

### Scheda tecnica n° 136

## Obiettivo LEITZ Fl Oel 100×/1,36 – ∞/0

Matr. A 35 79 26

Un obiettivo del tutto classico, ad immersione omogenea, con montatura molleggiata, lunghezza ottica (Lo) e passo di vite a norme DIN (45 mm e passo RMS, rispettivamente). L'acronimo "Fl" nella notazione indica un obiettivo contenente lenti in fluorite.

Nell'aspetto esteriore nulla di strano, né graffi né ammaccature.

Fig. 3102 – L'abito è quello tradizionale di queste vecchie serie della casa Leitz.

L'unica cosa non del tutto classica è la seconda coniugata, che è infinita ( $\infty$ ). Dopo il simbolo di  $\infty$  segue la cifra "0" (" $\infty/0$ ") il che sembra indicare che il preparato non deve essere coperto da lamella. Con l'immersione, se omogenea, la presenza o l'assenza del copri-oggetto non dovrebbe essere determinante; essendo però l'obiettivo a forte apertura, quindi a distanza di lavoro ridotta, può darsi che il costruttore sconsigli la lamella per evitare che l'obiettivo la tocchi durante la messa a fuoco.



La notazione, riportata nel titolo della scheda, riconduce però ad un catalogo Leitz del 1974, e qui viene denunciata una distanza di lavoro  $W = 0,26$ , non tanto piccola. Quindi, la ragione dell'esclusione della lamella dev'essere un'altra: quell'obiettivo è destinato alla metallografia, quindi all'episcopia, ed in quelle condizioni una lamella può sempre portare ad un riflesso che nuocerebbe al contrasto. I campioni per l'episcopia, del resto – di solito metalli, rocce, carboni, ceramiche, ecc. – non hanno bisogno in genere di essere protetti dalla lamella.

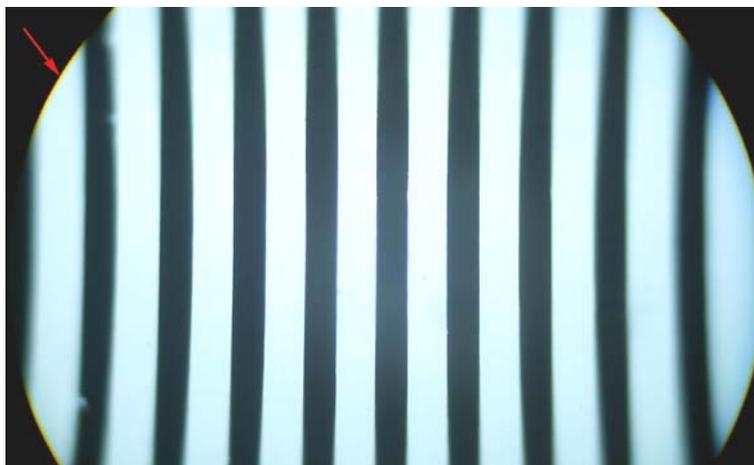
Il catalogo citato indica una focale di 2,5 mm. Poiché l'ingrandimento denunciato è 100×, la focale della lente di tubo deve essere  $2,5 \times 100 = 250$  mm (vedi, in questo sito, sezione "Microscopia ottica", l'art. n° 38, pag. 8).

Un primo esame, col solito reticolo Ronchi a righe trasparenti ed opache alternate, mostra un contrasto accettabile (l'obiettivo è ad immersione, e ciò porta spesso ad una perdita di contrasto). C'è di meglio.

Fig. 3103 – La distorsione è forte, e così la curvatura di campo (l'obiettivo non è planare).

Le righe più periferiche (l'oculare usato ha un indice di campo  $s' = 20$  mm) non mostrano bordi colorati: l'oculare era un debole compensatore, come dimostra l'orlo rossastro del diaframma di campo visivo (vedi la freccia rossa in alto a sinistra). Dunque l'aberrazione cromatica laterale (CVD) è ben compensata.

Reticolo  $20 + 20 \mu$ . Oculare semi-compensatore  $10 \times$ ;  $s' = 20$  mm.



Passiamo allo star test.

Fig. 3104/05/06 – Osservando al centro del campo e cercando il miglior fuoco, le centriche sono abbastanza regolari, ma non perfette.

Gli obiettivi ad immersione, come già accennato, raramente sono perfetti da questo punto di vista.

Confrontando

le immagini sopra e sotto il miglior fuoco si notano piccole differenze, segno di un' imperfetta correzione dell'aberrazione sferica.

Oculare semi-compensatore 10 ×.

Ingrandimento elettronico 4 ×.

Se inoltre osserviamo a maggiore ingrandimento la parte centrale del campo visivo (figura 1307, qui sotto), si notano discrete asimmetrie nella forma delle centriche.

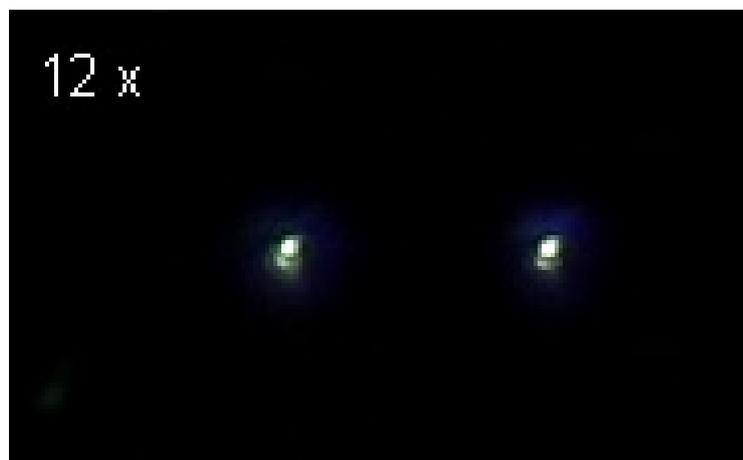
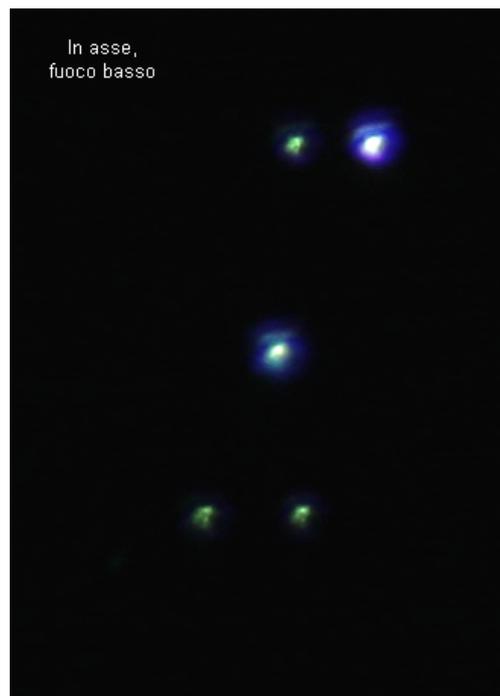
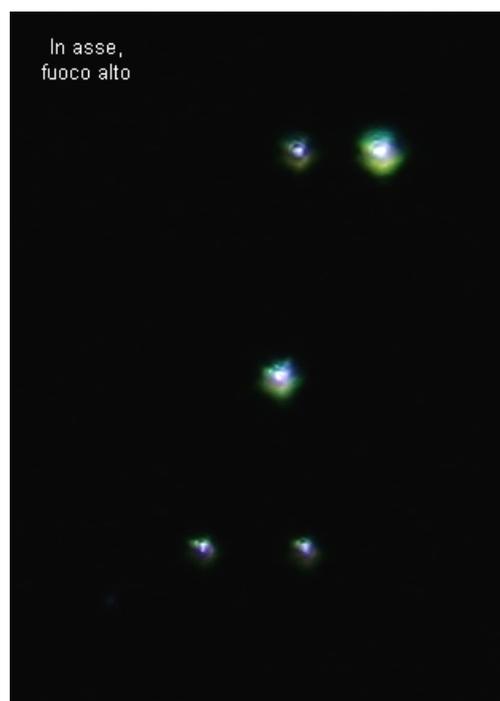


Fig. 3107 (sopra) – Le centriche appaiono leggermente sdoppiate, quasi ci fosse una leggera coda di coma. Ingrandimento elettronico: 12 × (quello che si vedrebbe con un oculare 120 ×).

A questo punto, si può tentare di ritoccare la centratura dell'intero sistema.

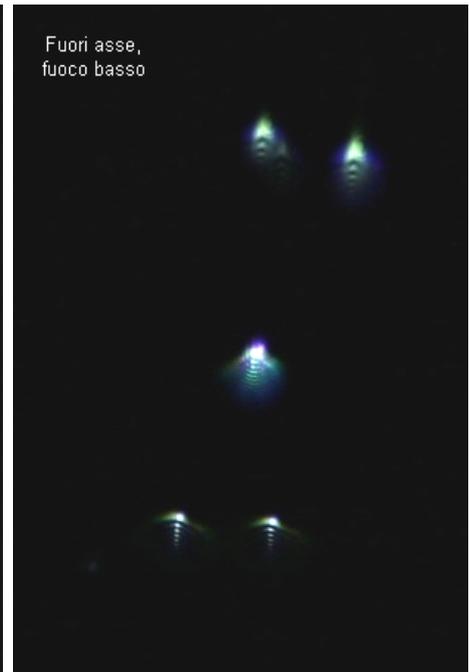
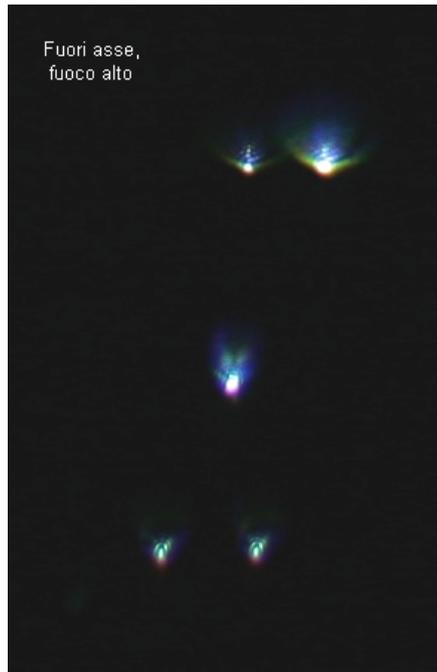
Prima però, diamo un'occhiata con lo star test ai margini del campo.

Gli obiettivi di questa serie erano previsti dal costruttore per l'uso con oculari Periplan, che erano compensatori con indice di campo di 18 mm. Pertanto, andiamo a cercare lo star test ai margini di quel campo.

Fig. 3108/09 – In entrambe le posizioni di messa a fuoco, si notano figure di coma, non identiche nelle due posizioni (ancora un piccolo residuo di sferica), ma comunque dirette verso il centro del campo, e quindi “simmetriche” (il centro del campo visuale è in basso, fuori figura).

Il commento che si può fare è che quest’obbiettivo non è certo un apocromatico; è di buona qualità, contiene lenti di fluorite, ma con forte residuo di coma simmetrica, curvatura di campo e distorsione.

Come succede spesso, si compra il nome, ma le prestazioni reali ... sono un’altra cosa.



Torniamo alla fig. 1307, alla pagina precedente, ed all’irregolarità delle centriche “in asse”. Piccolo difetto di centratura? Proviamo a smontare il sistema.

Fig. 3110 – La camicia C si avvita sul filetto F1, ricavato dalla montatura generale (MG). Sulla stessa montatura, un secondo filetto (F2) accoglie l’anello a vite A. L’orlo inferiore rientrante dell’anello A fa da battuta per il barilotto generale (BG) e quindi determina il fine-corsa del movimento telescopico e con ciò la lunghezza ottica dell’obbiettivo (Lo).

Proseguiamo con lo smontaggio.

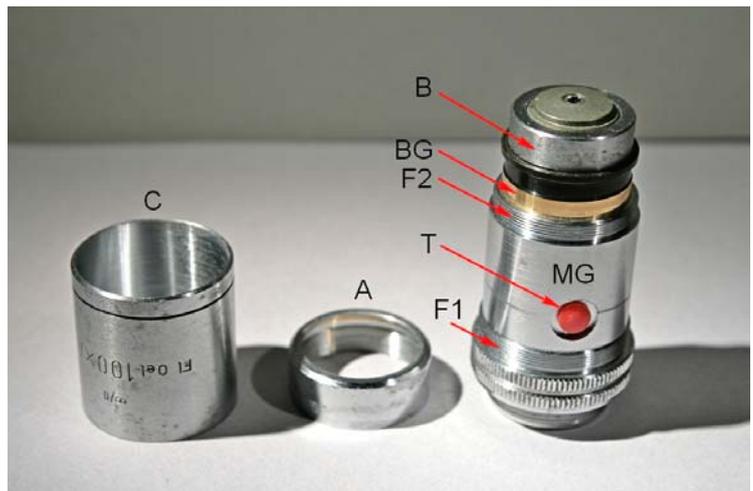


Fig. 3111 – Avendo smontato l’anello A, il barilotto generale (BG) si sfilava verso il basso (verso l’alto in figura). Nel barilotto generale si vede la scanalatura S destinata ad accogliere la punta del chiodo in plastica T e quindi ad impedire la rotazione del barilotto generale all’interno della montatura generale. In quest’ultima, il foro F è la sede del chiodo T.

