

**CAPITOLO 2 CARATTERISTICHE OTTICHE DELLO ZOOM PER TELECAMERE**

**1. Dimensione dell'immagine**

L'obiettivo produce immagini all'interno di un cerchio, chiamato il cerchio dell'immagine. Nella telecamera l'elemento per la formazione di immagini caratterizzato da un'area del sensore rettangolare (dimensione dell'immagine) rileva l'immagine prodotta all'interno del cerchio dell'immagine. Esistono vari tipi di elementi per la formazione di immagini per telecamere con varie dimensioni dell'immagine ed è disponibile una varietà di zoom per telecamere che soddisfa le diverse dimensioni dell'immagine.

Il rapporto tra la lunghezza del lato orizzontale e quella del lato verticale di un'immagine televisiva è chiamato il rapporto larghezza-altezza ed è normalmente pari a 4:3 (L:A) per una trasmissione televisiva ordinaria e a 16:9 (L:A) per un'alta definizione televisiva (HDTV).

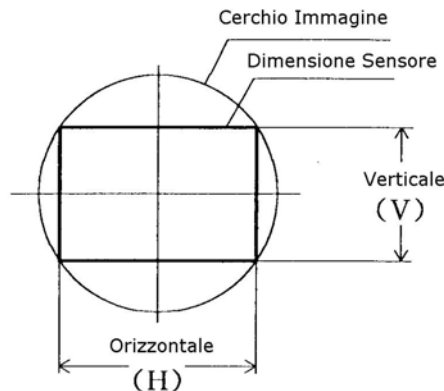


Fig.6 Dimensione Sensore

Tav. 2 Aspetto d'Immagine 4:3

	Sensore	Cerchio Immagine (mm)	V	H
<b>TV lens(P)</b>	<b>1-1/4"</b>	<b>φ 21.4</b>	<b>12.8</b>	<b>17.1</b>
<b>(R)</b>	<b>1"</b>	<b>φ 16.0</b>	<b>9.6</b>	<b>12.8</b>
<b>(A)</b>	<b>2/3"</b>	<b>φ 11.0</b>	<b>6.6</b>	<b>8.8</b>
<b>(S)</b>	<b>1/2"</b>	<b>φ 8.0</b>	<b>4.8</b>	<b>6.4</b>
<b>35mm camera</b>	<b>35mm film</b>	<b>φ 43.3</b>	<b>24.0</b>	<b>36.0</b>

**2. Lunghezza focale**

La luce incidente parallela su un obiettivo convesso converge verso un punto dell'asse ottico; tale punto è il punto focale dell'obiettivo. La distanza tra il punto principale nel sistema ottico e il punto focale è chiamata lunghezza focale e per una singola lente sottile, la lunghezza focale è pari alla distanza tra il centro della lente e il punto focale.

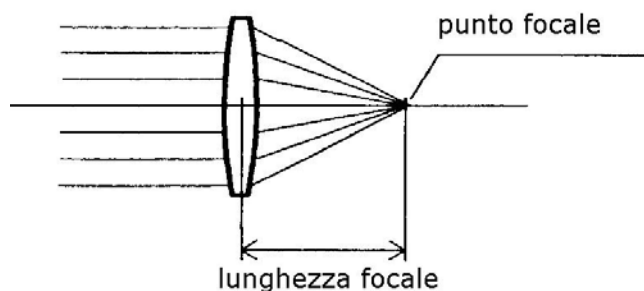


Fig.7 Distanza Focale

### 3. Angolo di campo e campo inquadrato

L'angolo di campo è il campo inquadrato dall'obiettivo della telecamera data una certa dimensione dell'immagine ed è in genere espresso in gradi. Normalmente l'angolo di campo è misurato presupponendo che l'obiettivo sia focalizzato all'infinito. L'angolo di campo può essere ottenuto attraverso il calcolo se si conosce la lunghezza focale e la dimensione dell'immagine.

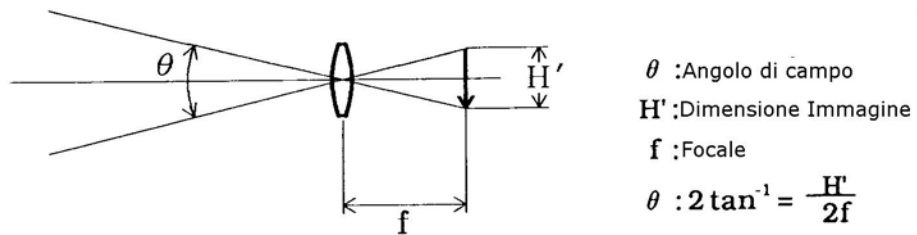


Fig.8 Angolo di campo

Se la distanza dall'oggetto è finita, non ci si serve dell'angolo, ma della dimensione del campo che può effettivamente essere ripreso, conosciuto anche come campo inquadrato.

