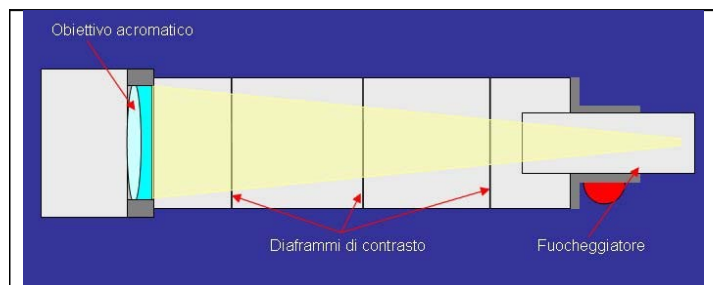


# I principali tipi di telescopio

Di Daniele Gasparri

**In questo articolo presento una breve discussione sulle configurazioni ottiche maggiormente utilizzate dagli astrofili, molto utile per capire quale è il telescopio più adatto alle proprie esigenze.**

## Rifrattore acromatico a lunga focale



I rifrattori utilizzano un sistema di lenti per focalizzare l'immagine. I rifrattori acromatici sono costituiti da due lenti separate da una precisa distanza, generalmente di qualche millimetro. Questo tipo di

configurazione ottica viene chiamato doppietto acromatico air spaced (ovvero con le due lenti spaziate dall'aria).

Quando il rapporto focale è superiore ad  $f10$  l'aberrazione cromatica residua è trascurabile e le immagini offerte da questi strumenti sono molto nitide e realistiche.

Data la lunga focale necessaria per dare le massime prestazioni, i rifrattori acromatici si rivelano utili solo per piccoli diametri, inferiori ai 150 mm.

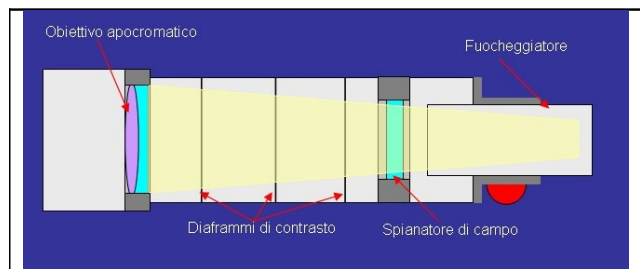
I rifrattori acromatici da 80-90 mm, con focale superiore ad un metro, sono strumenti particolarmente indicati per l'osservazione dei corpi del sistema solare.

In commercio esistono anche rifrattori più "veloci", ovvero con rapporti focale anche di  $f5$ . La loro utilità è però limitata all'osservazione del cielo a bassi ingrandimenti, data la grande quantità di aberrazione cromatica residua, che nessuna lavorazione, per quanto precisa, può ridurre.

Solamente con l'utilizzo di vetri speciali, chiamati ED (Extra-low Dispersion, ovvero a bassissima dispersione) si riduce notevolmente l'aberrazione cromatica residua, rendendo sfruttabili anche rapporti focale compresi tra  $f5$  e  $f8$ . Questo incremento delle prestazioni si paga a caso prezzo. I cosiddetti rifrattori semi-apromatici, ovvero doppietti con vetri speciali, costano anche il doppio rispetto ai classici acromatici.

Anche in questi casi i diametri disponibili sono inferiori ai 150mm, quindi i rifrattori acromatici possono essere considerati alla stregua di giganti binocoli quando si vogliono osservare gli oggetti del cielo profondo, consentendo visioni veramente appaganti solamente per oggetti molto luminosi, come i grandi ammassi aperti e le nebulose ad emissione. Tutti gli altri oggetti, quali ammassi globulari, galassie e tutte le altre nebulose devono essere osservati con strumenti di diametro maggiore.

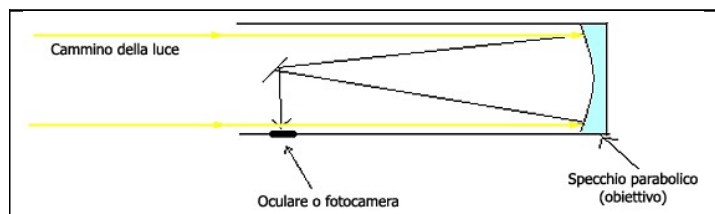
## Rifrattore apocromatico



Un apocromatico REALE deve avere un obiettivo costituito da almeno a 3 elementi. I rifrattori apocromatici rappresentano lo stato dell'arte dell'ottica, restituendo le immagini più belle, nitide e contrastate dirispetto ad ogni altra configurazione ottica.

