
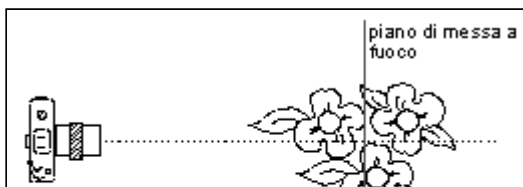


Aspetti operativi degli obiettivi

La Lunghezza focale (mm) di un obiettivo è la distanza del piano-pellicola (piano fo-cale) dal centro ottico dell'obiettivo focalizzato su infinito (per convenzione, nel centro della lente frontale). ESEMPIO: un 100 mm riproduce sul piano-pellicola una immagine linearmente doppia di quella data da un 50 mm. La Messa a fuoco è l'operazione di rotazione con spostamento elicoidale che allontana/avvicina un preposto gruppo di lenti rispetto agli altri gruppi fissi e al piano-pellicola. Il gruppo di messa a fuoco può essere quello frontale, oppure essere interno al barilotto. Nel primo caso la messa a fuoco comporta una rotazione con allungamento, mentre nel secondo caso l'obiettivo rimane di lunghezza costante e gli eventuali accessori frontali (es. filtri) non ruotano. Il problema della rotazione frontale si pone anche a proposito della variazione di lunghezza focale negli obiettivi zoom. La Luminosità di un obiettivo è il rapporto tra lunghezza focale (LF) e diametro dell'apertura massima del diaframma. ESEMPIO. Un 400 mm con diametro del fascio = 50 mm ha una luminosità data da: $400/50 = 8$ e si indica con f/8.

$$f /_{(stop)} = \frac{LF(mm)}{\varnothing(mm)}$$

 I valori di diaframma come valori interi (2, 4, 8, 16, 32) sono i cosiddetti *stop*, mentre gli intermedi sono frazioni di stop. Passando da uno stop a quello successivo (o precedente) il fascio luminoso si dimezza (o raddoppia), con una differenza di 1 stop. Passando da un valore intermedio al valore intermedio che lo precede o lo segue, il fascio subisce una variazione proporzionale alla differenza aritmetica. Il diaframma è un sistema meccanico a controllo (elettro)meccanico, composto da una serie di lamelle curve, dotate di un perno di rotazione in posizione fissa sul barilotto, e di uno superiore agganciato alla ghiera dei diaframmi. La funzione del diaframma è quella di regolare la profondità di campo, cioè la zona nitida che precede e segue il soggetto focalizzato, data da "piani" verticali via via meno nitidi più aumenta la distanza dal soggetto. In realtà, l'immagine è perfettamente nitida solo nel piano di focalizzazione. Il fuoco dei punti sfuocati cade dietro o davanti al piano-pellicola. Questi raggi sfuocati vengono riprodotti come cerchi di confusione, con diametro proporzionale alla distanza fra piano di focalizzazione e piano-pellicola. Se questi punti sono numerosi domina la sfuocatura. A parità di lunghezza focale dell'obiettivo e di distanza di ripresa, la PDC varia al variare dell'apertura di diaframma. Il campo nitido al di qua e al di là del piano di focalizzazione è ripartito in modo non simmetrico: il numero di piani di nitidezza dietro il soggetto è circa doppio rispetto a quello davanti. A parità di distanza di ripresa e di diaframma impostato, la profondità di campo è inversamente proporzionale alla lunghezza focale (aumenta con i grandangolari) ed è direttamente proporzionale alla distanza di messa a fuoco. In ogni caso, più piccolo è il 'foro' del diaframma, maggiore sarà la profondità di campo.

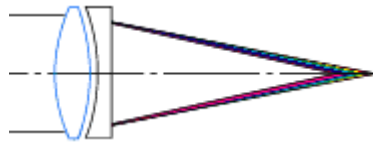


Distribuzione del campo nitido al di qua (1/3) e al di là (2/3) del piano di messa a fuoco, in fotografia generica (non in macrofotografia).