L’anello a vite B si avvita all’estremità del barilotto generale e tiene in sede il barilotto della lente frontale.



Fig. 3112 – Il filetto F3 serve al fissaggio dell’anello B. Sotto di questo, si vede il barilotto della lente frontale (Fr).



A questo punto, c’è una sorpresina: nel barilotto generale non esistono fori di centratura.

La casa Leitz, per molto tempo in passato, ha usato come metodo di centratura degli obbiettivi le semplici tolleranze di lavorazione: i singoli barilotti dovevano inserirsi nel barilotto generale con tolleranze strettissime. Se poi la centratura della singola lente all’interno del relativo barilotto non era perfetta ... pazienza.

Da decenni, nessun costruttore risulta applicare ancora questo metodo. Il ricorso alla lente flottante ed ai fori di centratura è ormai universale: semplice ed efficace.

Pertanto, nessuna speranza di rimediare quel piccolo difetto di centratura rilevato sopra.

Per finire, diamo un’occhiata alla situazione interna con un microscopio ausiliario (vedi, in questo sito, sezione “Microscopia ottica”, l’art. n° 18, pag. 36).

Fig. 3113 –Anche qui, una sgradevole sorpresa: in un doppietto interno appare una scollatura marginale.

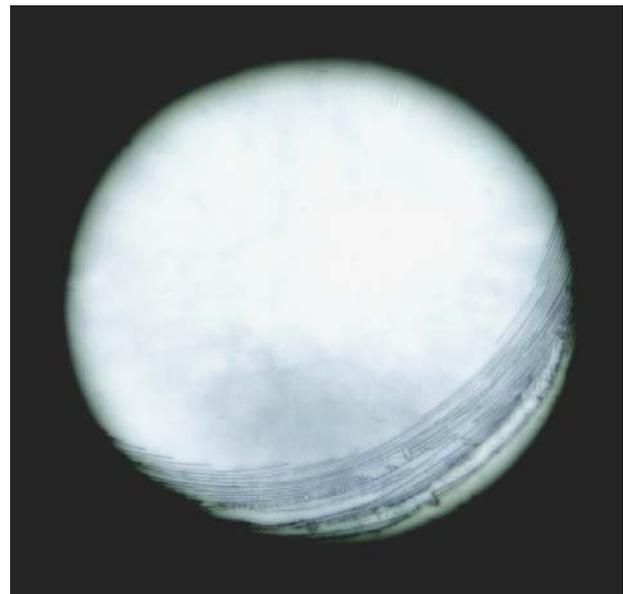
Che si tratti di un doppietto interno, appare mettendo a fuoco, una dopo l’altra, le differenti superfici aria-vetro.

Data l’epoca di fabbricazione di questo obbiettivo, probabilmente anteriore al 1974, può darsi che l’adesivo utilizzato per i doppietti sia Balsamo del Canada; pertanto, supponendo di aver identificato e smontato il doppietto incriminato, potrebbe bastare un riscaldamento intorno a 100° C per rammollirlo ed eliminare la scollatura.

Ma ... trattandosi di un obbiettivo ad immersione, per giunta con lenti in fluorite, il rischio di danneggiare il doppietto è forte.

Se poi si guardano le foto esposte sopra, star test e reticolo, quest’obbiettivo non appare certo inutilizzabile.

Meglio non rischiare.



L’obbiettivo è quindi pienamente efficiente, sia pure con qualche limitazione.

Leggero errore di centratura, leggero scollamento interno, residui di coma simmetrica, ma va bene lo stesso per l’episcopia, ed in particolare per la metallografia.

## Scheda tecnica n° 137

### Obiettivo REICHERT Oel 100/1,25 – 160/0,17

Matr. Nr. 188 773

In un pronto soccorso, questo sarebbe un “codice rosso”.

Segni di ossidazione all'esterno ed all'interno; olio d'immersione penetrato e fortemente indurito all'interno e, se non bastasse, lente frontale sfondata.

Fig. 3114/15 – La data di fabbricazione si colloca alla metà del secolo scorso. Come vedremo, la ricetta è del tipo acromatico. Naturalmente, non si parla di montatura telescopica.

Il passo di vite è il classico RMS; la lunghezza ottica è 37 mm, chiaramente non a norme DIN.

Ad una prima occhiata, appaiono segni di corrosione da tutte le parti.



Fig. 3116 – Già ad occhio nudo, appare che la lente frontale è fortemente obliqua. Un'eccessiva pressione in sede di pulitura od un urto possono spiegare questo spostamento, ma vedremo che qualche dettaglio meccanico del barilotto ha facilitato l'incidente.



Fig. 3117 – Sotto allo stereoscopico, la cosa è più chiara.

Non si può procedere. La sola cosa da fare è smontare il tutto e tentare un nuovo fissaggio della frontale (vedi in questo sito, sez. Microscopia ottica, l'art. n° 46).

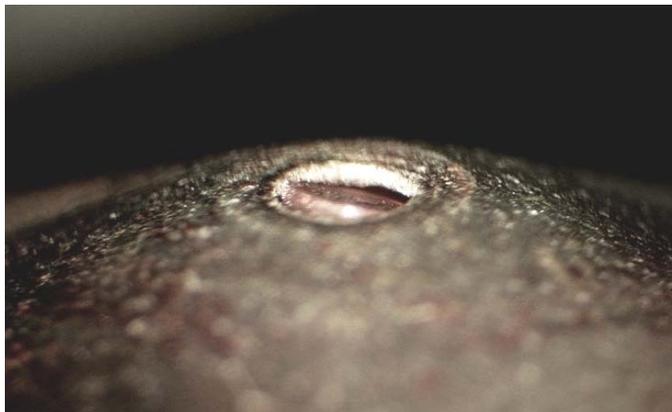


Fig. 3118 – A parte il solito anello superiore a vite, con funzioni di diaframma (Ds), la montatura generale (MG) porta la vite di fissaggio; nella montatura si avvita un gruppo di barilotti che possiamo chiamare “barilotto generale” (BG), anche se non è ritraibile.

Questo gruppo si avvita internamente alla montatura generale tramite il filetto F1.



Fig. 3119 – Da quello che abbiamo chiamato “barilotto generale” (BG) si svita il barilotto frontale Fr ed il filetto corrispondente è F2.

In questo blocco residuo (BB) si notano due corone godronate (G1 e G2), presumibilmente corrispondenti a due distinti barilotti.

NB: avendo svitato il barilotto frontale Fr, si è staccata la lente frontale (L) (diametro: 1,7 mm).



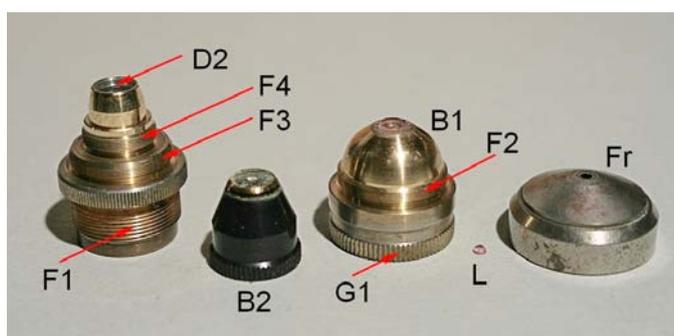
Fig. 3120 – Il blocco BB si dimostra formato da un barilotto B1 (portatore del menisco che sta sopra alla frontale e terminato dalla corona godronata G1) e da un gruppo sovrastante (F1 – B2) che porta la corona godronata G2 ed il filetto F3 (destinato al fissaggio del barilotto B1).



Fig. 3121 – Ecco che il gruppo (F1 – B2) si divide in un barilotto di color nero (B2, che porta il primo doppietto della ricetta di Amici-Tolles-Spencer detta “Duplexfront”) ed un complicato barilotto con i filetti F1/F3/F4 ed il secondo doppietto (D2).

La ricetta è dunque classica, ma, meccanicamente, i singoli barilotti non sono avvitati direttamente l’uno sull’altro.

Comunque, mancano la lente flottante ed i fori di centratura, secondo la tecnica divenuta universale in seguito.



Terminato lo smontaggio, esaminiamo lo stato dei vari barilotti e del loro contenuto. Il doppietto superiore (D2) sembra intatto e relativamente pulito. Ma il resto ...

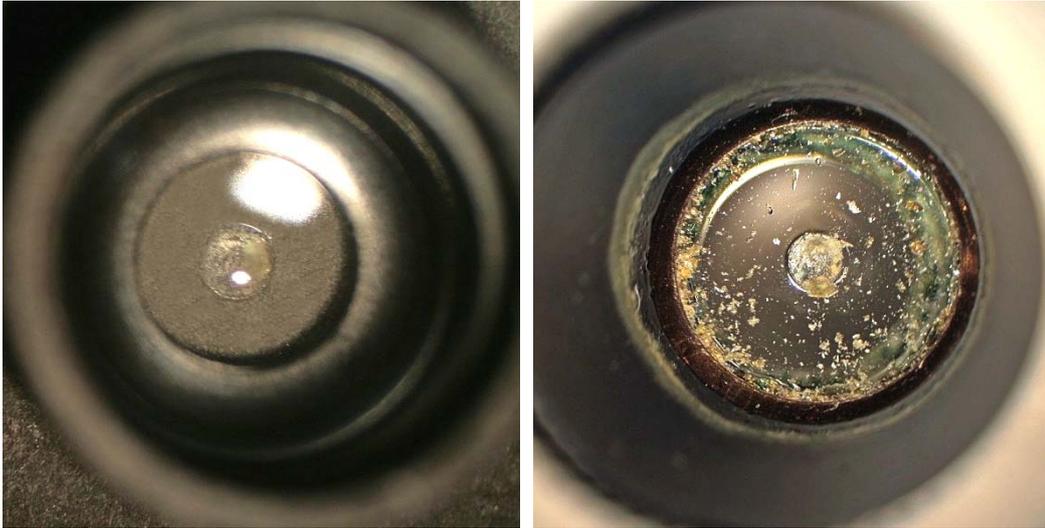


Fig. 3122/23 – Il doppietto inferiore, in cima al barilotto B2, porta al centro della superficie inferiore una cupoletta ben delimitata. Illuminata da sopra (foto a sinistra), tale cupoletta appare come una piccola lente incollata sul doppietto. Vista da sotto (a destra), la superficie della cupoletta appare rugosa e, comunque, la lente è cosparsa di frammenti.

Una successiva pulizia con xilolo ed altri solventi toglie ogni corpo estraneo e la lente ritorna pulita, anche se l'operazione è durata molto a lungo: i residui di olio erano veramente incalliti. Data l'età dell'obiettivo, è presumibile che esso sia stato usato con olio d'immersione del tipo tradizionale ("olio di legno di cedro") il quale, trattandosi di un prodotto naturale eterogeneo, perde col tempo i componenti volatili e cristallizza. Lo sfondamento della lente frontale ha permesso la penetrazione dell'olio oltre il menisco (la seconda lente dopo la frontale) ed esso ha creduto bene condensarsi sulla superficie inferiore del primo doppietto (barilotto B2 nelle figure precedenti) e lì, magari per azione della tensione superficiale, condensarsi in una gocciola al centro della lente.

Comunque, la lente sembra ora sanata.

Fig. 3124 – Anche il menisco (barilotto B1 delle figure precedenti) visto da sopra, mostra una forte incrostazione che circonda la lente (freccia rossa); più che un'ossidazione (l'ottone produce dei residui verdastri), sembra ancora trattarsi di olio d'immersione indurito.

La superficie inferiore, concava, portava una patina che è stata rimossa solo con azione molto prolungata di vari solventi. Essendo staccata la lente frontale, il menisco era in comunicazione con l'esterno e non stupisce che l'olio, seguendo la capillarità, abbia trovato un posto sicuro per indurire in tutta tranquillità.