Sfortunatamente il prezzo è veramente enorme: uno strumento da 10 centimetri può costare anche quanto una piccola utilitaria! Il loro impegno trova una giustificazione completa solamente nell'astrofotografia degli oggetti deboli e per quegli osservatori che fanno della qualità dell'immagine l'unico punto per l'acquisto di uno strumento. In tutti gli altri casi, ovvero nell'osservazione ad alta risoluzione dei pianeti e degli oggetti deboli, ci sono altri strumenti più performanti e ad un prezzo molto più accessibile. Ricordate, infatti, che, per quanto uno strumento possa fornire immagini nitide e contrastate, la potenza dipende sempre dal diametro e non c'è lavorazione ottica e meccanica che possa invertire questa regola della fisica.

## Riflettore Newton aperto



I telescopi in configurazione Newton sono strumenti riflettori che utilizzano uno specchio primario a forma di una sezione di parabola, posto in fondo al tubo ottico, il

quale raccoglie e convoglia la luce verso uno specchietto più piccolo, piano e inclinato di  $45^\circ$  il cui compito è portare il fascio ottico fuori dal tubo per poter essere osservato dall'occhio. L'oculare nei telescopi Newton non si inserisce in fondo al tubo ma lateralmente, quasi alla sua estremità: di certo una posizione diversa rispetto all'idea comune, ma qualche volta molto più comoda di quella tradizionale.

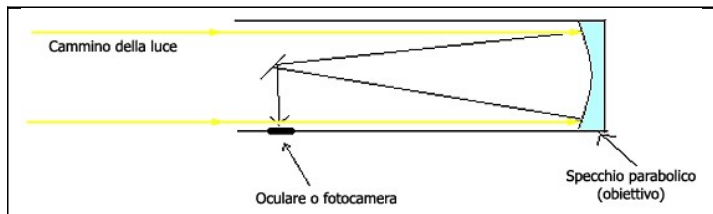
I telescopi Newton si distinguono in due famiglie, in base al loro rapporto focale.

Gli strumenti aperti, ovvero con rapporti focale  $f4-5$ , sono i più economici, disponibili in diametri sufficientemente grandi da dare molte soddisfazioni.

Questo tipo di telescopio è molto adatto per l'osservazione visuale di oggetti deep-sky. La qualità ottica, non sempre eccelsa, è bilanciata dai grandi diametri disponibili a prezzi relativamente economici, rendendolo uno strumento adatto anche per l'osservazione dei pianeti, sebbene non sia la sua specializzazione. Utilizzato in configurazione dobsoniana e a partire da diametri da 25 cm, si rivela uno strumento magnifico nell'osservare tutti gli oggetti del cielo profondo. Sconsigliabile in fotografia se si usano sensori superiori a 7

mm di lato, a causa del coma intrinseco a questa configurazione ottica; utilizzando un correttore di coma, diventa uno strumento ottimo anche per l'imaging deep-sky.

### Riflettore Newton chiuso



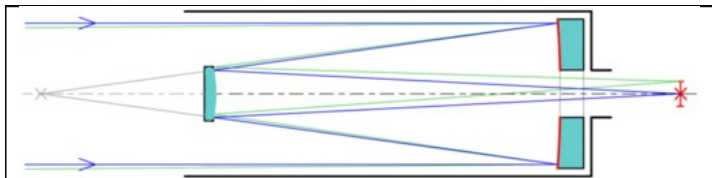
I newton chiusi a  $f$  6-7-8 sono disponibili solo per diametri inferiori ai 25cm e questo è un peccato, perché uniscono all'economicità una ottima qualità ottica (derivata dalla più facile

lavorazione di specchi a lunghe focali). I newton a lungo fuoco hanno un'ostruzione causata dallo specchio secondario inferiore al 25% e forniscono immagini quasi identiche ad un rifrattore apocromatico di pari diametro, ad un prezzo nettamente minore.

L'utilizzo di questi strumenti, purtroppo ingombranti è ideale per l'osservazione dei pianeti in altissima risoluzione. Prima di acquistare un bestione del genere, informatevi bene se il vostro sito osservativo è adatto alle osservazioni in alta risoluzione, studiando il comportamento e l'entità della turbolenza atmosferica.

