Contrasto: buono

Planeità di campo: modesta. Distorsione: forte.

Cromatica longitudinale: ben corretta.

Sferica: leggermente sovracorrecta.

Cromatica laterale (CVD): corretta con un oculare compensatore.

Coma/astigmatismo: leggero residuo di coma.

Centratura: imperfetta. Questo difetto è legato alla mancanza delle strutture che consentono la centratura finale dopo-montaggio.

Un discreto obbiettivo dunque, ma non del tutto curato nella realizzazione, in quanto la correzione finale della sferica non è stata perfezionata (dipende dalla distanza fra le lenti, che si aggiusta in sede di montaggio con eventuali anelli distanziali sottili, vedi la fig. 1442) e la centratura finale non è possibile.

Ora esaminiamo l'obbiettivo 6 a superficie cromata, il B della fig. 1416/18, sempre della casa Koristka, con struttura, ingrandimento ed apertura assai simili (fig. 1418).

Fig. 1424 – Confrontando questa foto con quella di fig. 1419, è difficile notare qualche differenza. C'è da giurare che la ricetta è la stessa.

Simile contrasto, la stessa curvatura di campo, la stessa distorsione. Anche la CVD sembra ben compensata da un oculare semi-compensatore.

Andiamo più nel sottile, alla ricerca di quei residui di aberrazioni che il reticolo non può rivelare.

Anche qui, si nota una debole correzione della sferica ed una cattiva centratura.

Come già detto, la mancanza di lente flottante e di fori di centratura rendono inevitabile qualche errore che non si può correggere dopo il montaggio.

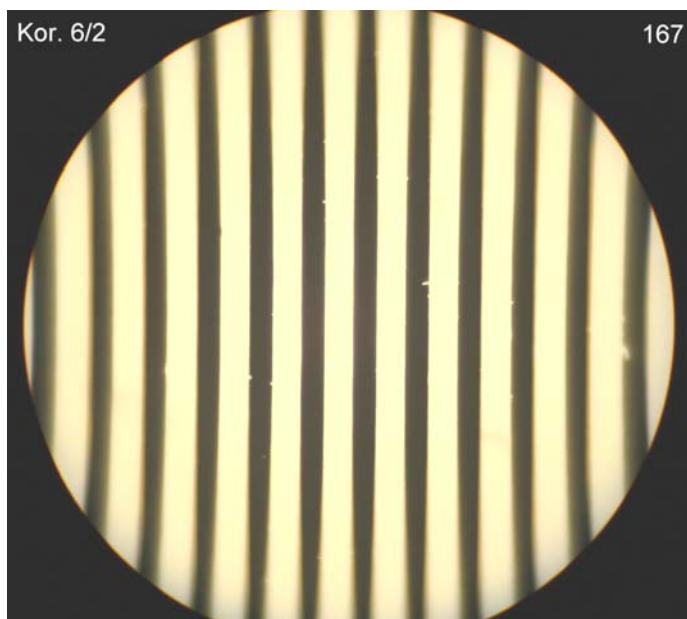


Fig. 1425 – Ancora centriche poco simmetriche (difetto di centratura); ancora immagine ad anelli col fuoco alto: sferica sovracorrecta.