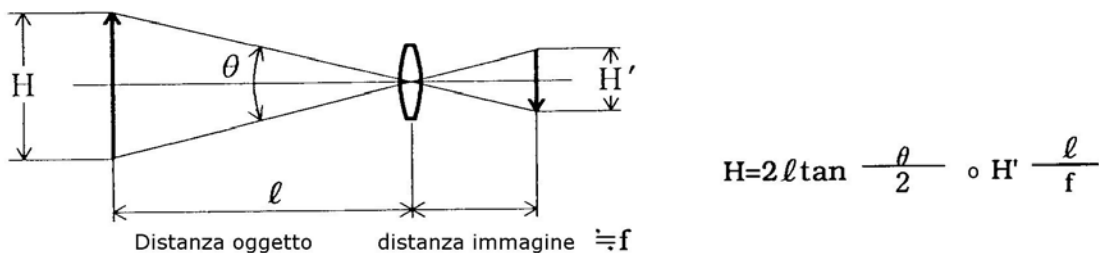


Fig.9 Rapporto oggetto immagine

Nota: La lunghezza focale di uno zoom muta leggermente se si sposta il gruppo delle lenti per la focalizzazione. La distanza dall'oggetto ( $l$ ) è misurata dal punto principale dell'obiettivo. Per tali ragioni il valore calcolato nella precedente equazione può comportare un errore se la distanza dal punto dell'oggetto è breve.

Il calcolatore del campo inquadrato Fujinon è un regolo calcolatore per trovare i valori da queste equazioni. Ciò permette all'utente di trovare i valori relativi all'angolo di campo e al campo inquadrato senza calcoli complessi e di poter comparare facilmente tali valori per dimensioni dell'immagine diverse.

### 4. Estensione focale.

Il livello di estensione focale è il rapporto tra la lunghezza focale all'estremità del teleobiettivo e quella all'estremità grandangolare. Lo zoom può mutare la dimensione dell'oggetto che compare sul monitor fino al punto specificato dall'estensione focale.

### 5. Luminosità dell'obiettivo (numeri F e T)

Il numero F indica la luminosità dell'obiettivo. Più piccolo è il valore, più luminosa è l'immagine prodotta dall'obiettivo. Il numero F è inversamente proporzionale al diametro effettivo dell'obiettivo ed è direttamente proporzionale alla lunghezza focale.

$$F. = \frac{f}{D}$$

f = Distanza focale di un obiettivo

D = Diametro interno di un obiettivo

F. = Diaframma (luminosità dell'obiettivo)

La scala dell'anello dei diaframmi dell'obiettivo utilizza un rapporto formale pari a  $\sqrt{2}$  in quanto la quantità di incidenza della luce sull'obiettivo è proporzionale alla sezione trasversale del flusso luminoso (quadrato del diametro). In altre parole la luminosità si dimezza ogni volta che il numero F è aumentato di un *F-stop*.

Il numero F è un valore determinato sul presupposto che la trasmissione dell'obiettivo sia al 100%. Tuttavia virtualmente tutti gli obiettivi hanno una trasmissione spettrale diversa e quindi lo stesso numero F ha vari livelli di luminosità. Per eliminare tale inconveniente è stato sviluppato un sistema che considera sia il numero F, sia la trasmissione spettrale, il numero T. I numeri T e F sono correlati tra loro nel seguente modo:

$$T. = \frac{F}{\sqrt{\text{TRASMISSIONE (\%)}}} \times 10$$

## 6. Caduta di luminosità.

Il livello di resa della luminosità dell'immagine diminuisce verso la focale del teleobiettivo quando si usa uno zoom con diaframma completamente aperto. Tale fenomeno è chiamato caduta di luminosità e avviene quando il diametro della pupilla di entrata diventa pari al diametro effettivo della lente anteriore, in quanto lo zoom si avvicina all'estremità del teleobiettivo, con il risultato che il flusso luminoso che passa attraverso l'obiettivo non può aumentare ulteriormente, diminuendo così in modo efficace il numero F.