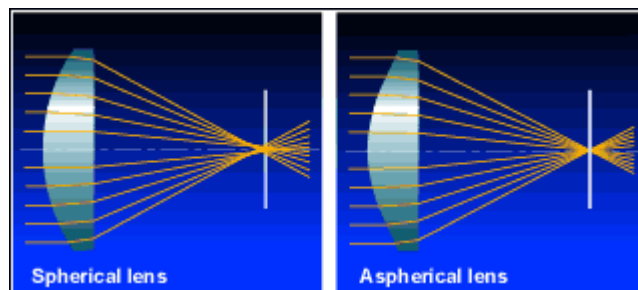
Aberrazioni Ottiche

Gli obiettivi sono il risultato di una progettazione ottica e meccanica estremamente complessa. Uno schema ottico costruito per essere montato in un obiettivo fotografico deve rispondere a vari requisiti e superare il test **MTF (Modulation Transfer Function)**, con il quale si analizza sia la nitidezza nel riprodurre soggetti con diverse densità di linee/mm, sia la capacità di correggere le aberrazioni ottiche:

Aberrazione cromatica = i raggi che attraversano una lente vengono deflessi dalla loro traiettoria di incidenza, raggiungendo il fuoco in posizioni differenti: la distanza aumenta dal blu al rosso, cioè con l'aumento della lunghezza d'onda. Per avere il maggior numero possibile di lunghezze d'onda deviate sullo stesso fuoco bisogna utilizzare lenti a bassissima dispersione. Questa aberrazione aumenta all'aumentare della lunghezza focale.



Aberrazione sferica = deviazione dei raggi che attraversano una lente curva a seconda della posizione di ingresso: quelli che passano per i margini convergono vicino, quelli che penetrano centralmente convergono più lontano. La correzione consiste nell'uso di almeno un elemento con curvatura graduale verso i bordi. L'elemento pertanto si dice 'asferico'.



Astigmatismo = ai margini esterni dell'asse ottico della lente i raggi non convergono sul piano-pellicola come punti singoli, ma formano invece due linee, di cui una parallela all'asse ottico e una ad esso perpendicolare (quindi con angolo retto tra loro).

Coma = difetto dell'immagine tipo 'cometa', in cui un punto si presenta con una scia in dissolvenza.

Curvatura di campo = deriva dalla forma curva delle lenti, in contrasto con la superficie piatta del piano-pellicola. Per questo, l'immagine tende ad essere nitida al centro, ma sempre meno verso i bordi. È soprattutto evidente con i grandangolari usati a breve distanza.

Distorsione a cuscino di spilli = le linee rette tendono a curvarsi verso l'esterno.

Distorsione a botte = le linee rette tendono a curvarsi verso l'interno.

L'obiettivo deve poi avere certi equilibri di resa:

potere risolvete = capacità di risoluzione dei particolari, in termini di # di linee nitide /mm, sia al centro, sia ai bordi del fotogramma.

contrasto = capacità di riprodurre chiaramente le differenze di ombre tra zone adiacenti e i passaggi tonali.

equilibrio cromatico = capacità di riprodurre fedelmente i colori, evitando che un colore domini sugli altri.

Il Medio Formato

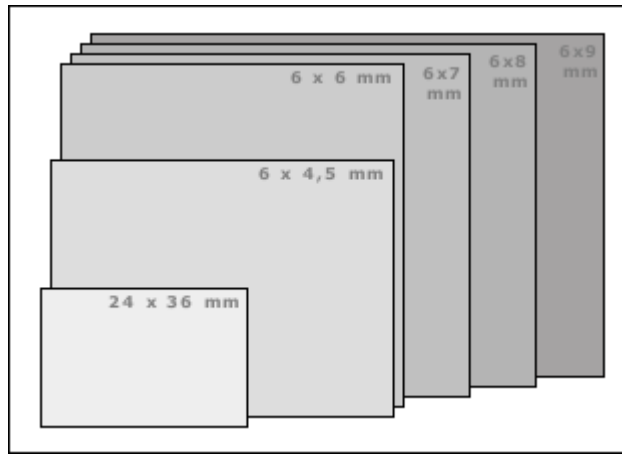
Medio Formato (MF) = formato intermedio fra il piccolo formato 35mm (24x36mm) e il grande formato a banco ottico (4"x5", 8"x10"). Vantaggi: maggiore qualità di immagine rispetto al piccolo formato, e una maggiore agilità di ripresa rispetto al grande formato. Svantaggi: minore versatilità e maneggevolezza rispetto al piccolo formato, qualità leggermente inferiore rispetto al banco ottico (il banco ottico è comunque un sistema fotografico dotato di notevoli limitazioni operative).

formato nominale	formato reale (mm)	superficie (mm ²)	rapporto lati	ingrandimenti per un 20x30	Ø cerchio di confusione
mm 24x36	24x36	864	0.66	8.3x	0.03mm
cm 4.5x6	41.5x56	2342	0.75	4.4x	0.05mm
cm 6x6	56x56	3136	1	3.6~ 5.4x	0.06mm
cm 6x7	56x69	3664	0.85	3.3~ 4.3x	0.07mm

Formato 6x4.5cm. Rettangolare, adatto per soggetti geometricamente rettangolari. La superficie del fotogramma è circa 2,7 volte maggiore di quella 24x36mm. Ha la stessa qualità del formato 6x6. Da una pellicola 120 si ricavano 15 fgt., dal 220 30 fgt., da quella a metraggio (4,5m) si hanno 90 fgt. È il formato ideale per la stampa, dal momento che il rapporto tra i suoi lati ($4.5:6 = 0.75$) è pressoché identico a quello dei formati tipografici.