Molti astrofili si affidano agli artigiani per produrre Newton di diametro di 20-30 cm, chiusi a  $f$ 7, con conseguente piccolissima ostruzione, per applicazioni puramente in alta risoluzione. Lo strumento, almeno fino a  $f$ 8, sarebbe molto adatto anche per l'astrofotografia degli oggetti deboli, ma sono richieste montature veramente robuste per poterlo sorreggere.

### Riflettore Cassegrain



I Cassegrain sono riflettori che utilizzano uno specchio primario a forma di parabola, forato nel centro. La luce riflessa viene convogliata verso uno

specchio secondario convesso, che provvede ad allungare la focale dello strumento, e convoglia i raggi luminosi verso il foro del primario. L'osservazione con questi strumenti si effettua quindi nei rifrattori, in fondo al tubo ottico.

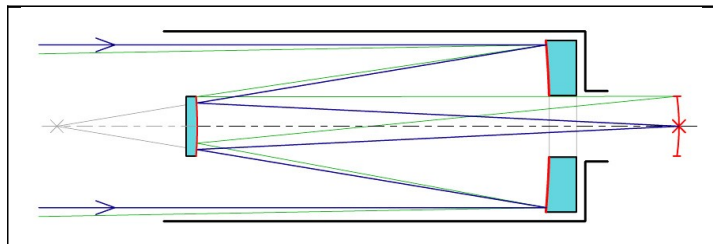
La particolarità dello schema Cassegrain è che non è necessario che il tubo ottico sia lungo quanto la focale dello strumento. Grazie al potere di ingrandimento dello specchio secondario, i Cassegrain sono strumenti decisamente compatti, ma dalla lunga focale. Hanno tutti rapporti focale superiori a  $f$ 10. Non sono strumenti specializzati in un tipo di osservazione. L'ostruzione centrale, infatti è superiore al 30% del diametro dello strumento, diminuendo il contrasto nelle immagini planetarie e la puntiformità delle immagini e la loro luminosità in quelle deep-sky. E' un ottimo strumento tuttfare, il cui

principale vantaggio è la compattezza. Dato il grande rapporto focale, non sono molto adatti all'astrofotografia degli oggetti del cielo profondo, la quale richiede rapporti focale decisamente più luminosi (f4-8).

Purtroppo la difficoltà di produzione degli specchi della giusta forma ne ha impedito una diffusione a livello commerciale ad un costo accessibile all'amatore.

Un'ottima variante commerciale è lo schema ottico Schmidt-cassegrain.

## Ritchey-Chrétien



Si tratta di un riflettore utilizzato ampiamente negli osservatori professionali, variante del classico Cassegrain.

Lo specchio primario e il secondario hanno forme particolari, ne sferiche ne

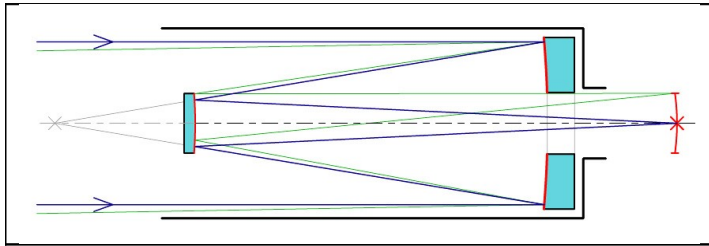
paraboloidali, bensì iperboloidali. Queste forme, peraltro molto difficili da ottenere, riducono drasticamente ogni tipo di aberrazione extra-assiale, in particolare il coma. Il Telescopio ritchey-Chrétien è quindi uno strumento prettamente fotografico, in grado di fornire risultati senza compromessi. Non a caso tutti i più grandi strumenti del mondo utilizzano questa configurazione ottica, la quale permette di avere anche una notevole compattezza.

Per gli amatori si tratta di uno strumento piuttosto costoso, con diametri dai 20 centimetri in su, dedicato spesso a piccoli osservatori e lavori fotografici di altissimo livello, sia qualitativo che scientifico.

Generalmente aperto a f8, ha un'ostruzione centrale molto elevata, che può raggiungere anche il 40%, per questo visualmente è meno performante di altri strumenti, anche molto più economici.