Per evitare la caduta di luminosità, il diametro dell'obiettivo anteriore deve essere maggiore del diametro della pupilla di entrata all'estremità del teleobiettivo. In pratica è permessa una caduta di luminosità limitata per evitare dimensione e peso eccessivi. Il diametro dell'obiettivo anteriore è limitato a un certo livello per rendere piccola la dimensione complessiva dell'obiettivo. La quantità di caduta di luminosità e l'estensione della lunghezza focale priva di caduta di luminosità sono fattori importanti nel determinare il valore dell'obiettivo per un uso pratico.

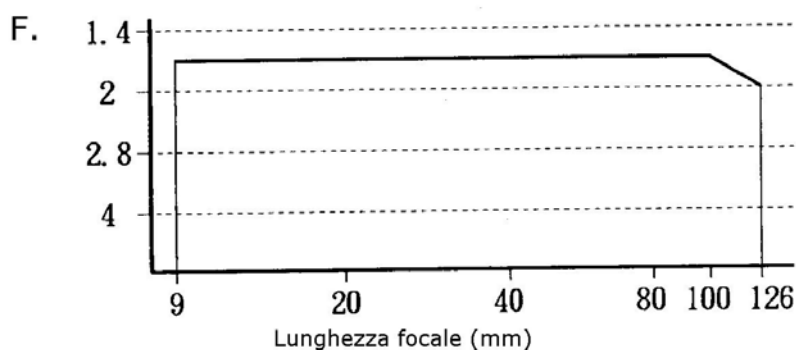


Fig. 10 Esempio di caduta di luminosità

## 7. Distanza minima dell'oggetto (M.O.D.)

La distanza minima dell'oggetto (M.O.D.) indica quanto vicino all'oggetto può essere posizionato l'obiettivo per la ripresa ed è misurata dal vertice del vetro anteriore dell'obiettivo. In genere gli zoom di tipo leggero hanno una grande M.O.D., mentre gli zoom grandangolari da studio hanno una M.O.D. piccola. Ciò risulta dalla differenza nella struttura del gruppo di lenti per la messa a fuoco.

### 8. Flangia posteriore, profondità di fuoco e tiraggio meccanico.

La flangia posteriore (FB) è la distanza tra il piano di riferimento della montatura dell'obiettivo (flangia) e il piano immagine. La flangia d'attacco della telecamera differisce tra i vari modelli. È necessario selezionare l'obiettivo caratterizzato da una flangia posteriore adatta alla telecamera da usare. La profondità di fuoco è la distanza tra il vertice della superficie della lente finale e il piano immagine. Il tiraggio meccanico è la distanza tra la montatura dell'obiettivo e il piano immagine. La flangia posteriore e la profondità di fuoco sono generalmente espresse con dimensioni misurate in aria. Una telecamera è normalmente dotata del prisma per la selezione del colore, del filtro, della piastra del sensore, o di altri vetri. La flangia posteriore o la profondità di fuoco deve essere costante indipendentemente dal vetro interposto e dal suo spessore e per tale ragione è rilevata dopo essere stata convertita nella lunghezza misurata in aria.

La lunghezza misurata in aria convertita e la lunghezza meccanica reale sono collegate tra loro nel seguente modo:

Lunghezza misurata in aria convertita = lunghezza meccanica reale  $(1-1/n)d$

Fig.11 Profondità di fuoco dello zoom

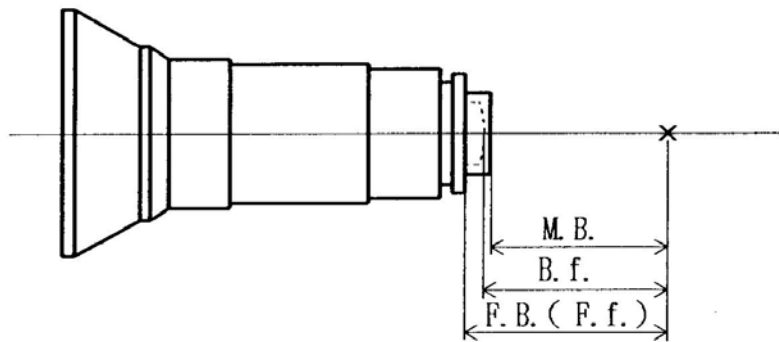
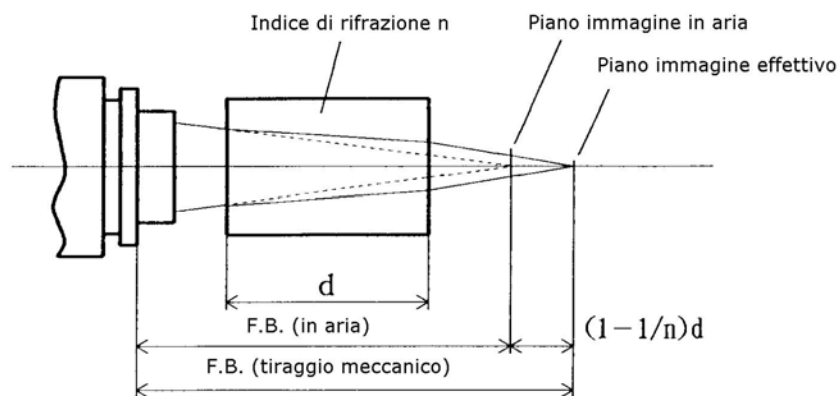