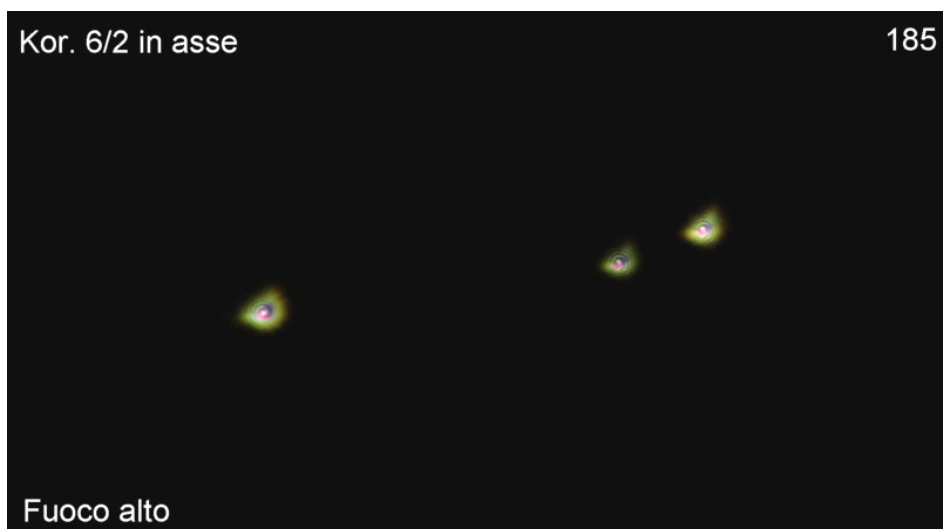


Fig. 1426 – Nel miglior fuoco, la centrica mostra almeno il primo anello, ma la simmetria della figura lascia a desiderare.

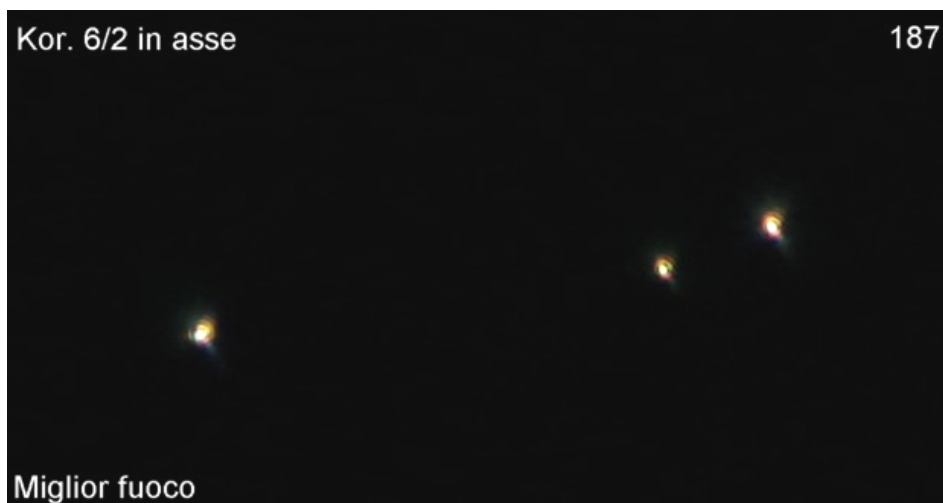


Fig. 1427 – A fuoco corto, immagine sfumata. Ancora dissimmetrie nella centrica.



Un'occhiata allo star test ai margini del campo, in corrispondenza di un indice di campo di 17 mm, può fornirci qualche altra informazione.

Fig. 1428 – La centrica è più irregolare rispetto al centro del campo, e qualche dissimmetria è evidente, ma i residui di coma ed astigmatismo sono molto ridotti. In confronto alla foto 1423 (l'altro obiettivo 6 in analoghe condizioni), la centrica è assai più "pulita". Il primo anello è quasi riconoscibile nella centrica meglio esposta (al centro).



Conclusioni: obiettivo discretamente corretto, migliore del precedente, ma male centrato.

TRE OBIETTIVI FORTI

Passiamo ad esaminare tre obiettivi "forti", una categoria tuttora in uso, molto in voga nell'anteguerra. Intendiamo parlare di obiettivi a secco d'ingrandimento superiore a 60:1 ed apertura superiore a 0,8. Abbiamo già rilevato che questi obiettivi erano, e sono, intesi ad offrire la massima risoluzione possibile evitando i fastidi dell'immersione.

Un modello assai diffuso nella prima metà del '900 era, almeno per i costruttori italiani, marcato col numero 8 (acromatico) o 8* o 8 Fl (semiapocromatici), con un ingrandimento nominale di 64:1. In quel periodo, la casa Leitz offriva un obiettivo analogo marcato "8a", con un ingrandimento nominale di 70 : 1.

La struttura non è molleggiata e quindi non vi è un barilotto generale scorrevole all'interno di una montatura generale. Mancano anche qui la lente flottante ed i fori di centratura.



Fig. 1429 – Tre obbiettivi del numero 8, con struttura molto simile, specialmente i primi due. La loro apertura, (valore misurato) è, rispettivamente di 0,92, per i primi due, e 0,90 per il terzo. L'ingrandimento nominale è 64:1; quello misurato è, rispettivamente, 64:1 – 66:1 – 59:1. La distanza di lavoro (WD) è, rispettivamente, di 0,15 mm – 0,17 mm – 0,17 mm.