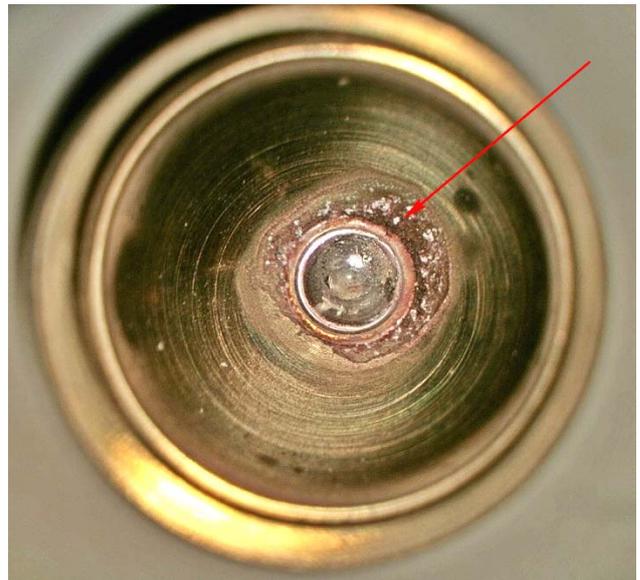


Fig. 3125 – Anche il barilotto frontale appare fortemente incrostato all'interno. Lo stesso materiale rossastro imbrattava la superficie della lente frontale.



Fig. 3126 – Seguendo la tecnica usata in casi simili (vedi, in questo sito, sez. Microscopia ottica, l'art. n° 46, già ricordato), proviamo a fissare la lente frontale nella sua sede con una resina cian-acrilica.

Si sperava che l'incrostazione rossastra vista sopra potesse rappresentare un superficie d'appoggio affidabile per l'adesivo.

Questo presupposto si è verificato infondato, per cui è stata asportata al meglio l'incrostazione ed il processo è stato ripetuto.

Ma qui nasce un grosso problema.

In quasi tutti gli obbiettivi moderni, il barilotto frontale porta una sede per la lente che ne assicura l'allineamento e la centratura con buona approssimazione (piccole deviazioni vengono corrette in sede di montaggio a mezzo della lente flottante).

Ma qui la situazione è diversa.



Fig. 3127 – Questa è la situazione classica: un bordo sporgente (freccia rossa) offre alla lente un buon appoggio.

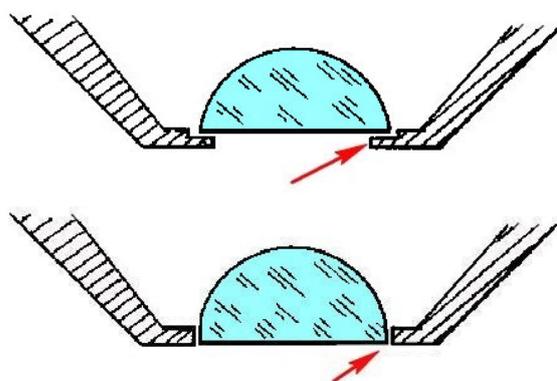


Fig. 3128 – Questa è la situazione del nostro obbiettivo, per quanto si riconosce al di sotto della crosta di olio indurito ed ossido che ricopre la superficie dell'ottone sui bordi del foro (fig. 3125/26).

In altre parole, la lente non ha un appoggio sul barilotto ma è (era) tenuta in sede solo da un adesivo.

Non occorre scandalizzarsi per questa soluzione costruttiva; se la lente frontale è centrata, non ha molta importanza il suo allineamento<sup>1</sup>: la superficie superiore, sferica, può ruotare attorno al centro della sfera senza che questo, otticamente, abbia alcun effetto. L'inclinazione della superficie inferiore, piana, essendo a contatto con un olio di pari indice, otticamente non ha influenza, anche se è disallineata.

Per il (ri)montaggio della lente si è quindi seguito un semplice accorgimento: si poggia il barilotto frontale (superficie esterna) su una superficie piana di un materiale plastico rigido, incapace di rigare il vetro (basta il coperchio della scatola di un CD). La lente viene infilata nel foro e leggermente premuta. A questo punto, una goccia di adesivo, sparsa con uno spillo intorno alla periferia della lente, può essere depositata al fondo del barilotto con una buona certezza che la lente sia in posizione.

Al termine, occorre togliere l'eccesso di adesivo che, ovviamente, è sbrodolato su una parte della superficie utile della lente. Da notare che, essendo la lente semisferica, quasi tutta la sua superficie è otticamente utilizzata.

Per togliere l'eccesso di adesivo, lavorando sotto lo stereoscopico, si è usato un cacciavitino da orologiaio del diametro di 0,6 mm. Per essere sicuri che la lente rimanesse in sede, l'intero processo è stato condotto premendo il barilotto frontale (voltato con la lente in giù) sullo stesso pezzo di plastica usato durante l'incollaggio. In questo modo, coll'orlo del foro poggiato su quel piano di riferimento, si poteva spingere sulla lente senza staccarla.

<sup>1</sup> Ricordiamo la differenza fra centramento (giacenza del centro di un elemento sull'asse ottico comune) ed allineamento (parallelismo dell'asse ottico di un elemento con l'asse ottico generale del sistema).

Fig. 3129 – Ovviamente, occorre molto tempo e bisogna curare che l'orlo del foro sia sempre aderente al foglio di plastica rigida d'appoggio.

Un poco alla volta, l'adesivo in eccesso viene staccato dalla lente e spinto a formare un cordoncino regolare attorno al bordo di quella (freccia rossa).

Tale cordoncino riduce un poco la superficie utile della lente e quindi la sua apertura, ma esso solo può convincere la lente a stare al suo posto.

Con un piccolissimo tampone di carta morbida inumidito di alcool, si pulisce il resto della lente.

Non resta che rimontare il tutto e controllare le prestazioni dell'obbiettivo.

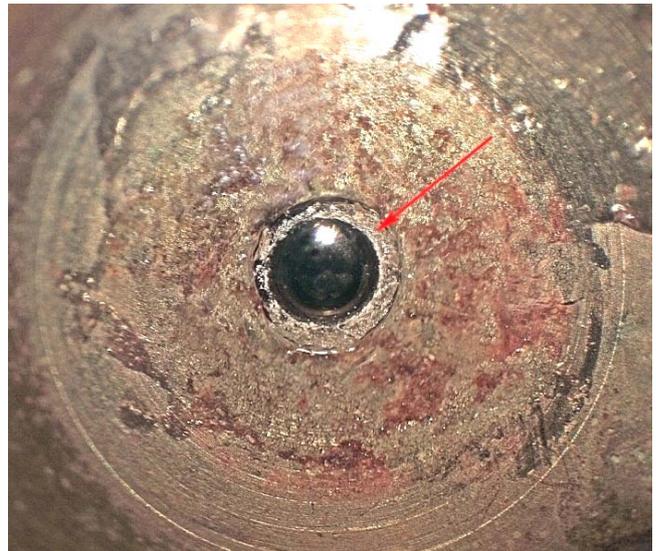
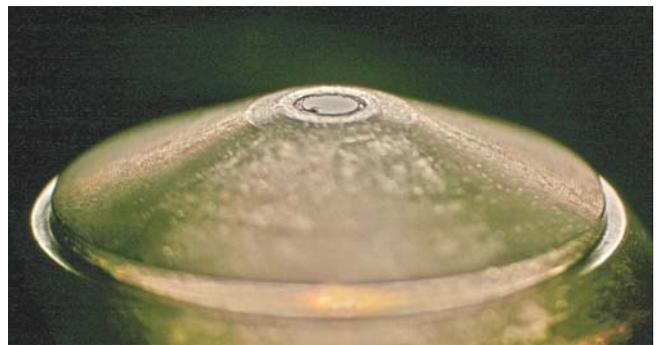


Fig. 3130 – Un'occhiata sotto lo stereoscopico consente di controllare il parallelismo della superficie piana della lente con l'orlo del barilotto. Sfruttando il riflesso di una sorgente lontana, si ha una buona indicazione visiva di quel parallelismo.

Sull'orlo della lente, a sinistra, è visibile una piccola scheggiatura.



Ora passiamo al solito reticolo.

Fig. 3131 – Il contrasto non è eccelso, ma può bastare. Distorsione molto ridotta.

La curvatura di campo è forte, ma questo è compatibile con un obbiettivo acromatico classico, non planare, e con il forte indice di campo dell'oculare utilizzato, pari a 19 mm.

La cromatica laterale (CVD) risulta ben corretta, anche per merito dell'oculare utilizzato, che era un compensatore.

Reticolo a passo  $4 + 4 \mu$ .

Passiamo allo star test.

Dalle figure che seguono, si vede una centrica quasi normale al centro del campo: centratura generale ottima.

Spostando il fuoco un po' sopra ed un po' sotto il miglior fuoco, si vedono bene una "figura ad anelli" ed una "sfumata": piccolo residuo di sferica.

La correzione di questi residui si esegue variando la distanza fra le lenti, ma tale manovra è impossibile con la struttura meccanica di quest'obbiettivo, con barilotti avvitate l'uno sull'altro.

Ai margini del campo, le centriche appaiono leggermente allungate in direzione radiale, a causa di un piccolo spettro ai loro estremi (residuo di CVD), ma sembra assente ogni segno d'astigmatismo e di coma. Un risultato eccellente per un obbiettivo non apocromatico.

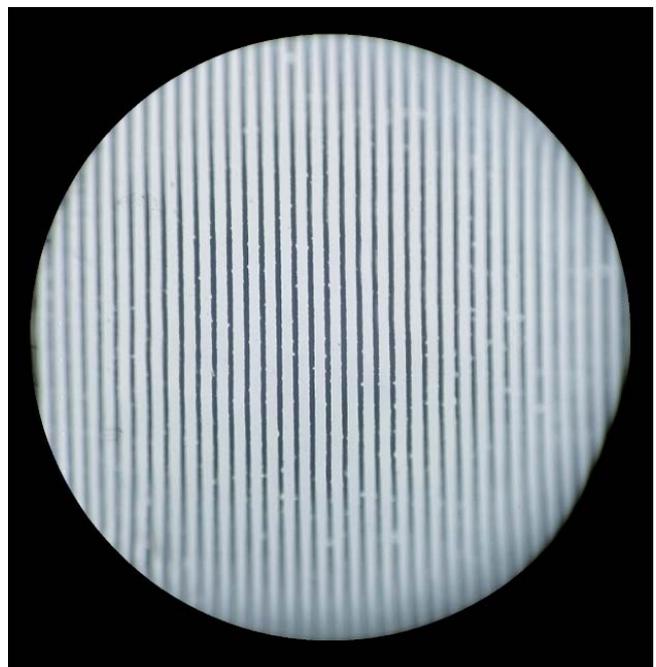


Fig. 3132/33/34 – Al centro del campo visuale.

Col fuoco allungato, immagine ad anelli.

Oculare semi-compensatore 10 ×, con  $s' = 20$  mm.

Ingrandimento elettronico 4 ×.



Col “miglior fuoco” le centriche sono perfettamente simmetriche. La centratura generale è ottima.



Col fuoco accorciato: immagine sfumata.

Piccolo residuo di sferica sovracorretta.

Bisognerebbe avvicinare fra loro le lenti, ma chi si mette a tornare i singoli barilotti? E se poi le lenti si toccano?



Fig. 3135 – Ai margini di un campo di 18 mm, e con un oculare semi-compensatore, si vede solo un leggero allungamento delle centriche, essenzialmente dovuto ad un residuo (molto piccolo) di cromatica laterale.

Oculare 10 ×;  $s' = 20$  mm.

Ingrandimento elettronico 4 ×.

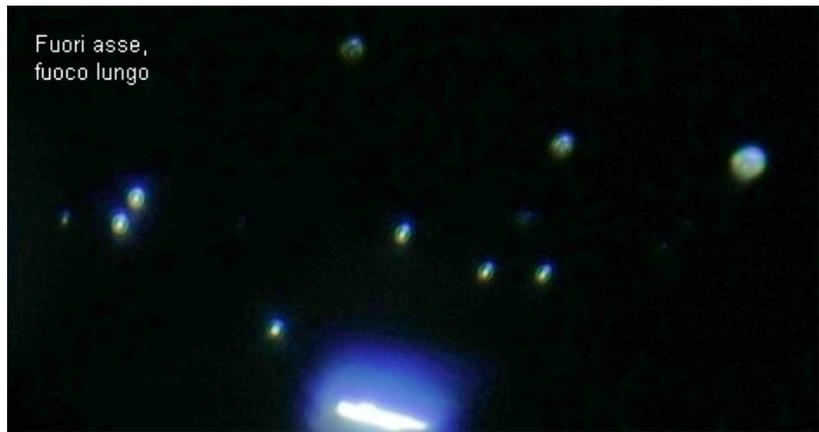


Fig. 3136 – Anche ai margini del campo, si vede una piccola differenza nelle centriche sopra e sotto il “miglior fuoco”, ancora un piccolo residuo di sferica, visibile perché non coperto da altre aberrazioni extra-assiali.



Nel complesso, il paziente può essere dimesso, con la raccomandazione di non fare sforzi (la pulizia della frontale dopo l'uso dell'immersione andrà eseguita con un tampone di carta molto morbida inumidito di xilolo, senza esercitare pressione).

Dopo il trauma subito, è già molto se sta in piedi da solo.