Fig.12 Tiraggio meccanico reale e tiraggio in aria



### 9. Compensazione del vetro

Ogni telecamera è fornita del prisma per la selezione del colore e di un blocco di vetro di ND, CC o di vari altri filtri. Ogni obiettivo per telecamere è compensato per l'aberrazione in modo da assicurare una prestazione ottima in considerazione del materiale e della lunghezza dei blocchi di vetro utilizzati nelle telecamere. Il materiale e la lunghezza del prisma per la selezione del colore costruito nella telecamera può differire da un modello all'altro. È disponibile una varietà di lenti di compensazione in vetro per soddisfare i requisiti delle varie telecamere.

(1) Se lo spessore del vetro differisce

Gli obiettivi delle telecamere sono progettati in modo tale che qualsiasi aberrazione sferica che si verifica nei blocchi di vetro nel cammino ottico convergente è compensata dall'aberrazione sferica corretta nell'obiettivo.

(Figura 13)

Se si monta un obiettivo per telecamere caratterizzato da uno spessore del vetro diverso dal valore della progettazione, l'equilibrio menzionato precedentemente è annullato e ne consegue un'aberrazione sferica.

Se si accetta una diminuzione dell'MTF fino a circa il 10% della banda dell'alta frequenza, allora è permesso lo spessore del vetro secondo il numero F a 5MHz, come mostrato nella tabella 3. L'effetto è ridotto aumentando il numero F (chiusura del diaframma) e virtualmente non si osserva alcun effetto quando si seleziona F5.6, o un numero F maggiore.