Il primo è di produzione Koristka, gli altri due Galileo. Tutti sono semiapocromatici, com'è denunciato dalla presenza nella notazione di un asterisco o dell'acronimo "FI".

1) – KORISTKA "8*"

La struttura è ancora quella già vista per i primi due (vedi le figg. 1417/18); è la ricetta classica di Amici, con una frontale semplice e due doppietti.

Fig. 1430 – Sembra di rivedere la fig. 1417 (obbiettivo 6), sia riguardo alla struttura meccanica, sia a quella ottica.

Iniziamo i controlli.

Prima di tutto, il reticolo a righe parallele, sempre con passo $20 + 20 \mu$. Dato il maggiore ingrandimento, il numero delle righe visibili in un campo di 20 mm è minore di quanto si è visto con gli obbiettivi 6.



Nella figura seguente, confrontandola colle figure 1419 e 1424, si può rilevare un contrasto leggermente inferiore. Negli obbiettivi più forti, c'è sempre qualcosa da perdere.

Per il resto, stessa distorsione, stessa curvatura di campo. A quel tempo, non erano ancora in commercio gli obbiettivi planari.

Fig. 1431 – Il reticolo, visto con l'obiettivo Koristka 8* ed un oculare Turi 10×/20, semi-compensatore.

La cromatica laterale sembra ben corretta.

Proseguiamo i controlli collo star test, come al solito partendo dal “fuoco alto” al “fuoco basso”.

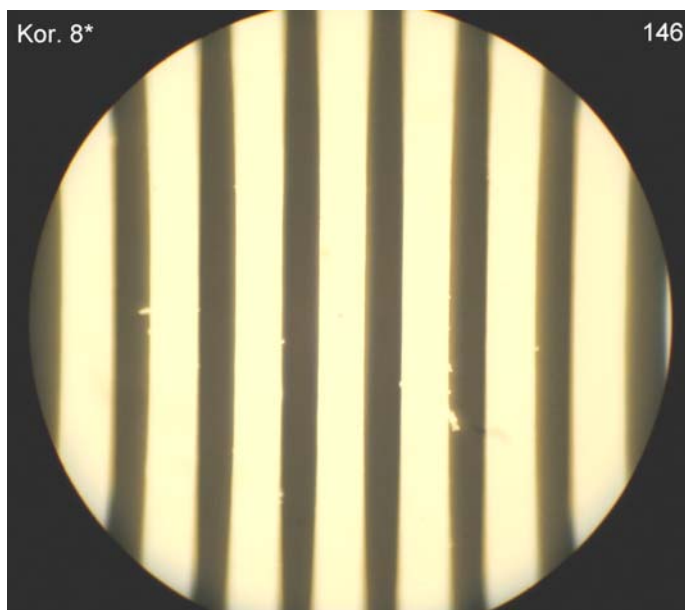


Fig. 1432 – Al centro del campo, la centrica non è certo simmetrica; evidente una certa coda di coma. La mancanza della lente flottante non può che causare qualche difficoltà.

L'immagine è, all'incirca, “ad anelli”.



Fig. 1433 – Anche nel miglior fuoco, la coda di coma è evidente.

È quasi invisibile il primo anello della centrica.

Si notino all'estrema destra due deboli centriche che non appaiono nella foto precedente e sono impercettibili nella seguente.



Fig. 1434 – Stessi rilievi della foto 1432, ma questa volta l'immagine è “sfumata”: la sferica è ancora sovracorrecta.

Per controllare la coma e l'astigmatismo, osserviamo lo star test ai margini del campo.



Fig. 1435 – Un piccolo residuo di coma non del tutto simmetrica (il centro del campo si trova in alto, fuori figura) è accettabile in questa categoria di obbiettivi.

L'astigmatismo però è impercettibile.



Globalmente questo obbiettivo mostra prestazioni assai simili al suo cugino n° 6 visto sopra: cattiva centratura (coma in asse), residuo di sferica sovracorrecta, modesta coma periferica da progetto. Astigmatismo quasi inesistente.

La distorsione e la curvatura di campo sono fisiologiche.