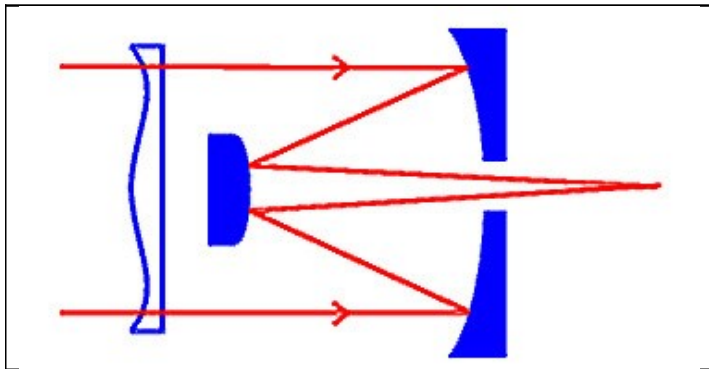
## Dall-Kirkham

Altro riflettore ed altra variante della classica configurazione Cassegrain. Come il Ritchey-Chrétien, mantiene il progetto ottico del Cassegrain ma gli specchi hanno forme diverse. Lo specchio primario ha forma ellissoidale, quello secondario è sferico. Prodotto con rapporti focale oltre f10 è particolarmente indicato per le osservazioni in alta risoluzione. La configurazione ottica introduce notevoli aberrazioni extra-assiali, visibili e dannose con oculari dal grande campo apparente e ingrandimento ridotto. In serie commerciale è prodotto da una sola ditta e viene venduto come strumento di fascia di prezzo notevolmente superiore, anche se le sue caratteristiche non ne fanno certo uno strumento per riprese deep-sky, presentando un coma (a f10) paragonabile a quello di un riflettore Newton aperto a f5. Il prezzo elevato e il campo di applicazione genericamente limitato agli oggetti del sistema solare, ne fanno una configurazione poco amata dagli



astrofili, i quali preferiscono i catadiottrici come gli Schmidt-Cassegrain, decisamente meno costosi e dalla qualità paragonabile, se non superiore.

### Schmidt-Cassegrain (SCT)



Lo Schmidt-Cassegrain è una variante molto interessante del Cassegrain. Uno specchio primario sferico convoglia la luce nello specchio secondario, anche esso sferico ma convesso. Dato che questo sistema introduce una notevole quantità di aberrazione sferica, una

lastra correttiva, posta davanti ad entrambi gli specchi provvede a correggere le immagini. Lo Schmidt-Cassegrain è quindi un telescopio catadiottrico. Come possiamo intuire, lo Schmidt-Cassegrain è una variante tipicamente commerciale del Cassegrain, nel quale, per finalità produttive si preferisce correggere le aberrazioni causate da superfici facili da lavorare piuttosto che progettare superfici esenti da difetti ma molto difficili, quindi costose, da costruire. I vantaggi e gli svantaggi sono esattamente quelli di ogni riflettore Cassegrain.

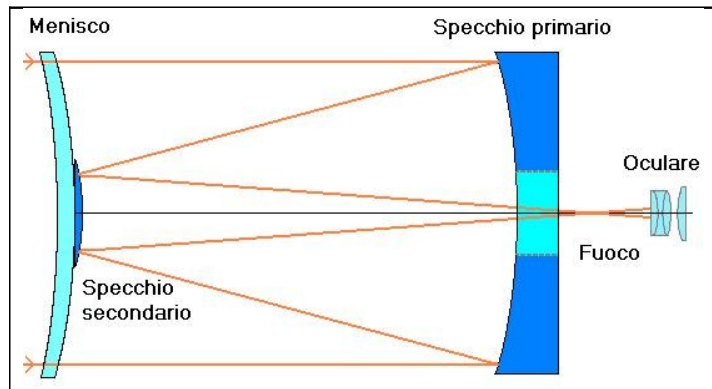
Sono strumenti universali, dal rapporto focale tipicamente di f10, facilmente riducibile a f6,3 con l'uso di un riduttore, che ha la funzione anche di spianatore di campo, utile in visuale per variare l'ingrandimento del proprio parco oculari. Lo SCT /Schmidt-Cassegrain Telescope) è un telescopio universale, non specializzato in nessuna particolare applicazione ma dalle prestazioni molto buone in ogni campo.

Visualmente offre grandi visioni degli oggetti del sistema solare, anche se con un contrasto minore rispetto ai più costosi rifrattori apocromatici o Newton poco ostruiti. Nel profondo cielo offre la possibilità di utilizzare oculari dalla grande pupilla d'uscita (grazie alla focale lunga) per ottenere gli ingrandimenti tipici delle 100-150 volte, necessari per questo tipo di osservazioni.