Trattandosi di un sistema di oltre mezzo secolo fa, di ricetta acromatica classica, appare pregevole per la quasi totale correzione da coma ed astigmatismo.

Come tutti gli acromatici forti, esige un oculare compensatore.

Quando la Reichert era la Reichert ...

## Scheda tecnica n° 138

### Obiettivo "LEITZ WETZLAR GERMANY 519 747" "160/0,17 NPL FLUOTAR 40/0,70 PHACO 2

Questo è un altro codice rosso.

Fig. 3137/38 – L'obiettivo è un classico degli anni '80, semi-apocromatico (la scritta "Fluotar" ne è il corrispettivo nominale) e semiplanare ("NPL").

L'apertura (0,70) è superiore a quella di un corrispettivo acromatico.

La lunghezza di tubo dichiarata (160 mm) dimostra che l'obiettivo è più recente di quello descritto nella scheda 136: negli anni '70 la casa Leitz era ancora fedele al valore di  $L_m = 170$  mm.

Il proprietario denuncia un forte difetto nell'immagine ed osserva (l'oggetto è un acquisto di seconda mano) un'ammaccatura nel barilotto frontale. Probabile caduta.



Fig. 3139 – L'ammaccatura è evidente e fa temere che il barilotto si sia deformato al punto da alterare l'allineamento della lente frontale.

Non c'è che eseguire i soliti controlli.



Fig. 3140 – Ecco a cosa serve lo star test: una rapidissima occhiata non lascia dubbi poiché mostra una forte coda di "coma in asse". Evidentemente il sistema non è ben centrato.

Siamo al centro del campo con un oculare compensatore  $32\times$ .

Ingrandimento elettronico  $2\times$ .

La prima cosa da fare è sfruttare la lente flottante per controllare che tutto si possa rimediare centrandola.

S'impone lo smontaggio.

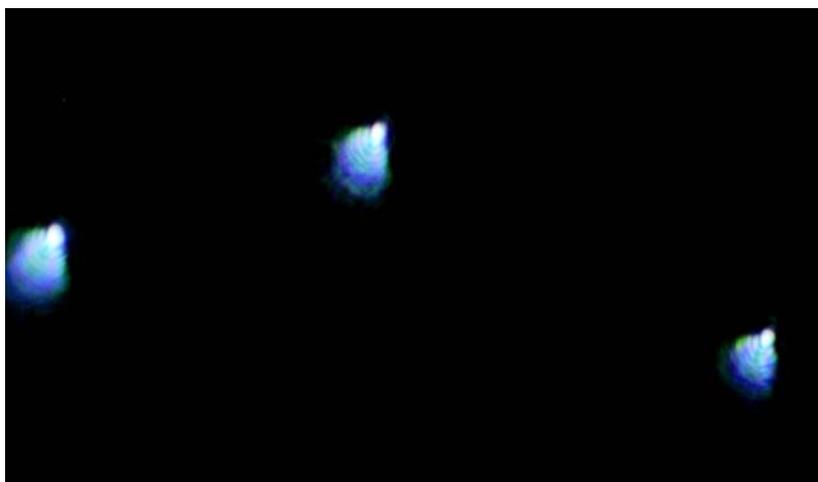


Fig. 3141 – La camicia (C), in questi modelli, è semplicemente infilata a pressione sull'anello plastico 1, e con esso può ruotare attorno all'asse.

Il barilotto generale (BG) si sfilava da sotto (in figura, verso l'alto), dopo aver svitato l'anello A dal filetto F1, ricavato dall'estremità inferiore della montatura generale (MG).

Il barilotto generale è trattenuto verso il basso dalla battuta S (che appartiene ad un anello avvitato sul barilotto generale stesso) che va a poggiare sull'orlo rientrante (4) dell'anello A.

La corona godronata 2 serve a ruotare l'obiettivo quando lo si avvita sul revolver.



Fig. 3142 (a destra) – Come abbiamo detto, dopo aver svitato l'anello a vite A dal filetto F1, il barilotto generale si sfilava verso il basso. Prima occorre staccare l'etichetta adesiva 3 che tiene in posizione il chiodo plastico 5; questo, attraverso il foro 6, entra nel piccolo canale 7 ricavato dal barilotto generale, con lo scopo di impedirne la rotazione sul relativo asse.



Fig. 3143 (sinistra) – Smontando il barilotto generale, appare internamente alla montatura generale la molla (M) che spinge il barilotto verso il basso. Fra molla e barilotto generale si trova un anello di plastica (8), a sezione triangolare: la faccia piana va rivolta verso la molla.

Fig. 3144 (a destra) – Se si svita l'anello S dal filetto F2, ricavato nell'estremo inferiore del barilotto generale, si libera il barilotto frontale (Fr) ed appaiono i quattro fori per la centratura della lente flottante (Fc).

Ora si può procedere ad un ritocco della centratura.

In posizione di lavoro, il barilotto generale tende a cadere verso il basso, e pertanto va trattenuto con uno di vari metodi (vedi in questo sito, sez. Microscopia ottica, l'art. n° 18, pag. 56).



Fig. 3145 – Purtroppo, il costruttore ha riempito i fori di centratura con un materiale gommoso, nella lodevole intenzione di bloccare la lente flottante al termine della centratura. Usando un cacciavite da 1,2 mm come fresino, i fori sono stati liberati.

Una serie di tentativi dimostra che il gioco dalla lente flottante non è sufficiente: la coda di coma vista sopra si riduce, ma non abbastanza.

Che fare? È colpa di un gioco insufficiente della lente flottante, o dell'ammaccatura del barilotto frontale, che ha inclinato la lente frontale?

Tanto per chiarirci le idee, cominciamo a smontare il gruppo lenti.

Fig. 3146 – Tolto l'anello S (filetto F2), si sfila senza troppa difficoltà il barilotto frontale Fr. Se questo risulta difficile, si può spingere da sopra il pacco lenti con un tubetto di plastica di opportuno diametro: l'intero pacco scorrerà verso il basso all'interno del barilotto generale spingendo sul barilotto frontale.

Fig. 3147 (a destra) – Tolta la frontale, si può sfilare senza difficoltà il barilotto flottante che porta il menisco (Men), che ha un diametro minore. Qui appaiono ben visibili i quattro fori di centratura (Fc).

Fig. 3148 (sotto) – Le stesse parti di cui sopra, col barilotto frontale ribaltato per mostrarne la struttura interna.

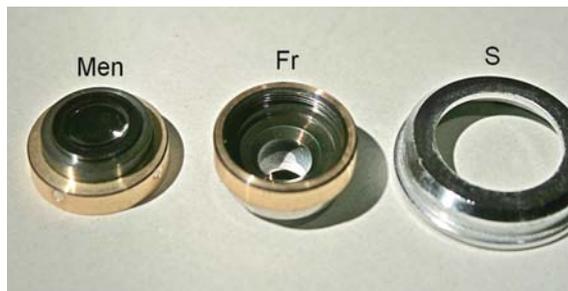
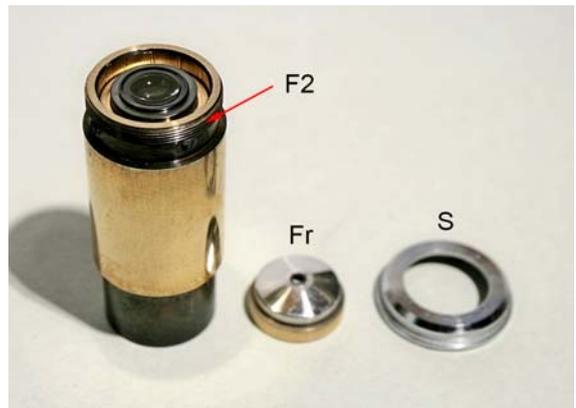
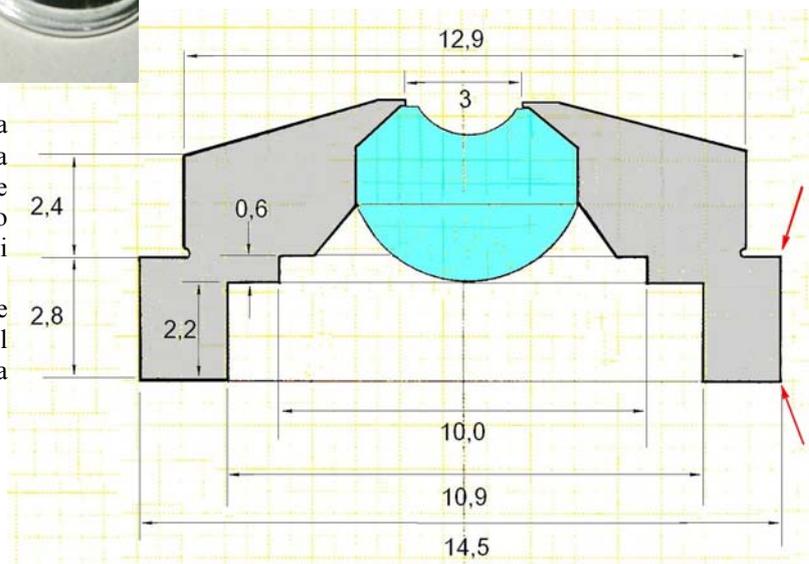


Fig. 3149 (a destra) – Questa è la sezione del barilotto frontale in scala 10:1. Lo spessore del metallo è forte e la lente (il “menisco spesso” destinato alla correzione della curvatura di campo) è ben incassata in esso.

Prima di tentare di raddrizzare un'eventuale deformazione del barilotto, è meglio tentare di allargare la corsa della lente flottante.



Un calibro ci dice che il diametro interno del barilotto generale è di 14,5 mm, mentre il diametro del barilotto flottante è di 14,4 mm. Il gioco da ogni lato è di 0,05 mm. Di solito questo basta. Nel nostro caso, conviene aumentarlo? Come aumentarlo senza pregiudicare le prestazioni dell'obbiettivo?

Semplice, riducendo il diametro del barilotto. Occorre mettere tale barilotto (diametro 14,4 mm) nelle ganasce del mandrino di un tornio. Roba da scomunica. Ma vale la pena di rischiare. Così com'è, l'obbiettivo è inservibile.

La tornitura del diametro esterno è semplice. Più delicato eliminare la "bava" dagli spigoli del barilotto indicati nella figura qui sopra da frecce rosse (quella figura si riferisce al barilotto frontale, ma il discorso si applica anche a quello flottante). Tale bava, sulla superficie laterale, ridurrebbe la corsa della lente flottante; sulle superfici piane adiacenti darebbe un'inclinazione errata al barilotto.

Lo spigolo vivo di un raschietto e molta pazienza hanno risolto il problema.

Ora non c'è che pulire e rimontare il tutto. Lo star test consentirà un nuovo tentativo di centratura e dirà se l'aumento della corsa della lente flottante è stato sufficiente.

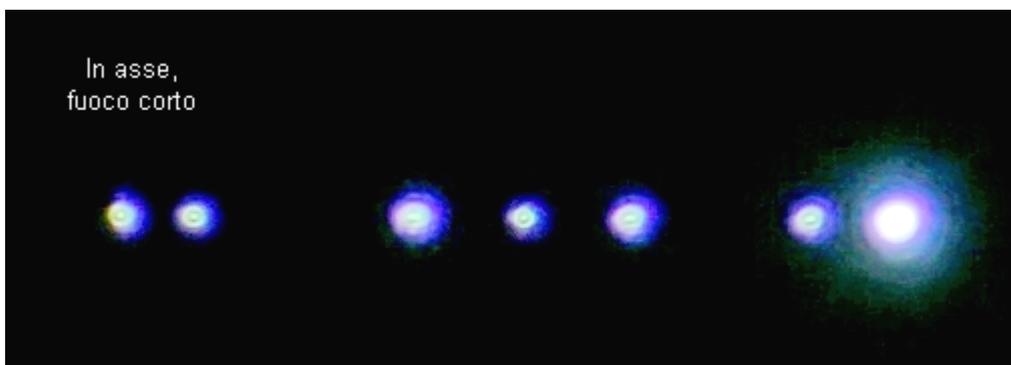
Fig. 3150 – Un poco alla volta, si ottengono delle centriche perfettamente simmetriche. Oculare compensatore 32 ×. Ingrandimento elettronico = 2 ×.



Fig. 3151 – Nel caso di miglior fuoco, le centriche sono perfette: la centratura è dunque riuscita.



Fig. 3152 – Le centriche sopra e sotto il miglior fuoco sono molto simili fra loro: anche la sferica è accettabilmente corretta.



Già che ci siamo, osserviamo lo star test ai margini del campo. Un'ulteriore verifica dello stato delle correzioni, in particolare di quelle extra-assiali.

Fig. 3153 – Siamo ai margini di un campo di 20 mm (centro del campo in basso, fuori figura).

Evidentemente, c'è una focalina tangenziale, residuo di astigmatismo (quasi) simmetrico.