2) – GALILEO “8* - 64 × Off. Galileo 212772”

Questo sistema sembra dimostrare come i due costruttori italiani dell'epoca si scopiazzassero senza scrupoli. È difficile trovare differenze sostanziali rispetto al precedente della Koristka, a parte le finiture.

Fig. 1436 – Si può notare il tubetto distanziale elastico sulla destra, assai più lungo che nel corrispondente 8* Koristka. La montatura generale, infatti, è unica, invece che divisa in una base ed un barilotto generale.

Le finiture, in cromo e vernice nera fanno pensare ad una data di costruzione un po' più recente.



Fig. 1437a – Il meno che si possa dire, confrontandolo coi precedenti, è che questo obbiettivo non brilla in fatto di contrasto. Per il resto, stessa distorsione.

La curvatura di campo sembra contenuta.

Si noti però che i bordi delle righe chiare, anche al centro del campo, mostrano sfumature più forti a sinistra che a destra. Segno sicuro che la centrica soffre di qualche “coda” non simmetrica (vedi un dettaglio nella figura seguente).

Lo star test ci dirà di più.

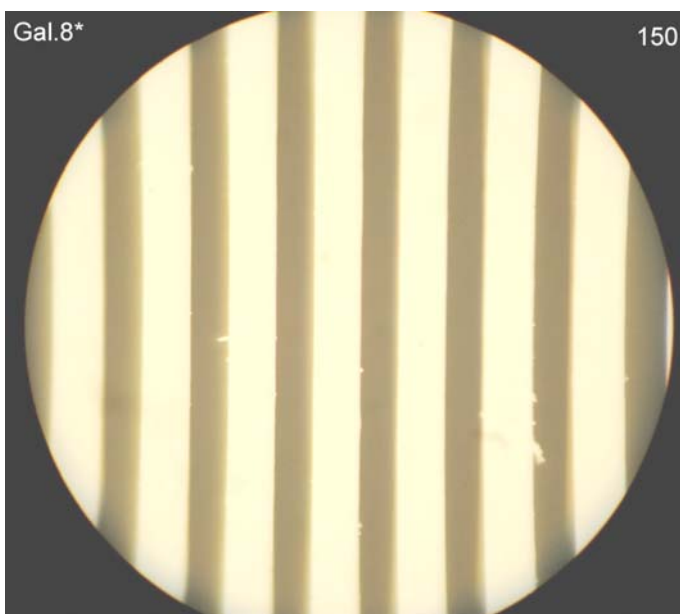


Fig. 1437b – In un dettaglio della figura precedente, si apprezza meglio la dissimmetria nei bordi delle righe. Ecco come, ad un attento esame, anche il reticolo può dare indicazioni orientative sull'esistenza di altri difetti dell'obiettivo: errori di centratura (coma in asse), sferica (dissimmetria fra le immagini sopra e sotto il miglior fuoco: fig. 1449b), ecc.

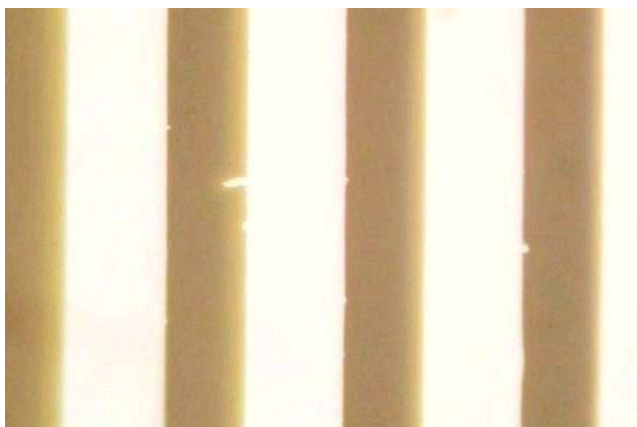


Fig. 1438 – Anche prima di raggiungere il fuoco ottimale, la coda di coma è piuttosto evidente.

Poiché siamo al centro del campo, bisogna dire che, piuttosto che curare le finiture, il costruttore avrebbe fatto meglio a curare la centratura.



Fig. 1439 – Anche curando la focalizzazione, la centrica è poco definita e con una forte coda verso sinistra.

Ecco spiegato il cattivo contrasto e l'asimmetria nei bordi delle righe del reticolo, osservati nella fig. 1437a/b.