Nel campo fotografico (parliamo sempre di digitale) è sicuramente lo strumento commerciale dal migliore rapporto prestazioni/prezzo per gli oggetti del sistema solare, grazie anche alla parziale compensazione della perdita del contrasto dei sensori CCD e del successivo processing digitale. Nel deep-sky ha un campo corretto abbastanza grande da permettere l'uso di sensori di oltre 10-15 mm di lato, senza decadimenti

dell'immagine. Sicuramente lo strumento con il migliore rapporto qualità/prezzo di tutto il panorama commerciale.

### Maksutov-Cassegrain



Altro telescopio catadiottrico, variante del riflettore Cassegrain. I Maksutov-Cassegrain, o semplicemente mak sono strumenti molto compatti, quasi come gli Schmidt-Cassegrain. In effetti la somiglianza costruttiva è notevole. Uno specchio primario sferico convoglia

la luce verso uno specchio secondario sferico e convesso, il quale è ricavato dalla lastra correttiva dell'aberrazione sferica, della menisco. La differenza con lo SCT è proprio questa: la lastra correttiva ha una piccola parte alluminata che funziona anche da specchio secondario.

Il progetto costruttivo costringe a costruire ogni mak con un rapporto focale molto chiuso focale molto chiusi (f12-15).

Questa configurazione è di solito usata per piccoli diametri, da 9 fino a 15-18 cm.

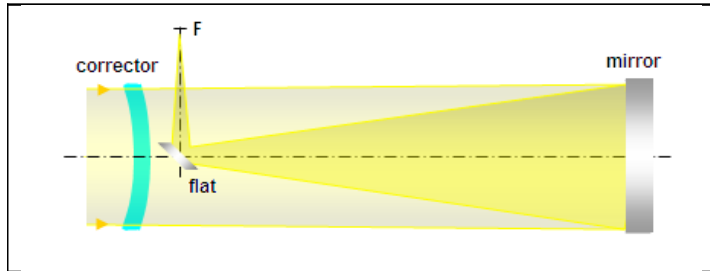
Il mak è uno degli strumenti preferiti dai principianti, in grado di fornire ottime visioni dei pianeti ed una compattezza imbarazzante, ad un costo che è una piccola frazione dell'unica configurazione che forse gli è (leggermente) superiore, ovvero i rifrattori acromatici a lungo fuoco, ormai quasi introvabili nel panorama commerciale.

Un mak da 90mm e rapporto focale pari a f13 ha un tubo lungo circa 40 cm, un peso di poco superiore a 2 Kg ed un costo intorno ai 200 euro. Un rifrattore acromatico da 90 mm chiuso a f13 ha una lunghezza di circa 120 cm, un peso di quasi 4 kg ed un costo superiore ai 500 euro.

Sono strumenti adatti per l'osservazione degli oggetti del sistema solare; il piccolo diametro non consente di avere una buona visione degli oggetti del cielo profondo, così come il rapporto focale non consente di fare alcun tipo di ripresa profonda.

In fotografia quindi, l'unico campo di applicazione è l'alta risoluzione, di cui questi strumenti sono capaci. Possono essere utilizzati anche come telescopi da viaggio e per osservazioni terrestri.

## Maksutov-Newton



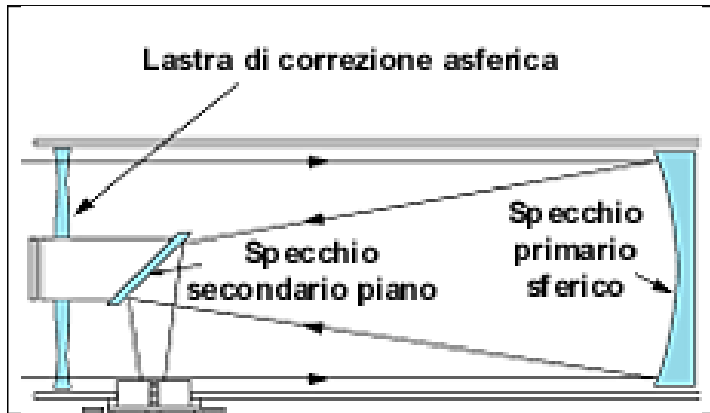
Il maksutov Newton è un catadiottrico variante del Newton. Invece di produrre specchi parabolici costosi e non sempre della qualità desiderata, i costruttori preferiscono lavorare un primario sferico, la cui

lavorazione è molto più semplice ed economica, e correggere l'aberrazione sferica con una lastra correttrice spessa e curva, proprio come quella dei Maksutov-Cassegrain. Progettati fino a diametri dell'ordine di 20 cm (almeno per la vendita commerciale), sono strumenti dal rapporto focale chiuso ( $f7-8$ ), con bassissima ostruzione, capaci di dare grandi soddisfazioni sugli oggetti del sistema solare.