Oculare 10 ×, semi-compensatore.

Ingrandimento elettronico 4 ×.

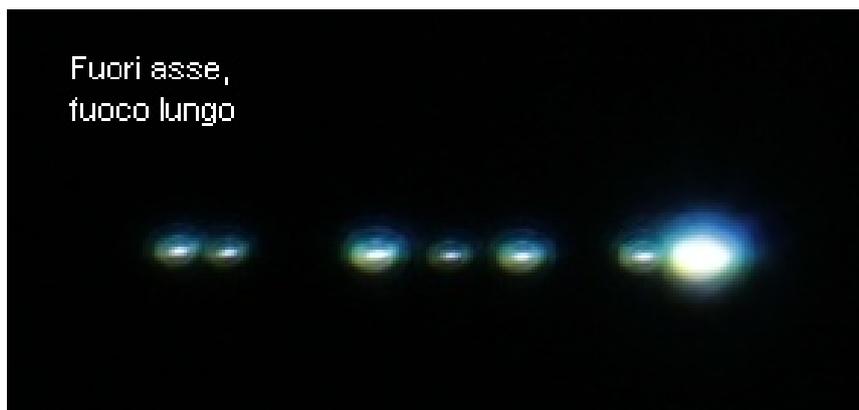


Fig. 3154 – Cercando il miglior fuoco, appare la classica centrica a croce, sovrapposizione delle due focaline astigmatiche.



Fig. 3155 – Abbassando l'obbiettivo, prevale la focalina radiale.

Dunque, l'obbiettivo è affetto ad un sensibile residuo di astigmatismo simmetrico.

I colori mostrano un piccolo residuo di CVD.

Ora un'occhiata col solito reticolo (20 + 20 μ).

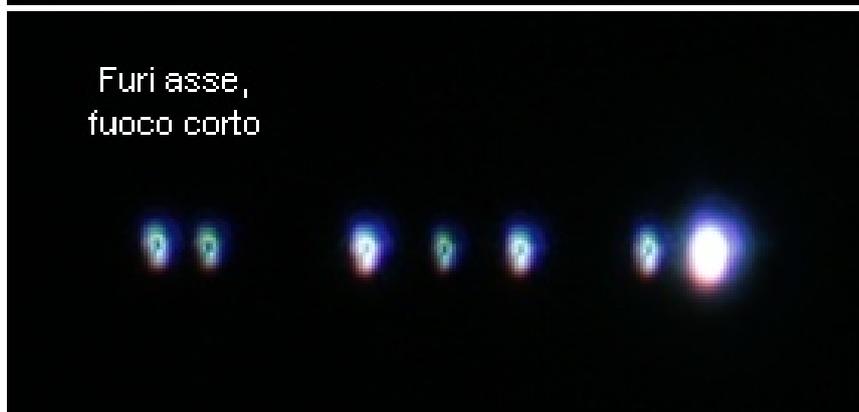
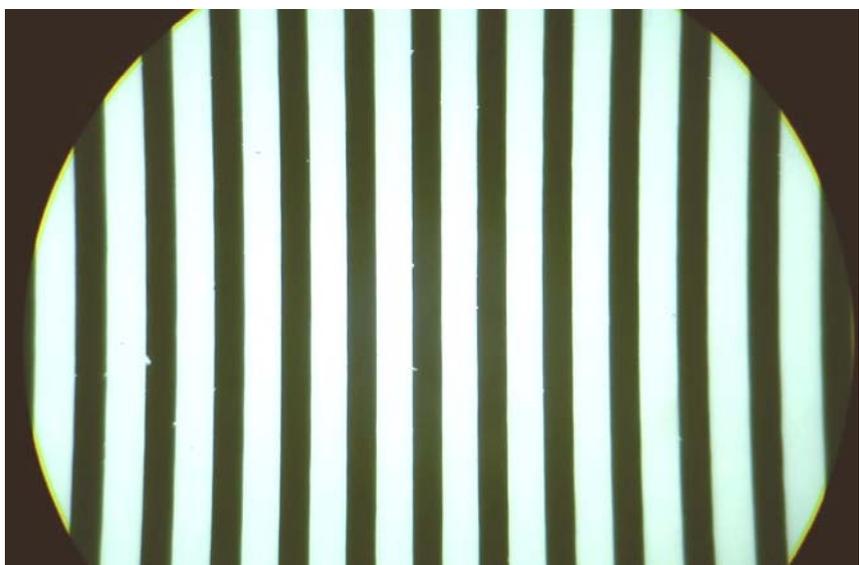


Fig. 3156 – In un campo (immagine intermedia) di 20 mm, un oculare semi-compensatore mostra un parziale spianamento dell'immagine (80%?) e ridotta distorsione.

Qualche lieve frangia colorata sui bordi delle righe ai margini del campo dimostra una scarsa correzione della cromatica laterale; meglio sarebbe usare un compensatore più forte.

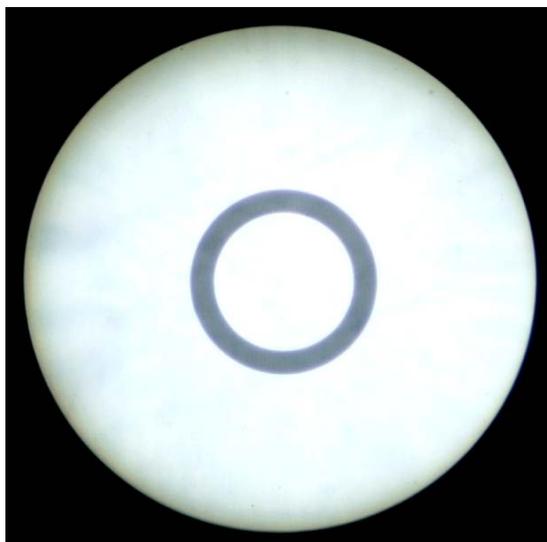
NB: il costruttore consigliava infatti i suoi Periplan (P), che sono compensatori medi.



Il contrasto non è eccezionale, ma c'è da dare una precisazione: come risulta dalla notazione presente sulla camicia (fig. 3138, "PHACO 2"), l'obbiettivo è a contrasto di fase (da accoppiare col diaframma 2 dell'eventuale condensatore per contrasto di fase). Ma è noto che un obbiettivo di fase, se usato in fondo chiaro, accusa una perdita di contrasto. Tutto come da copione.

Fig. 3157 – Un rapido esame con un microscopio ausiliario dimostra che in questo sistema c'è un normale anello di fase, ma soprattutto che non si osserva nessuna scollatura né altri difetti.

L'anello non è molto denso (opaco). Ricordiamo che la densità dell'anello è più o meno proporzionale all'aumento di contrasto offerto dalla tecnica del contrasto di fase. La stessa Leitz offriva un tempo obbiettivi di fase di due tipi, con diversa densità dell'anello e diverso aumento di contrasto.



A questo punto, qualche domanda è lecita: come mai è stato necessario aumentare la corsa della lente flottante? Il costruttore ha commesso un errore di valutazione? Per caso, l'aumento del gioco della lente flottante è servito a compensare uno spostamento della lente frontale, provocato dall'ammaccatura? Tale spostamento non ha richiesto altro intervento di un ritocco di centratura? L'ammaccatura ha spostato lateralmente la lente frontale o ne ha modificato l'allineamento, l'inclinazione?

Quest'ultima domanda può chiarirsi pensando che le superfici sferiche della lente frontale sono quasi concentriche (vedi la fig. 3149). Se la lente ruota attorno al centro di curvatura di tali superfici, otticamente la cosa non ha molte conseguenze.

Il problema era allora soltanto un ritocco della centratura reciproca fra frontale e flottante?

Comunque: tutto è bene quel che finisce bene ...

Concludendo, un buon obbiettivo, con qualche residuo di astigmatismo e curvatura di campo (dovuti al progetto). Il trauma subito, denunciato dall'ammaccatura sul barilotto frontale, è stato risolto.

## Scheda tecnica n° 139

### OCULARI “BASCULANTI” Bausch & Lomb

Matr. “53 70 34 – 10 SE.P.”

C'è sempre qualcosa da scoprire nella sterminata foresta della fantasia umana.

Fig. 3158 – Visti così, hanno tutta l'aria di normali oculari con diametro 23,2 mm.

Si tratta di oculari positivi acromatici, con ingrandimento nominale  $V = 10 \times$  ed indice di campo:  $s' = 20$  mm (che è anche il diametro del diaframma di campo visivo, DV). Si può parlare di “grandangolari”.

L'altezza della pupilla è:  $A_p = 15$  mm.

La lunghezza è:  $\ell = 24$  (+ 35,5 della parte superiore).

Il diametro superiore è:  $\varnothing p = 33,5$  mm.

Si nota però subito un simbolo nella parte superiore: la doppia scritta: “STEREO–MONO” oppure “MONO–STEREO”, le due parole separate da una doppia freccia ricurva.

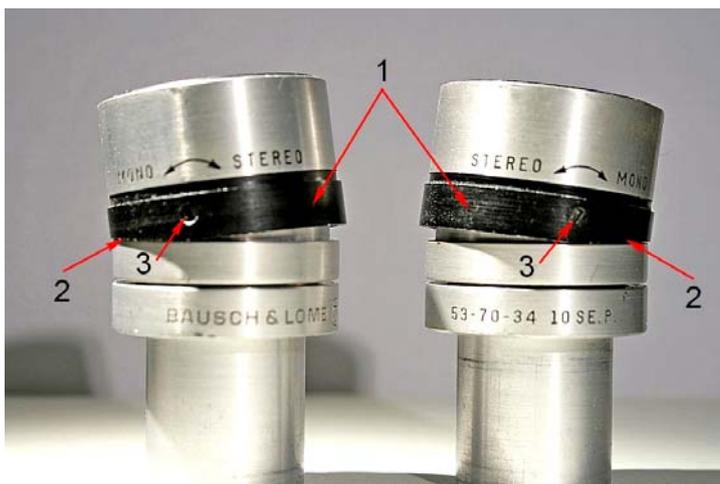


Fig. 3159 – Le scritte sui due oculari sono invertite, come ad indicare due rotazioni in senso opposto della parte superiore dei due sistemi. Infatti, l'anello nero intermedio dell'oculare (vedi 1 nella figura seguente) ha forma cuneiforme (2, nella stessa figura) e l'anello 1 è imperniato da due vitine diametralmente disposte (3) che gli consentono di basculare.



Fig. 3160 – Infatti, con piccolo sforzo, la parte superiore del sistema si può inclinare di circa 7°. Se gli oculari sono disposti come in figura, gli assi ottici fra le loro parti superiori risultano convergenti fra loro di circa 14°.

Vedi caso, questo valore è molto simile all'“angolo di stereo” che viene imposto in genere agli assi ottici dei due sistemi dei microscopi stereoscopici<sup>2</sup>. Come dire che, modificando l'as-setto dei due oculari come in fig. 3160, si realizza una condizione d'osservazione simile a quella degli strumenti stereoscopici.



A questo punto è bene ricordare un concetto di base: l'immagine finale di un microscopio (come della maggioranza degli strumenti dove si applica l'occhio) viene progettata in modo da formarsi a distanza “infinita” (in ottica è come dire “a grande distanza”). Ciò ha lo scopo di

<sup>2</sup> Vedi in questo sito il manuale: “Problemi Tecnici della Microscopia Ottica”, Cap. 29. L'“angolo di stereo” normalmente consigliato è pari a 15°.

consentire una visione riposante, con l'accomodazione dell'occhio rilassata e con gli assi visuali dei due occhi paralleli, come appunto avviene nella visione "da lontano", ad occhi rilassati.

Per questo scopo, gli assi ottici dei due oculari nei tubi bioculari dei microscopi biologici o episcopici mono-obiettivo vengono di solito tenuti paralleli.

Nei microscopi stereoscopici, per facilitare la visione "a 3 D", stereoscopica, come quando si osserva ad occhio nudo un oggetto vicino, si usa invece dare agli oculari un angolo di convergenza di circa 15°, come avviene quando si osserva ad occhio nudo fissando un oggetto alla distanza convenzionale di 250 mm.

Si tratta di due impostazioni diverse: nei microscopi mono-obiettivo si rispetta un concetto di principio (immagini finali a distanza infinita, occhi rilassati ad assi paralleli), mentre negli stereoscopici si facilita la percezione del rilievo imponendo fra gli assi oculari l'angolo normale dell'osservazione da vicino.

Probabilmente, il progettista degli oculari che fanno oggetto di questa scheda, ha pensato di lasciare all'osservatore (quando si serve di un microscopio mono-obiettivo) la scelta fra assi paralleli ed assi convergenti.