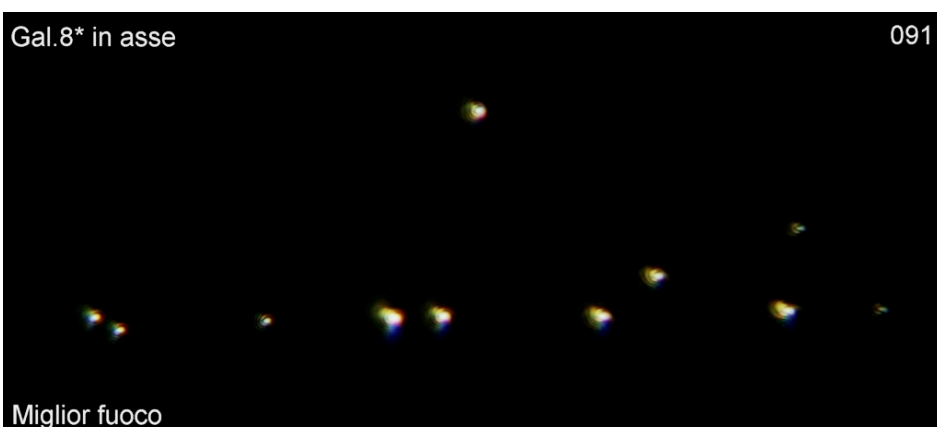


Fig. 1440 – Sfocando dall'altra parte, è anche peggio.

Sembra esistere un'asimmetria fra le centriche sopra e sotto il miglior fuoco, e quindi un residuo di sferica, ma le centriche sono così alterate dalla coma che si fa fatica a riconoscere l'immagine "ad anelli" e quella "sfumata".



Fig. 1441 –
Andando a guardare ai
margini del campo, le
cose non peggiorano:
segno che il progetto ha
corretto bene la coma
marginale e l'astigmati-
smo.

Se non fosse per la
cattiva centratura ...



Concludendo, quest'obiettivo sembra molto curato nel progetto (aberrazioni extra-assiali molto ridotte) e nelle finiture, ma il montaggio non ha realizzato una centratura decente. Un vero peccato.

3) – GALILEO “8^{FI} - 64 × Off. Galileo”

Ora invece vediamo una ricetta un po' più sofisticata, anche se l'apertura (misurata) è un po' minore degli esemplari precedenti (0,90).

Fig. 1442 – Le finiture e la
struttura meccanica sono le stesse
dell'obiettivo Galileo 8* appena
esaminato. Si veda, infatti, la
montatura generale (1) ed il lungo
tubetto distanziale (7).

Ma la ricetta ottica è diversa.
Sopra alla frontale (2), infatti, vi è
un menisco sottile convergente (3)
come nel progetto americano Tolles
e Spencer (“duplexfront”).

Si noti anche il sottilissimo
anello distanziale (freccia rossa)
il quale, modificando la distanza fra
le lenti 3 e 4, contribuisce alla
correzione della sferica.



Fig. 1443 – Sarà una ricetta sofisticata, ma
il contrasto è ancora peggiore.

La planeità dell'immagine è migliore che nei
casi precedenti ed anche la distorsione è ridotta.

La cromatica laterale è ben corretta con un
oculare semicompensatore.

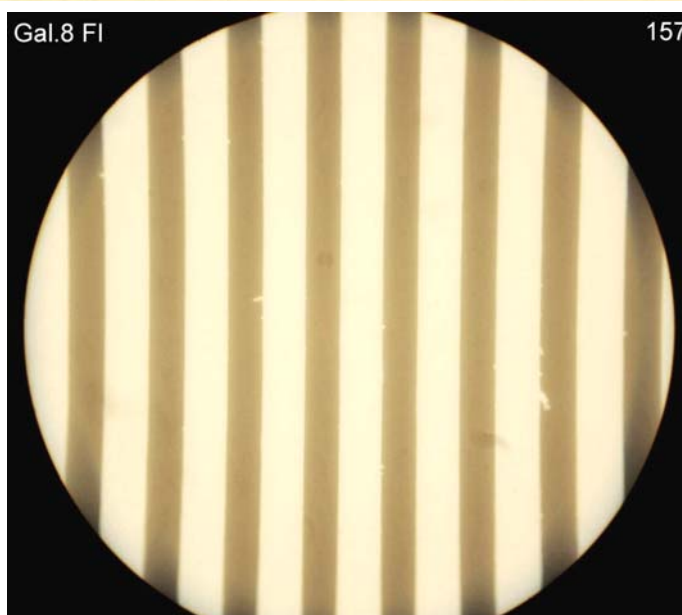


Fig. 1444 – Ancora centriche con una qualche “coda” per coma in asse. Qui però si riconoscono gli anelli di diffrazione.