Il diametro di 20 cm consente di avere anche ottime visioni degli oggetti deep-sky, sebbene l'acquisto di uno strumento così peculiare e anche costoso non deve essere finalizzato a questo tipo di osservazioni, per le quali si trovano strumenti più performanti a parità di prezzo.

Sono strumenti ingombranti, più dei Newton, e richiedono quindi montature robuste. Il loro principale problema è il tempo d'acclimatamento: molti di essi montano una ventola dietro lo specchio primario per accelerare il processo, che altrimenti potrebbe richiedere anche alcune ore, rendendo vano ogni tentativo di osservazione in alta risoluzione.

## Schmidt-Newton



Lo Schmidt-Newton è un'altra configurazione catadiottrica, simile al Maksutov-Newton. L'unica differenza è nella lastra di vetro destinata alla correzione dell'aberrazione sferica introdotta dal primario sferico, la quale ha uno spessore minore, una forma diversa e si trova più vicina al primario rispetto al menisco di tutte

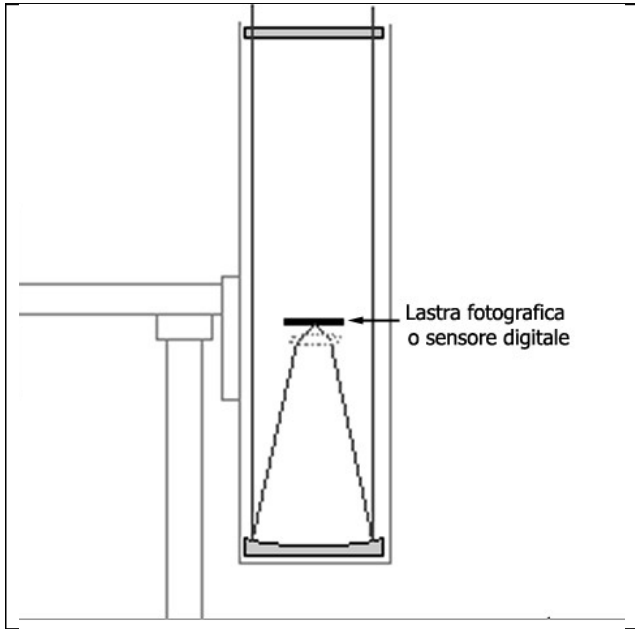
le configurazioni Maksutov. Gli Schmidt-Newton sono telescopi prettamente fotografici e lo conferma anche il loro rapporto focale, tipicamente di f4. La lastra correttiva, infatti, corregge anche le principali aberrazioni extra-assiali che affliggono i Newton, come in primis.

Il loro acquisto, quindi, è giustificato solamente se si vuole intraprendere la strada dell'astrofotografia degli oggetti deboli. Per l'osservazione visuale, un Newton classico conserva una qualità identica, ma ad un prezzo decisamente inferiore.

La loro qualità ottica non consente immagini al limite di diffrazione, e comunque, per raggiungere l'ingrandimento limite di 2,5 volte il diametro strumentale, occorrono oculari dalla cortissima focale e piccola pupilla d'uscita, con osservazioni non molto agevoli su pianeti e stelle doppie.

Grazie al campo corretto più ampio dei Newton puri, questa è la più economica alternativa per chi vuole ottenere il massimo dalla fotografia degli oggetti del cielo profondo.

## Camera di Schmidt



La camera di Schmidt può essere considerata quasi una configurazione ottica ormai estinta. E' uno strumento studiato esclusivamente per la fotografia chimica, ormai quasi del tutto estinta ed ha rapporti focale intorno  $f1,5-2$ . Purtroppo non è un vero e proprio telescopio. Lo specchio primario sul fondo del tubo è sferico; l'aberrazione sferica e tutte le altre extra-assiali sono corrette dalla lastra correttrice. Non esiste uno specchio secondario, ne il posto per inserire gli oculari. La vecchia pellicola fotografica va inserita direttamente nel tubo!

La produzione attuale consente

l'utilizzo con i moderni sensori digitali, sebbene rimanga uno strumento di nicchia, utilizzato spesso dagli astronomi professionisti alla caccia di comete, asteroidi, stelle variabili: insomma, tutte quelle applicazioni che richiedono un grande campo corretto, esteso per oltre  $1^\circ$

Rappresenta il massimo per eseguire programmi di survey a largo campo, come la ricerca di asteroidi, comete e supernove.