Invero, l'idea di dare agli oculari di un microscopio mono-obiettivo una certa convergenza non è nuova: in passato, case come la Galileo di Firenze e la Spencer, statunitense, davano a certi tubi bioculari un certo grado di convergenza (generalmente inferiore a 10°), in modo da offrire una specie di compromesso. Si tratta di casi rari ma, comunque, in quei casi gli oculari erano normali: era la struttura meccanica del tubo bioculare che dava la convergenza agli oculari; erano le due bocche porta-oculare ad essere convergenti.

Qui sono gli oculari stessi a spostarsi.

Ma nel nostro caso viene da chiedersi: è l'intero sistema ottico dell'oculare a ruotare all'interno della struttura meccanica di esso? O solo una parte di esso?

Verifichiamo.

Fig. 3161 – La parte superiore (1 – 6) si stacca dall'inferiore dopo aver tolto le due viti 3 (vedi anche la fig. 3160) dal foro 3'.

Tale parte mostra superiormente un anello a due fori (6) che tiene ferma la lente oculare (vedi 12 nella fig. 3163).

La parte inferiore è a contatto con la superiore tramite un anello in gomma (5). Nel foro 4' alloggia una sferetta molleggiata (4) la quale, incastrandosi in un apposito solco interno dell'anello 1, stabilizza le due posizioni estreme della parte superiore rispetto all'inferiore.



Già da questa figura s'intuisce che anche la parte inferiore porta una lente, quella che va sotto il nome di "lente di campo" (ricetta di Kellner, modificata nello stile "grandangolare"?). Ma guardiamo la figura seguente, più chiara.

In essa vedremo, fra l'altro, il meccanismo di molleggio della sferetta 4: dietro il foro 4', che l'alloggia, si trova una fenditura (7') in cui è inserita una lamina elastica ricurva (7) le cui estremità ripiegate trovano spazio nei due piccoli incavi alle estremità della fenditura 7'.

Fig. 3162 – Superiormente alla parte inferiore dell'oculare (che rimane fissa mentre si sposta la parte superiore) appare la lente di campo 8:

Da notare che la parte inferiore dell'oculare è composta da due parti (10 ed 11), avvitate fra loro in modo da serrare la lente 8. Le parti 10 ed 11 sono cementate fra loro abbastanza bene da renderne impossibile la separazione. Per fortuna, le due superfici della lente 8 sono accessibili per la pulizia senza smontarla dal supporto 10+11.

Appare chiaro allora che l'oculare è formato da due lenti: una fissa (8) nella parte inferiore, ed una basculante nella parte superiore (12).

Dal punto di vista teorico, si tratta di una bestemmia: il sistema oculare non è più centrato su un asse ottico generale e comune.

C'è da prevedere l'insorgenza di astigmatismo, lo verificheremo per mezzo dello star test.

Fig. 3163 – Prima di passare allo star test, completiamo lo smontaggio: svitando l'anello a due fori 6 dalla parte superiore dell'oculare, si separa la lente 12, che risulta formata da due membri di diverso diametro, incollati fra loro.



Fig. 3164 (a destra) – Ultima notazione: in basso alla parte 10 sporge una piccola spina (14). Essa serve ad obbligare i due oculari a stare nella posizione corretta; se si invertisse il destro col sinistro i due assi ottici risulterebbero divergenti invece che convergenti. Purtroppo, tale spina impedisce di utilizzare questi oculari in uno stativo normale, nei cui tubi porta-oculari manchi una fessura capace di accogliere quella spina.

Per finire, il diametro della parte inferiore dell'oculare è leggermente superiore a quello previsto dalle norme internazionali (23,2 mm). Anche questo rende difficile usare questi oculari su uno stativo normale.

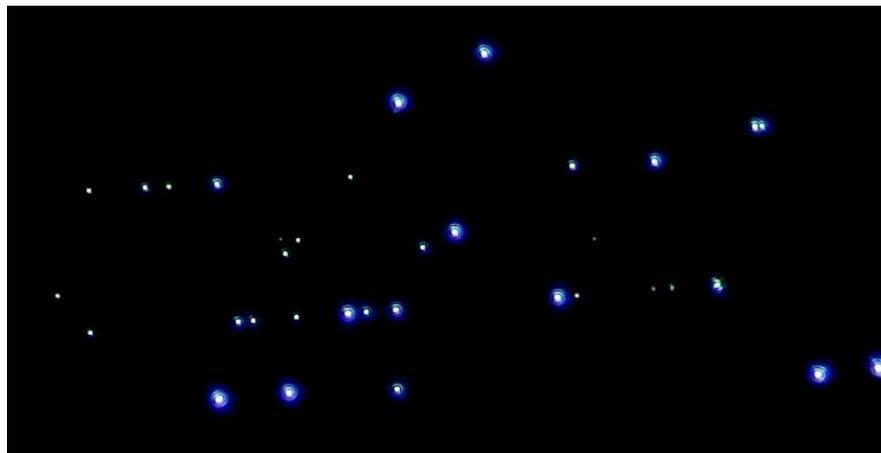


Fig. 3164 (a sinistra) – Lo star test al centro del campo visuale, con l'oculare "diritto": centriche regolari.

Ingrandimento elettronico successivo: 4 x.

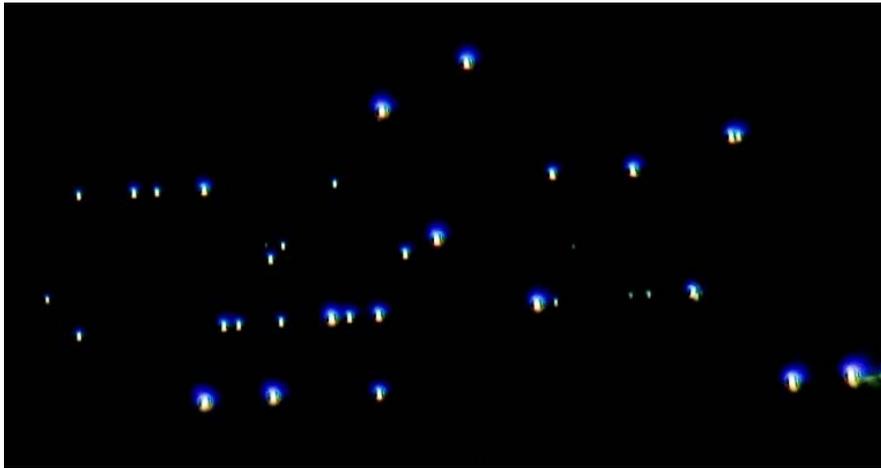


Fig. 3165 – Non è grave,.  
Ma è inutile negarlo: l’ottica  
geometrica non ammette  
deroghe, e, con l’oculare in  
posizione “Stereo”, le centriche  
risultano leggermente allungate  
in direzione verticale, che è la  
stessa direzione imposta  
all’inclinazio-ne della lente  
superiore dell’ocu-lare.

Siamo sempre al centro del  
campo.

Si può concludere che il disallineamento della lente oculare introduce nel sistema ottico dell’oculare un piccolo residuo di astigmatismo, anche se poco avvertibile nell’osservazione normale. Tutto come da copione.

Già che ci siamo, diamo un’occhiata alle aberrazioni ai margini del campo.  
In un oculare grandangolare, c’è da aspettarsi qualche residuo.



Fig. 3166 – Il centro del  
campo visuale è in basso, fuori  
figura.

Con l’oculare in posizione  
normale (“Mono”), sono  
evidenti le focaline tangenziali  
di un astigmatismo simmetrico  
(da progetto). “Fuoco alto”.



Fig. 3167 – Col “fuoco  
basso”, le focaline diventano  
radiali. Dunque, si conferma il  
residuo di astigmatismo  
simmetrico. Prevedibile.

Adesso ripetiamo le osservazioni dello star test ai margini del campo visuale, ma con l’oculare inclinato, in posizione “Stereo”.

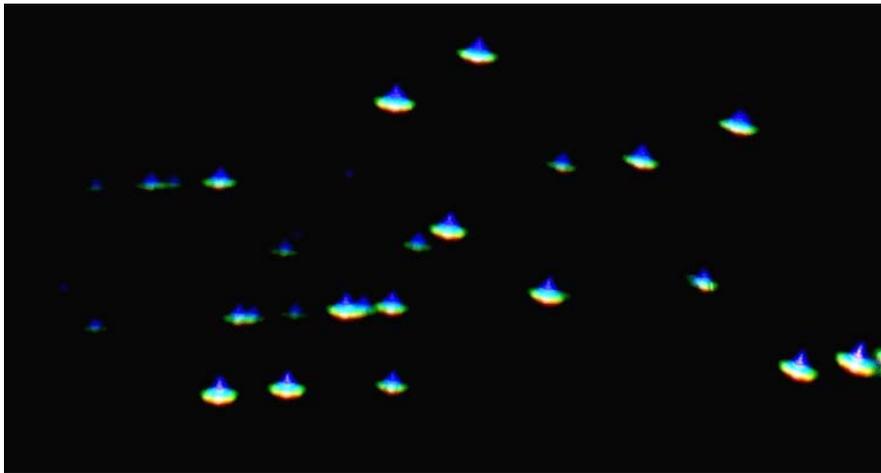


Fig. 3168 – Fuoco alto. Ancora evidenti le focaline tangenziali, per astigmatismo simmetrico.

Ma sono qui più evidenti i colori da cromatica laterale (CVD). Con l'oculare inclinato, le cose non potevano che peggiorare.

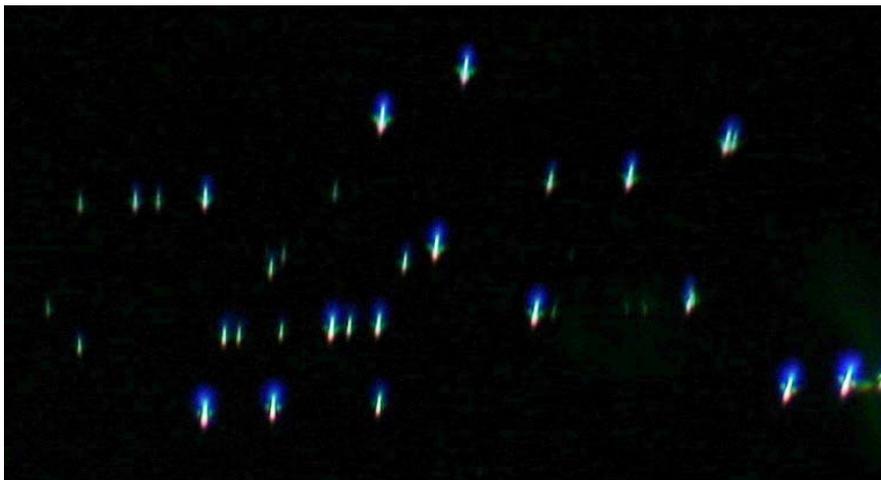


Fig. 3169 – Col fuoco alto, ancora focaline radiali, ma con colori accentuati.

Conclusioni: questi oculari sono di buone prestazioni, grandangolari, con elevato indice di campo ( $s' = 20$  mm).

La loro originalità consiste nel poter inclinare la lente “oculare” (superiore) in modo da poterli usare in un tubo bioculare tradizionale (ad assi paralleli), con assi visuali degli occhi convergenti di circa  $14^\circ$  come in un microscopio stereoscopico normale.

Bella idea, ma con un prezzo da pagare: qualche residuo di aberrazioni in posizione “Stereo”.

Un esame col reticolo Ronchi a righe parallele non ha molto senso in questo contesto in quanto riflettere le prestazioni dell'obbiettivo più di quelle dell'oculare. Comunque, si è verificato che le immagini date da questi oculari, in posizione “normale”, siano essenzialmente identiche a quelle date da altri oculari acromatici di buona qualità e ben collaudati, e questo con riguardo alle aberrazioni extra-assiali (astigmatismo, cromatica laterale, ecc.) e del piano (distorsione).

Per gli esami allo star test è stato usato un normale obbiettivo acromatico  $10 \times /0,25$ .

## Scheda tecnica n° 140

### Alcuni OCULARI “PROIETTIVI”

Riassumiamo quanto già detto sull'argomento nel manuale “Problemi tecnici della microscopia ottica” (in questo sito, sez. “Microscopia ottica”), ai §§ 20.6, 20.7, 30.8, 30.10, ecc. e poi esaminiamo alcuni sistemi commerciali.

Il termine “proiettivo” indica genericamente un oculare capace di fornire un'immagine reale, adatta alla fotografia o alla proiezione, che sono due casi ben diversi.

Un oculare normale, destinato all'osservazione, se lo strumento è correttamente focalizzato, produce un'immagine virtuale a distanza infinita sia verso lo spazio esterno (inutilizzabile), sia dal lato dell'interno dello strumento (che l'osservatore può vedere a fuoco senza dover accomodare l'occhio).

Nel caso della fotografia, l'immagine (reale) si deve formare a breve distanza (in una fotocamera o cinepresa o telecamera). Nel caso della micro-proiezione, serve un'immagine sempre a distanza finita, ma molto più grande (su uno schermo murale, in una sala, alla presenza di svariate persone).