L'immagine è chiaramente “ad anelli” e quindi la sferica è sovra corretta.



Fig. 1445 – S'intravede almeno il primo anello di diffrazione, ma la coda di coma è ben visibile.

Anche in questo caso, la centratura non è perfetta e la struttura meccanica non consente alcun intervento.



Fig. 1446 – Col fuoco basso, si ha un'immagine “sfumata” ben chiara, e quindi si può accertare che la sferica è sovra corretta.

Nessun anello di diffrazione è più visibile, coperto dalla sferica.



Fig. 1447 – La centrica è buona, come al centro del campo (confronta colla fig. 1445); quindi le aberrazioni extra-assiali sono ben corrette.

Si notano i piccoli spettri dovuti alla cromatica laterale, ma ciò è dovuto al fatto che l'oculare usato era acromatico invece che compensatore.



Alla fine: quest'obbiettivo è decisamente ben corretto, specialmente riguardo alla coma marginale, astigmatismo, curvatura di campo. Il contrasto è decisamente modesto (una lente in più, mancanza di trattamenti anti-riflettenti, riflessi sulle pareti dei barilotti?).

Per quanto riguarda la sferica, rimane un residuo, benché il costruttore abbia utilizzato un

sottile anello distanziale (fig. 1442).

Il problema principale rimane ancora una volta la centratura, come nei precedenti.

CONCLUSIONI

In generale, gli obbiettivi qui esaminati sono compatibili con la loro categoria, nel senso che risultano ben corretti, tranne per i frequenti residui di sferica.

Un grave difetto di montaggio in tutti quanti è invece la centratura imperfetta, con assenza dei meccanismi di ritocco oggi usuali (difetto più grave nell'obiettivo Galileo 8*, fig. 1439). Anche altri obbiettivi coevi di costruttori di grido (Leitz, ad es.) mostravano la stessa struttura e quindi una centratura aleatoria.

Pur trattandosi di prodotti dalle caratteristiche spinte, il problema della centratura è stato trascurato. A quel tempo, non era ancora entrata in uso la “lente flottante” e l'unica possibilità di ritocco in fase di assemblaggio era voltare i singoli barilotti attorno al loro asse. Nel primo obiettivo qui descritto (Koristka n° 6/A) il metodo è stato tentato dallo scrivente, ma con scarso profitto: è difficile ottenere un risultato corretto rimescolando gli errori dei singoli barilotti.

Per confronto, vogliamo qui esaminare un obiettivo di età posteriore (circa 1970), con analoghe prestazioni, di produzione Cecoslovacca (Meopta).

La notazione è: “K 60:1 - 0,85 613133” (la “K” indica “a correzione”). La lunghezza di tubo prevista dal progetto è $L_m = 170$ mm.



Fig. 1448 – È ben visibile, a metà altezza, l'anello godronato con la graduazione che indica lo spessore di copri oggetto per cui la sferica è meglio corretta. La graduazione va da $d = 0,08$ a $d = 0,28$ mm.

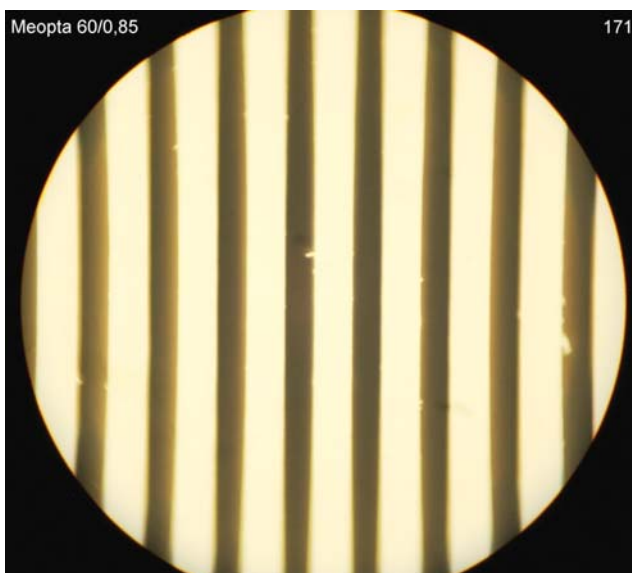
La distanza di lavoro è $WD = 0,25$ mm. Il contenitore è in plastica nera e trasparente.