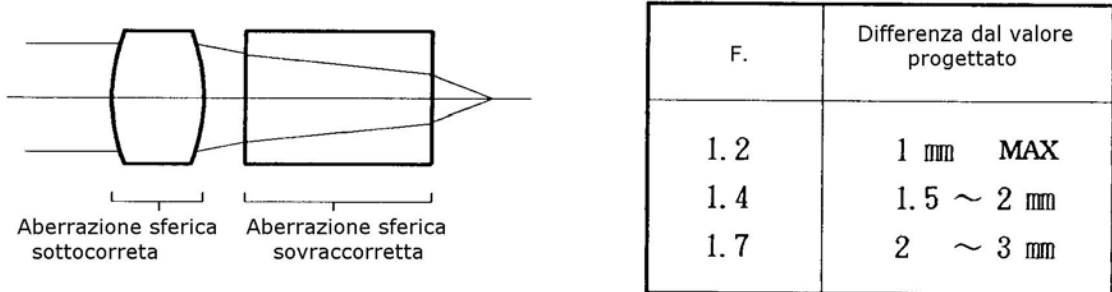


Fig.13 Correzione necessaria dell'aberrazione sferica per il prisma separatore

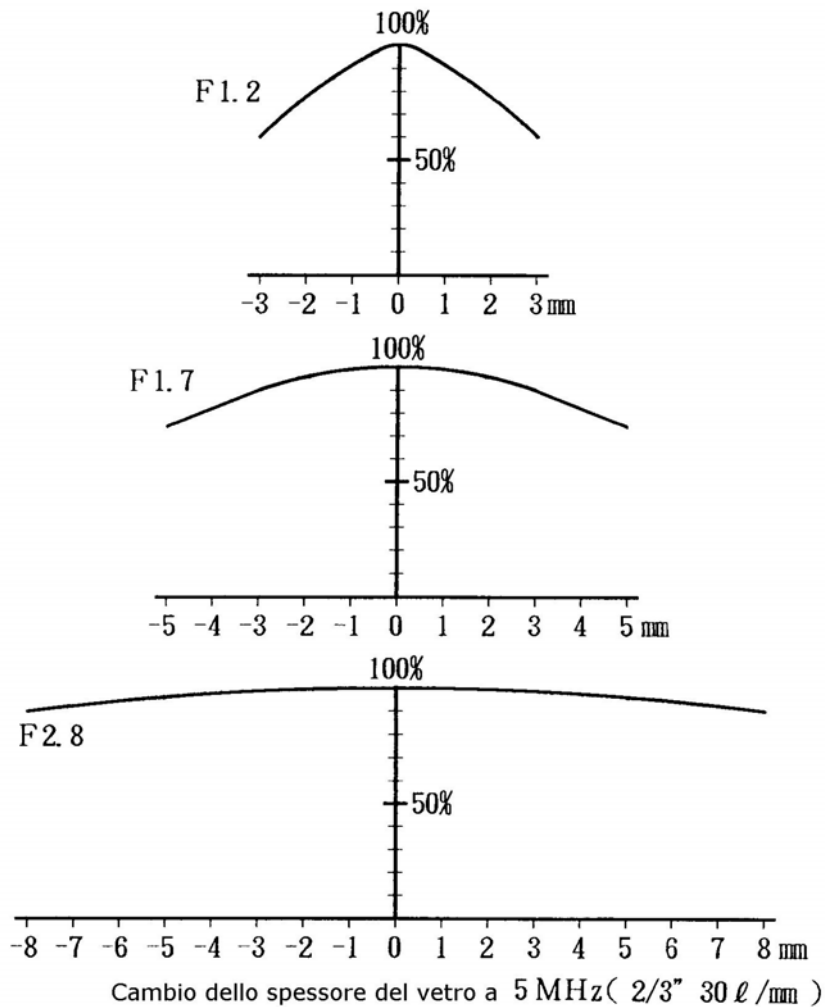


Fig.14 Cambiamento di MTF al variare dello spessore del vetro rispetto al progetto di correzione

(2) Se il vetro è diverso

Ogni vetro ha una propria dispersione (gli indici di rifrazione variano con le lunghezze d'onda) e se si cambia il materiale il bilanciamento dell'aberrazione cromatica longitudinale non coincide più con il valore della progettazione. Per questa ragione l'MTF nella banda ad alta frequenza del blu o del rosso diminuisce in una certa misura, ma ciò non significa che la variazione dovuta all'uso dello zoom sia necessariamente cambiata; per tale motivo la situazione può essere propriamente gestita regolando nuovamente l'allineamento del sensore di ripresa televisiva. Alcuni effetti sono inevitabili nel caso in cui le telecamere CCD siano senza meccanismo di allineamento.

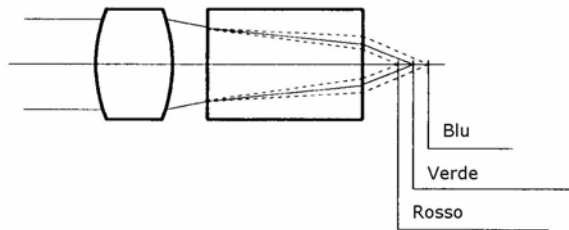


Fig. 15 Effetto dell'aberrazione cromatica longitudinale quando il vetro è differente

## 10. Pupilla di uscita

La pupilla di uscita è un'immagine del diaframma (virtuale) creata dall'obiettivo, dopo il passaggio dal diaframma stesso. La posizione della pupilla di uscita è normalmente espressa come la distanza tra il piano immagine e la pupilla di uscita.

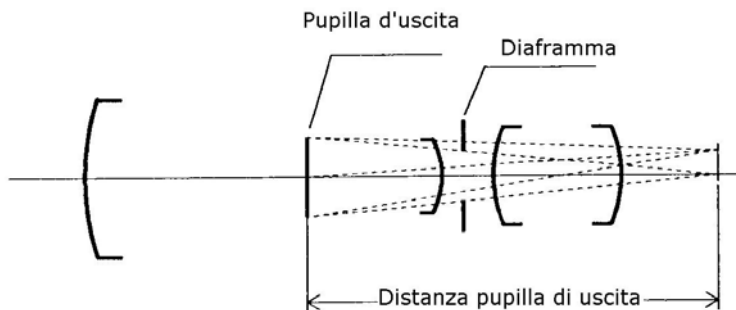


Fig. 16 Pupilla d'uscita e sua distanza

## 11. Illuminazione relativa

La luminosità dell'obiettivo è espressa dal numero F proporzionalmente alla quantità di luce convergente sul centro dell'immagine. In molti casi la luce con quella luminosità non raggiunge la periferia dell'immagine che, di conseguenza, risulta più scura rispetto al centro della figura. L'illuminazione relativa è il rapporto tra la luminosità periferica e la luminosità al centro dell'immagine.