#### Il caso della fotografia e della ripresa televisiva

Per fotografare occorre dunque un'immagine reale a distanza relativamente piccola da proiettare su un “sensore” fotosensibile (pellicola, Vidicon, CCD, ecc.). Per questo vi sono tre possibilità.

— Alterare la messa a fuoco (basta pochissimo con gli obbiettivi forti) ed in particolare abbassare l'oggetto rispetto all'obbiettivo. In questo modo, l'immagine intermedia si abbassa anch'essa e si forma prima del fuoco anteriore dell'oculare. L'immagine finale si forma così a distanza finita, ed è reale: la si può raccogliere su un'emulsione fotografica o un sensore elettronico.

Si tratta in sostanza di aumentare la distanza obbiettivo-oggetto, e quindi diminuire la distanza fra obbiettivo ed immagine intermedia (rispetto alla posizione di fuoco ideale, in cui l'immagine intermedia si forma nel fuoco dell'oculare e l'immagine finale è a distanza infinita). In pratica, si tratta di un ritocco della messa a fuoco; se l'immagine reale finale si deve formare ad una distanza dall'oculare<sup>3</sup> di almeno 20 cm, il procedimento è corretto e **qualunque oculare è adatto** (purché il suo ingrandimento sia tale da coprire il formato fotografico senza perdere nulla dell'immagine utile).

Molti sistemi classici, a soffietto, funzionano così, e con buoni risultati, ma non sono pratici, ed inoltre il microscopio lavora con focalizzazione alterata.

Fig. 3170 – Si noti il barilotto nero della lente oculare (1), che si può ruotare sul suo asse: una vite interna la fa spostare assialmente. Una scala graduata (2), incisa con numeri arbitrari (da 0 a 9), consente di ritrovare la posizione di lavoro che sia stata selezionata come la più adatta. Sul corpo (3) è indicata la lunghezza di tubo prevista (160 mm). Il produttore è la casa viennese Reichert; la data di produzione è della prima metà del '900.



L'oculare è un acromatico negativo con un diaframma di campo visivo di 8 mm ed un pupilla d'uscita a livello della lente superiore. La focale (misurata) è di circa 60 mm. L'ingrandimento visuale equivalente sarebbe circa 4 ×,

<sup>3</sup> La distanza fra oculare ed immagine finale si può chiamare “tiraggio” e corrisponde alla lunghezza di un'eventuale camera oscura sul cui fondo si trovi l'emulsione fotografica.

ma l'oculare è inutilizzabile per l'osservazione in quanto la sua pupilla d'uscita è troppo bassa. Il suo indice di campo è  $s' = 16,9$  mm.

Se si vuole evitare questa alterazione della messa a fuoco (perdita di parfocalità, ecc.), si possono usare opportuni oculari regolabili, simili ad un oculare micrometrico (vedi la fig. 3170, qui sopra). In essi la lente di campo eventuale (e l'immagine intermedia) si trovano al posto giusto e si solleva solo la lente oculare, quella superiore: la messa a fuoco dell'obbiettivo può essere quella corretta, l'immagine intermedia ed il diaframma di campo visivo si trovano nella posizione ideale: sollevando la sola lente oculare, cioè svitando la sua montatura, si ottiene lo scopo di porre il fuoco dell'oculare un po' sopra l'immagine intermedia, fuoco che si è sollevato assieme alla lente oculare; questo metodo è poco pratico, ma abbastanza corretto. Occorre mettere a fuoco con un oculare normale, e poi mettere a fuoco nella microcamera agendo solo sull'oculare regolabile.

Quando invece la distanza fra oculare ed immagine finale (o tiraggio) è inferiore a 20 cm, è meglio usare oculari speciali, generalmente convergenti, detti “**proiettivi**”, che sono ottimizzati per dare un'immagine reale con seconda coniugata corta (vedi oltre).

— Porre subito sopra l'oculare un apposito raccordo contenente una debole lente convergente, detta “**lente di camera**”, che rende convergente il fascio (coniugato all'infinito) emergente dall'oculare e consente la formazione di un'immagine reale a distanza ravvicinata, anche quando la messa a fuoco è corretta (immagine finale all'infinito). In questo caso, si può usare un oculare normale (adatto all'obbiettivo in uso).

NB: la lente di camera deve trovarsi in corrispondenza del disco di Ramsden per evitare vignettature. Essa di solito si trova all'interno di un raccordo (“**microcamera**”) che porta un mirino per la messa a fuoco e l'inquadramento e, verso l'alto, lo chassis o la camera oscura per lastre o pellicole.



Fig. 3171 – Un caso pratico di “microcamera” classica. Nel corpo (25) si trova una superficie semi-riflettente (in genere un prisma con superficie interna diagonale) che divide il fascio formatore d'immagine, proveniente dall'obbiettivo, in una parte diretta al “mirino” (27) ed una diretta alla “lente di camera”, posta subito sopra il prisma. Con la vite 28, la microcamera si fissa al tubo del microscopio, in modo che essa appoggi sull'oculare.

Sul filetto 26 si fissa poi la “cassa” per pellicole o lo chassis per lastre.

La focale della lente di camera è pari alla distanza che si desidera avere fra disco di Ramsden ed emulsione (“**tiraggio**”). In questo modo l'immagine finale all'infinito viene riportata nel secondo fuoco della lente di camera.

Raramente si richiedono per quest'applicazione degli oculari speciali ma, come primo problema, occorre che sul sensore (pellicola o sensore elettronico) venga accolta la maggior parte dell'immagine finale; per essere esatti, se il formato fotografico è rettangolare, come di consueto, è bene che esso risulti esattamente inscritto nell'immagine finale (circolare).

Poiché la focale della lente di camera è generalmente bassa, e comunque non vi sono regole in merito, occorre scegliere un oculare con una focale tale da ottemperare alla condizione appena citata. Se il formato fotografico risulta più piccolo dell'immagine finale, se ne utilizza solo una parte: è come dire che si aggiunge un ingrandimento fittizio che si somma all'ingrandimento previsto e può portare a superare l’“ingrandimento utile” del sistema in uso. Si peggiora così la definizione dell'immagine ripresa.

In pratica, l'oculare destinato a questo tipo di microfotografia può avere una focale assai

variabile, ma generalmente non elevata, che il costruttore o l'utilizzatore dovranno scegliere con cura, sia per i problemi di "compensazione" della cromatica laterale (legati alla correzione dell'obiettivo), sia per evitare una dannosa limitazione dell'immagine fotografata. Spesso, si usano sistemi a lunga focale e basso ingrandimento ( $2,5 \times$  nei due esempi della figura seguente): dipende dal formato fotografico e dalla focale della lente di camera.



Fig. 3172 – Molti oculari da usare con una microcamera come quella della figura precedente portano un'indicazione d'ingrandimento visuale (nei casi di questa figura:  $2,5 \times$ ). Da quanto detto sopra, dovrebbe essere chiaro che quel valore è valido solo nei casi in cui l'oculare venga effettivamente usato per l'osservazione. A parte le difficoltà legate alla posizione della pupilla d'uscita, a parte il valore generalmente molto modesto del campo angolare, quel valore non dice nulla riguardo all'ingrandimento lineare dell'immagine reale proiettata sulla pellicola: quest'ultimo dipende per lo meno dalla focale della lente di camera, di solito non dichiarata. In altre parole, il costruttore calcola (o almeno dovrebbe) tutti i parametri del sistema in modo che il formato fotografico o televisivo sia interamente coperto senza perdere nulla dell'immagine intermedia fornita dal microscopio. Tutto il sistema deve quindi essere integrato: obiettivo, sistemi intermedi, oculare, lente di camera, sensore foto o TV.

In questa figura, le due foto a sinistra riguardano un prodotto Olympus (Giappone), di tipo negativo (vedi la nota 4), con altezza di pupilla  $A_p = 15$  mm,  $DV = 13$  mm. Campo angolare:  $2\alpha = 22^\circ$ . Focale = 50 mm (l'ingrandimento visuale convenzionale sarebbe quindi  $5 \times$ ).

La foto a destra è un prodotto cinese, anonimo, acromatico negativo, con altezza di pupilla  $A_p = 14$  mm, campo angolare  $2\alpha = 24^\circ$ ,  $DV = 14,3$  mm;  $s' = 19$  mm. La pupilla d'uscita è alta 13 mm. Il primo piano focale (l'immagine intermedia) è alla stessa altezza della spalla; quindi, quest'oculare non è certo a norme DIN e non è parfocale con la maggior parte degli oculari normali. Poiché la focale è di 34 mm, l'ingrandimento visuale sarebbe circa  $7,3 \times$ , niente a che vedere con la notazione ( $2,5 \times$ )<sup>4</sup>.

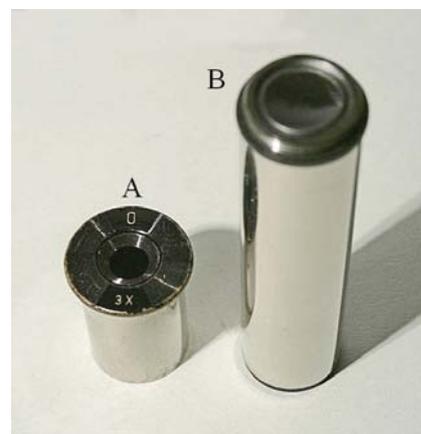


Fig. 3173/74 – Un esemplare della fine dell'800, marcato "0 – 3 ×", acromatico negativo, sec. Huygens, con indice di campo  $s' = 21$  mm, che richiede un'immagine intermedia a 48 mm dalla spalla, e quindi non parfocale con gli oculari normali.

Esso è divisibile in due parti; l'inferiore (lunga 94 mm, B in figura) rappresenta il vero oculare, mentre la parte

<sup>4</sup> Dai casi qui descritti, risulta chiaro che l'indicazione per l'ingrandimento riportata sugli oculari proiettivi o fotografici si riferisce ad un particolare sistema previsto dal costruttore e quindi spesso non coincide con l'ingrandimento visuale che questi oculari mostrerebbero se fossero usati per l'osservazione.

superiore (A, lunga 36 mm), che non contiene lenti, è solo un distanziale che aiuta a tenere l'occhio all'altezza giusta. Infatti, la pupilla d'uscita è alta 63 mm sopra la lente oculare (27 mm con la parte A avvitata). Il campo angolare è  $2\alpha = 15^\circ$ . Il diaframma di campo visivo è  $DV = 12,8$  mm. La focale è di 83 mm, e quindi l'indicazione "3x" rappresenta bene l'ingrandimento visuale convenzionale.

La sua lunghezza gl'impedisce di entrare a fondo nella maggioranza dei tubi porta-oculare normali.

— Un caso particolare di oculari per la fotografia è dato dagli oculari divergenti<sup>5</sup>.

Si sa che una lente a superfici sferiche che sia più sottile al centro che non all'orlo, ha un potere divergente, una "potenza" negativa.

Non vogliamo trattare per esteso la formazione delle immagini reali attraverso una lente divergente, ma può bastare una comprensione intuitiva a mezzo della figura qui sotto:

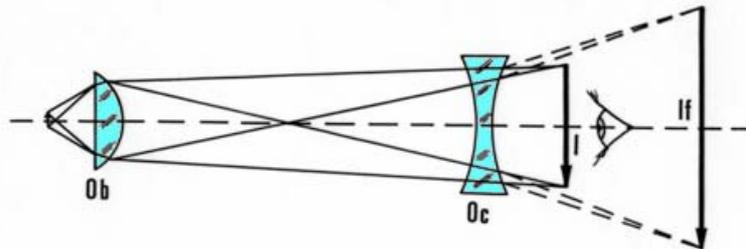


Fig. 3175

l'obbiettivo Ob (del tipo a "coniugata finita") è correttamente messo a fuoco e fornisce dell'oggetto un'immagine intermedia (reale, rovesciata, ingrandita) in I. Si ponga ora PRIMA dell'immagine intermedia una lente divergente Oc; la potenza e la posizione della lente siano tali che i fasci che convergono in ogni punto di I (ne sono disegnati due, per i punti estremi di I), divengono meno convergenti, senza arrivare a divergere. Invece di I si forma così un'immagine If, sempre reale ed ingrandita rispetto ad I e più lontana da Ob. Il funzionamento di questo **oculare divergente** è diverso da quello dell'oculare di Galileo, che è pure divergente, ma produce un'immagine finale virtuale all'infinito (se correttamente a fuoco).

L'oculare della figura precedente ha una pupilla d'uscita posta fra obiettivo ed oculare, in virtù della sua potenza negativa; l'occhio di un eventuale osservatore deve però stare sopra l'oculare, come schematizzato nella figura, e pertanto molto sopra la pupilla: avviene qualcosa di simile a quanto schematizzato nella figura seguente: la pupilla dell'occhio, essendo lontana dalla pupilla dell'oculare (P), si comporta come diaframma di campo e limita il campo angolare. Ne consegue che l'oculare divergente può essere usato solo dove serve un'immagine reale: in fotografia o in proiezione.