L'elevato valore di apertura ed ingrandimento consentono di definire anche questo obiettivo come “forte”.

Ecco che, due o tre decenni dopo, i costruttori si sono rassegnati a costruire obbiettivi “forti” di tipo nuovo, “a correzione”, in grado di modificare la correzione della sferica per neutralizzare gli errori nello spessore della lamella, o magari nella lunghezza del tubo, che hanno tutti lo stesso effetto. Ne abbiamo parlato all'inizio di questa scheda.

Sottoponiamo il nostro campione ai soliti controlli.

Fig. 1449/a – Distorsione e curvatura di campo contenute. Contrasto discreto. CVD corretta (oculare semi-compensatore Turi 10×/20).



Questo obbiettivo consente di illustrare un piccolo accorgimento. Anche in questo caso, come abbiamo visto sopra per gli errori di centratura, un attento esame col reticolo consente di apprezzare anche i residui di sferica.

Si osservino due fotografie di dettaglio del reticolo al centro del campo, con focalizzazione un poco sopra ed un poco sotto il miglior fuoco.

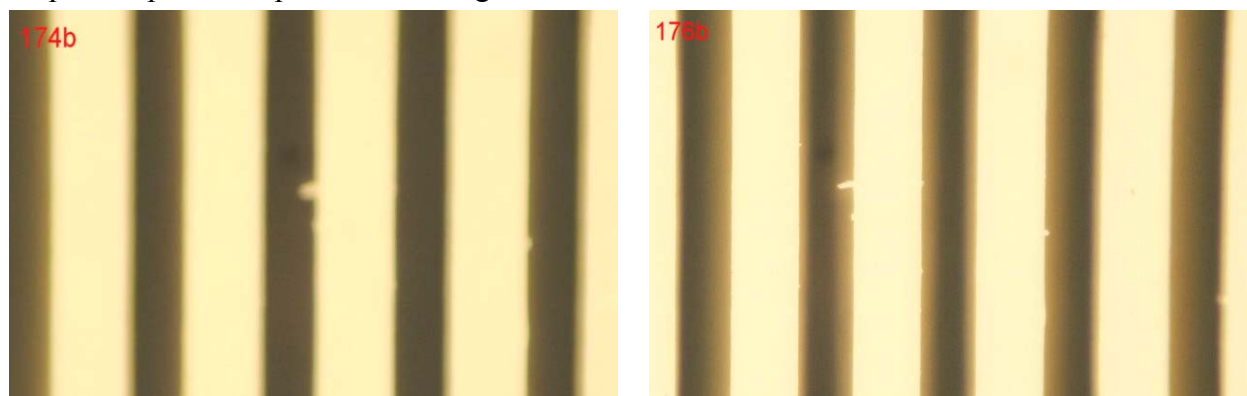


Fig. 1449/b – I bordi delle righe sono sfumati. Vediamo meglio. A sinistra (fuoco alto) i bordi sono indistinti, ma la densità (il livello di nero) interna alle righe è omogenea. Ciò si può spiegare con una sferica sottocorretta che provoca un'immagine sfumata, capace di danneggiare il micro contrasto, ma solo entro poca distanza dal confine dell'oggetto. A destra (fuoco basso), i bordi sembrano più netti, ma la densità sale dai bordi al centro delle righe nere. Ciò si spiega con un'immagine ad anelli che mostra un disco di Airy rimpicciolito (bordi netti) ma molti anelli intorno (che si spingono all'interno delle righe nere aumentandone la luminosità).

Una riflessione sul contrasto, in particolare sulla distribuzione della densità ottica nelle righe nere, sembra rivelare un residuo di aberrazione sferica.

Vediamo se lo star test conferma quest'ipotesi.