Due sono le ragioni per le quali la luce ai bordi è inferiore a quella centrale, la vignettatura meccanica e l'effetto della legge della quarta potenza del coseno.

La vignettatura è una perdita parziale della luce periferica dovuta all'ingombro fisico del barilotto. L'effetto della vignettatura raggiunge il livello maggiore con il diaframma completamente aperto e il livello inferiore con il diaframma chiuso. L'eliminazione della vignettatura richiede un aumento del diametro dell'obiettivo, che quindi deve aumentare in termini di peso e di dimensione. Per tale ragione la vignettatura è permessa in piccole proporzioni nell'uso pratico, in modo, quindi, da mantenere una dimensione fisica compatta. La legge della quarta potenza del coseno si riferisce al fatto che la luce periferica diminuisce in proporzione alla quarta potenza del coseno dell'angolo di campo. Sia l'estremo grandangolare, sia l'estremo teleobiettivo sono soggetti alla vignettatura e all'effetto della legge della quarta potenza del coseno, ma generalmente quest'ultima ha più influenza rispetto alla vignettatura nel caso dell'estremità grandangolare, con il risultato che il centro dell'immagine risulta piatto, ma la periferia è soggetta a cambiamento improvviso. Nel caso dell'estremo teleobiettivo la vignettatura ha più influenza rispetto alla legge della quarta potenza del coseno; la conseguenza di ciò è che si osserva una lieve diminuzione dal centro dell'immagine verso la periferia. La proporzione di luce periferica viene aumentata chiudendo il diaframma.

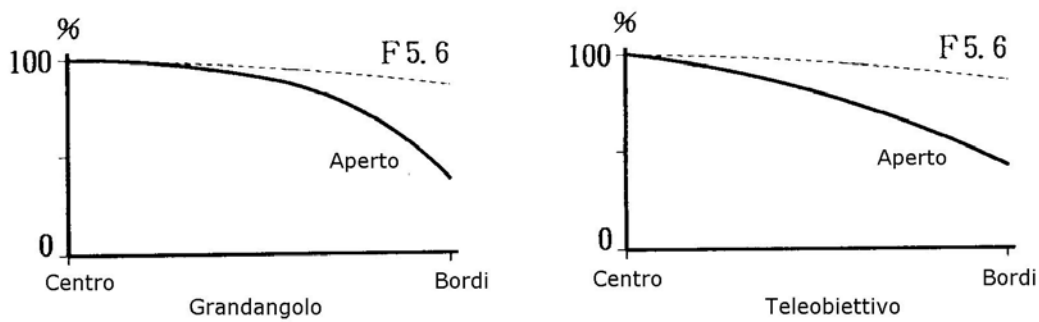


Fig.17 Quantità di illuminazione ai bordi

12.

## Risoluzione e MTF

Il potere risolutivo e l'MTF (funzione di trasferimento della modulazione) sono normalmente usati per esprimere la prestazione dell'obiettivo. Il potere risolutivo indica l'abilità dell'obiettivo di riprodurre visivamente strisce bianche e nere di varia grandezza. L'MTF, invece, fa riferimento alla precisione con la quale l'obiettivo può rappresentare uno schema, la cui luminosità varia in modo sinusoidale in base alle varie grandezze delle strisce. Quindi l'MTF può rappresentare la prestazione dell'obiettivo in maniera più dettagliata rispetto al potere risolutivo.

Dato che il sistema televisivo converte le immagini dall'obiettivo in segnali elettrici (intensità del voltaggio o della corrente), l'MTF può essere considerato come un ottimo metodo per valutare gli obiettivi per telecamere.

La misura dell'MTF richiede una mira, la cui densità varia in maniera sinusoidale, o pressoché equivalente, cosa che non è facile da ottenere nella pratica. Il CTF (*Contrast Transfer Function* – vedi Fig. B), che presenta caratteristiche simili all'MTF, è convenientemente e frequentemente usato nella pratica. Tuttavia bisogna notare che il CTF non è uguale all'MTF.