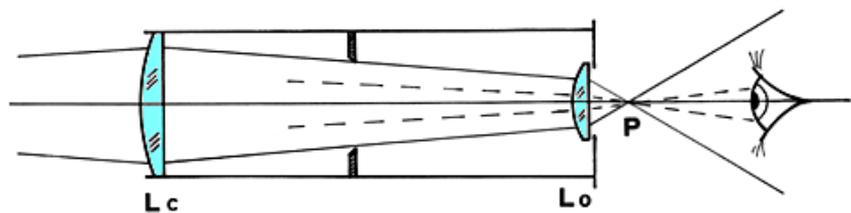


Fig. 3176 – L'oculare (negativo, sec. Huygens) ha una pupilla d'uscita (P), il "disco di Ramsden", in cui passa tutto il fascio che forma l'immagine finale. Se però la pupilla dell'occhio non si trova a coincidere con P (poiché l'osservatore tiene il capo troppo alto), l'occhio può ricevere solo la zona centrale del fascio (dell'immagine) come è indicato dalle linee tratteggiate.

I vantaggi dell'oculare divergente sono: la sua curvatura di campo è opposta a quella dell'obbiettivo, e la può compensare in parte; il suo astigmatismo può pure ridurre quello dell'obbiettivo.

Coll'avvento degli obbiettivi planari, gli oculari divergenti hanno perso molto del loro

<sup>5</sup> Il termine "negativo" per indicare una lente divergente va evitato in microscopia poiché gli oculari con la ricetta di Huygens ed altri si chiamano "negativi", pur essendo convergenti. Il termine "negativo" in quel caso allude al fatto che l'immagine intermedia si forma in mezzo alle due lenti, all'interno dell'oculare, sopra la lente di campo (l'inferiore).

interesse ed i loro difetti, come la forte distorsione, ne hanno decretato la quasi scomparsa dal mercato.

L'oculare divergente, appena descritto, è comunque un esempio di "proiettivo".

Fig. 3177 – Questo è un oculare con una forte potenza divergente. È formato da due parti che scorrono l'una nell'altra, portando ognuna una forte lente divergente. Variando la posizione reciproca delle due parti, si varia la focale e l'ingrandimento (fotografico).

La pupilla d'uscita è all'interno del sistema, e pertanto questo sistema non è utilizzabile per la visione.

La sola notazione riportata è: "II", "Reichert Austria".



— Usare oculari speciali o proiettivi, calcolati per dare un'immagine finale al posto giusto, a piccola distanza, senza alterare la messa a fuoco e senza introdurre aberrazioni.

Fig. 3178 – Una serie di oculari Zeiss con un'indicazione precisa, in termini d'ingrandimento lineare (3,2:1 – 5:1 – 10:1); ciò significa che lo scopo di questi sistemi è di dare un'immagine reale, a piccola distanza, senza la presenza di una lente di camera.

Le caratteristiche di questi oculari sono:

– la notazione MF indica l'uso per la fotomicrografia. La lettera K indica una correzione "compensatrice" per la cromatica laterale. Il termine 3,2:1 è negativo; gli altri sono positivi.

La lunghezza focale è, rispettivamente, di 36, 22 e 13 mm. Da questi valori si ricaverebbe, volendo usarli per l'osservazione, un ingrandimento visuale (immagine virtuale) di 7×, 11× e 20×, circa il doppio di quello indicato per la proiezione di un'immagine reale. Poiché l'ingrandimento visuale si calcola con  $V = 250/f$  (con  $f$  = focale), l'ingrandimento lineare indicato sembra calcolato per  $M = 125/f$ , all'incirca.

Se ne deduce che questi oculari vanno usati con un'emulsione fotografica a 125 mm dalla pupilla d'uscita di essi.

Fig. 3179 - Questo è il terzo termine della serie di cui sopra, visto di fianco.

La pupilla si trova a 13 mm dalla montatura nei primi due termini, a 10 mm SOTTO l'orlo della montatura nel termine più forte.

L'indice di campo, sempre rispettivamente, è:  $s' = 13,8 - 8,8$  e  $4,2$  mm. L'altezza del primo fuoco è di 8 – 10 e 13 mm sotto l'orlo della spalla (o l'orlo del tubo). Il campo angolare è per tutti di 20°.

Questo è dunque un esempio di un sistema proiettivo calcolato per dare direttamente, senza l'interposizione di altri sistemi, un'immagine reale alla distanza di 125 mm, di diametro di (sempre rispettivamente)  $13,8 \times 3,2 = 44$  mm –  $8,8 \times 5 = 44$  mm –  $4,2 \times 10 = 42$  mm. Poiché il diametro del formato "Leica" ( $24 \times 36$  mm) è di circa 43 mm, se ne deduce che con questi proiettivi si ha un'immagine circolare perfettamente circoscritta al formato fotografico "Leica". Naturalmente, solo se l'emulsione fotografica (o il sensore elettronico) si trovano a 125 mm dalla pupilla d'uscita.



Per la **ripresa televisiva** al microscopio (§ 30.9) si possono avere esigenze diverse: i moderni sensori televisivi, che siano del tipo termoionico (tubi a vuoto) o a stato solido (CCD e simili), hanno una superficie sensibile piccola, spesso minore di 1 cm, e vanno posti, per ragioni di praticità, assai vicini all'oculare. A questo punto è necessario un sistema ottico intermedio, del tipo della lente di camera sopra citata, che può essere costituito dallo stesso obiettivo della telecamera, oppure da un proiettivo speciale. Il problema principale è di adattare le dimensioni dell'immagine finale a quelle del sensore: molti "raccordi TV", anche di costruttori di grido, hanno il difetto di utilizzare solo la parte centrale dell'immagine, quale si vede negli oculari. È come dire che nel "canale TV" si ha un ingrandimento molto maggiore che negli oculari, col solito rischio di superare i limiti dell'ingrandimento "utile" e comunque di perdere definizione.

### Microproiezione

Quando invece si desidera creare un'immagine finale reale a grande distanza per proiezioni su schermo o su muro, difficilmente si possono usare oculari normali poiché il loro ingrandimento lineare è eccessivo: un normale oculare 10 × (20) crea un'immagine sullo schermo di 1 m di diametro già alla distanza di 1,25 m circa<sup>6</sup>.

Si usano allora proiettivi speciali con focale fino a 200 mm; per confronto, si pensi che l'oculare tipico di cui sopra (10×) ha una focale di 25 mm.

Comunque sia, l'ingrandimento lineare dell'oculare che produce un'immagine reale è ottenibile dalla:

$$M_{ok} = V_{ok} \cdot x'/250 = x'/f_{ok}$$

In questo caso  $x'$  è il "tiraggio" citato a pag. 1194 (distanza fra oculare e schermo) ed  $f_{ok}$  è la focale dell'oculare, ricavabile dalla seguente:

$$f_{ok} = 250/V_{ok}$$

in cui  $V_{ok}$  è l'ingrandimento visuale dell'oculare.

I proiettivi possono essere positivi, negativi, acromatici, compensatori, ecc. ed anche meccanicamente possono differire molto da un costruttore all'altro.

Fig. 3180 – Due dei termini della serie Zeiss (occidentale) descritti nella tabella seguente. La focale nominale è, rispettivamente, 63 e 125 mm.

Entrambi sono negativi, compensatori. L'indice di campo è 20 e 24 mm. La posizione del primo fuoco è a norme DIN (10 mm sotto la spalla). Il diametro del diaframma di campo visivo è 14 e 21 mm.

L'altezza della pupilla d'uscita è 45 e 30 mm. Il campo angolare è 20° e 15°.

La serie prevedeva altri due termini, con focale 80 e 100 mm.

La tabella della figura seguente espone il diametro dell'immagine proiettata (D) in funzione della distanza di proiezione (C) e per i quattro termini della serie (A).

In (B) s'indica l'ingrandimento visuale dei quattro termini, coerente con quanto si può dedurre dal valore della focale in base alla nota formula:

$$V_{ok} = 250/f_{ok}$$

Nella parte inferiore della figura, in un catalogo di data più recente, si accenna all'uso di questi sistemi anche per l'osservazione e per la fotografia, in quest'ultimo caso con una lente di camera con focale (E) pari a 100, 125 o 160 mm. La tabella 33 espone il "fattore di camera" ("Transfer factor") relativo ai vari casi.



<sup>6</sup> A volte, gli oculari destinati alla proiezione hanno la lente oculare regolabile per ottimizzare la messa a fuoco al variare della distanza dello schermo, senza alterare la messa fuoco dell'obiettivo (come in fig. 3170, pag. 1193).

Fig. 3181 (da cataloghi Zeiss del 1965 e 1971)

**Mikroprojektionsokulare**

A Mikroprojektionsokular (f = Brennweite)	B Lupenvergrößerung	DM	Bestellnummer	Gewicht ca. kg	C Projektionsentfernung in m								Durchmesser des Projektionsbildes in m (ca.)				
					3,2	4,5	6,3	8	10	12,5	16	20					
f = 63 mm	ca. 4×	62,—	46 36 79	0,100	1	1,6	2	2,5	3,2								
f = 80 mm	ca. 3×	62,—	46 35 79	0,120	0,8	1,25	1,6	2	2,5	3,2							
f = 100 mm	ca. 2,5×	62,—	46 34 79	0,135		1	1,25	1,6	2	2,5	3,2						
f = 125 mm	ca. 2×	62,—	46 33 79	0,160			1	1,25	1,6	2	2,5	3,2					

**Microprojection eyepieces**  
Eyepieces of long focal length for use in microprojection equipment



Table 33

**Transfer factors**

Focal length of microprojection eyepiece	Camera lens of focal length		
	100 mm	125 mm	160 mm
125 mm	0.8x	1x	1.25x
100 mm	1x	1.25x	1.6x
80 mm	1.25x	1.6x	2x
63 mm	1.6x	2x	2.5x

**E**

For the recommended projection distance, the scale factor of all projection eyepieces, i. e. the relationship between their field-of-view number and the diameter of the projected image, is identical. It is 100.

This means that all the eyepieces, which have a field-of-view number of 20, will produce an image of 2 m diameter at this distance.

In exceptional cases, these eyepieces may also be used for visual observation if eyepiece magnifications are required which are lower than those of the normal eyepieces. This is why the values corresponding to eyepiece magnification and eye relief are also indicated. The eyepieces may also be used to advantage if in cinemicrography on 16 mm or 8 mm film the aerial image produced by the camera lens is to be transferred to the film plane by the eyepiece with little or no magnification. In this case the camera, with a lens of suitable focal length, should be arranged above the eyepiece. The camera lens may be a simple achromatic lens (telescope objective). Table 33 gives the transfer factors which can be achieved, for example, with telescope objectives and the four microprojection eyepieces.

For details on microprojection equipment including projectives see brochure 41-480.

**Microprojection eyepieces**

Table 34

Designation	Eyepiece magnification	Eye relief mm	Focal length mm	Field-of-view number	Recommended for projection distance of m	Catalog No.
125 mm microprojection eyepiece	2x	30	126.0	20	12.5	46 33 79
100 mm microprojection eyepiece	2.5x	30	100.0	20	10	46 34 79
80 mm microprojection eyepiece	3.2x	30	79.3	20	8	46 35 79
63 mm microprojection eyepiece	4x	30	63.1	20	6.3	46 36 79

La tecnica della micro-proiezione è in disuso, quasi sempre soppiantata dal metodo televisivo; infatti, le difficoltà della micro-proiezione sono tante, alcune molto gravi:

Ecco le principali:

— l'oculare deve essere in genere più debole di quelli normali per evitare che l'immagine proiettata appaia troppo grande e troppo poco luminosa. Tutto dipende dalla distanza oculare-schermo;

— la luminosità è sempre scarsa, si richiede una sorgente di forte potenza ed i danni al preparato sono inevitabili anche in tempi brevi (come una decina di minuti).

Naturalmente, la microproiezione non soffre di alcuni degli svantaggi della riproduzione televisiva, come la presenza delle righe del raster, la presenza di "rumore" elettrico sovrapposto all'immagine utile, la cattiva riproduzione dei contrasti e del colore, ecc.

Facciamo notare per inciso che i sistemi che abbiamo chiamato in questa sede "proiettivi" sono spesso inadatti all'osservazione, vuoi per avere la pupilla d'uscita troppo bassa, vuoi per il campo angolare troppo modesto, vuoi perché la loro correzione non prevede un'immagine finale virtuale a distanza infinita. In altre parole, non andrebbero chiamati "oculari", ma semplicemente "proiettivi", in quanto, comunque, sono destinati a proiettare un'immagine reale a distanza finita.