Fig. 1450 – A fuoco alto corrisponde un'immagine “sfumata”.

Che sia un residuo di sferica sottocorretta?



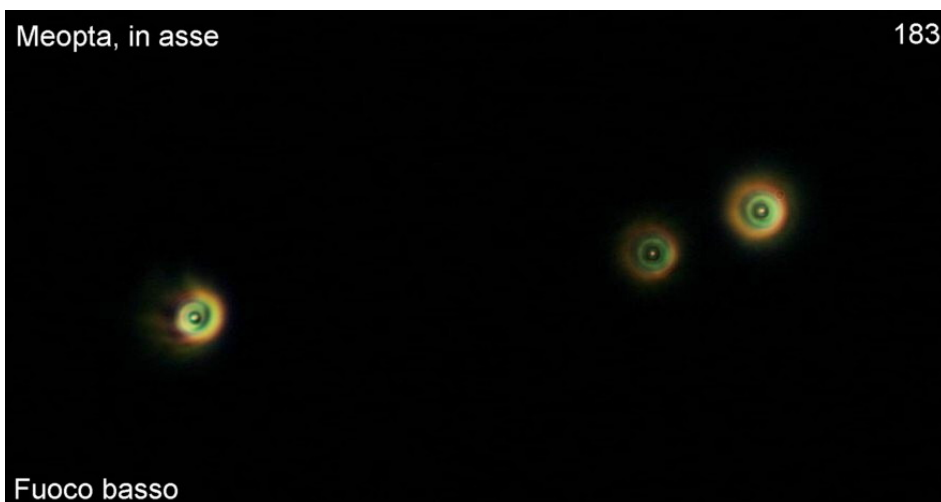
Fig. 1451 – Ottimizzando il fuoco, si mettono in evidenza uno o due anelli di diffrazione.

La simmetria della centrica non è perfetta: anche qui, un piccolo errore di centratura.

NB: in fabbrica, questa è un'operazione delicata, che richiede manodopera qualificata; molti costruttori “tirano via”.



Fig. 1452 – Ecco una classica “immagine ad anelli”. Si conferma un residuo di sferica sotto-corretta e si conferma quanto ipotizzato nella didascalia della fig. 1449b. Lo star test ha dato ragione all’esame col reticolo a righe parallele.



Ecco come il reticolo, benché assai meno sensibile dello star test, possa dare qualche valutazione di svariate aberrazioni.

Non si creda con ciò di poter rendere inutile l’esame allo star test: non si può fare a meno di controllare la forma e la struttura di dettaglio della centrica. Da quest’ultimo esame è possibile dedurre l’ammontare ed il tipo delle varie aberrazioni, al centro o ai margini del campo ed in varie condizioni di messa a fuoco. Il reticolo dà solo indicazioni di massima.

Su questo argomento esiste già qualche testo in questo sito, nella sezione “Approfondimenti di microscopia”: il manuale “Problemi tecnici della...”, capp. Da 18.2 a 18.4, gli articoli n° 11, 14, 18, 21, ecc.

Chiusa questa parentesi sul controllo della sferica del nostro obiettivo, un’occhiata alle aberrazioni extra-assiali.

Fig. 1453 – Non c’è male: coma e cromatica laterale ben corrette, ma sono evidenti le due focaline incrociate dell’astigmatismo.

Non si può avere tutto.



Ecco dunque un obiettivo più moderno, con struttura e caratteristiche ben diverse dai precedenti, nel complesso ben riuscito, anche se imperfettamente centrato. L’astigmatismo è stato un po’ trascurato, ma le aberrazioni del piano (curvatura e distorsione) sono ben controllate. In fondo, si tratta di un acromatico.

Per quanto riguarda il residuo di sferica visibile nelle foto 1450–52, può sorprendere: le foto sono state riprese con la ghiera di correzione in posizione “0,17” e con uno star test ben controllato. Evidentemente, la graduazione incisa sull’anello di correzione non corrisponde alla realtà. Come già rilevato, occorre sempre procedere per tentativi.

Il lettore interessato può fare anche un confronto con l’obiettivo Zeiss Plan-Neofluar 63/0,90, descritto nella scheda n° 71. Un altro obiettivo “forte”, decisamente migliore (semi-apocromatico), nonostante le sue difficoltà meccaniche.