Formato 6x6cm. Quadrato, adatto per soggetti quadrati o circolari. La superficie utile è 3.6 volte quella del 24x36mm, per cui a parità di soggetto la gamma tonale registrata sulla pellicola 6x6 è molto più ampia. Da un rullo 120 si ricavano 12 fgt., da quello 220 24 fgt., e dalla pellicola a metraggio 70 fgt.. In caccia fotografica è il formato ideale per le trappole fotoelettriche, dal momento che, con un maggiore formato, viene ridotto il rischio di 'tagliare' il soggetto.

Formato 6x7cm. Definito tradizionalmente "formato ideale", è solo leggermente rettangolare. Ha una superficie utile 4 volte maggiore del piccolo formato. Da un rullo 120 si ricavano 10 esposizioni, da quello 220, 20-21 esposizioni.



La differenza tra i vari formati è data, in termini di numero di informazioni registrate sull'emulsione, dal numero di *pixel* = punti immagine: 30 milioni in un 24x36mm, 100 milioni in un 6x6cm. Ciò vuol dire maggiore dettaglio sia in registrazione, sia in stampa, sia in ingrandimento. Per ingrandimenti elevati, il MF risulta quindi una scelta vincente. Se invece ci si limita a ingrandimenti fino a 30x40cm, la differenza tra medio e piccolo formato non è così apprezzabile.

Cerchio di confusione

Un'immagine è nitida al 100% *solo* sul piano di messa a fuoco; prima e dopo questo piano la nitidezza decresce da 100 (piano di messa a fuoco) a zero (max sfuocatura). I punti a fuoco al 100% (pixel nitidi) hanno il fuoco che cade sul piano-pellicola, mentre quelli sfuocati hanno il fuoco davanti e dietro tale piano, quindi sono rappresentati da *dischi* di diametro proporzionale all'entità della sfuocatura (ovvero, proporzionale alla distanza dal piano pellicola) = *cerchi di confusione*. La nitidezza di un'immagine dipende quindi dal diametro dei cerchi di confusione. 0.03mm è il limite ottico per il cerchio di confusione nel 24x36, oltre il quale l'occhio umano inizia a percepire l'entità della sfuocatura. Per un negativo 6x6 il diametro-limite è più grande (0.06mm), perché per un dato ingrandimento a partire dal negativo 6x6 saranno necessari meno passaggi che da un negativo 24x36.

Profondità di campo

La profondità di campo nel MF è *minore* che nel piccolo formato. In macrofotografia, col medio formato sono necessari maggiori ingrandimenti per ottenere lo stesso risultato 35mm: 1:1 in 35mm corrisponde a 1.7:1 in 4.5x6, 1.8:1 in 6x6, 2.1:1 in 6x7.

Obiettivi Speciali

Obiettivi Macrofotografici – Gli obiettivi macro sono fra gli obiettivi più corretti otticamente. Sono caratterizzati da alto potere risolvete e meccanica elicoidale a lunga escursione, per allontanare progressivamente le lenti preposte all'ingrandimento dal piano-pellicola. Alla fine corsa dell'elicoide si raggiunge la *distanza minima di messa a fuoco*, a cui corrisponde il *massimo ingrandimento* consentito dall'obiettivo. Le focali classiche sono 50mm, 100mm e 200mm, con possibili varianti (55mm, 60mm, 90mm, 105mm, 180mm). In genere, a parità di ingrandimento, la distanza di messa a fuoco aumenta con l'aumentare della lunghezza focale e a parità di diaframma la profondità di campo diminuisce. Vale per tutti il fatto che *maggiore è l'ingrandimento, minore è la profondità di campo*, per cui in genere si lavora con diaframmi molto chiusi. Gli attuali obiettivi per macrofotografia permettono riproduzioni 1:1 (soggetto riprodotto con le sue dimensioni reali sul fotogramma). Di seguito sono elencati, in ordine di lunghezza focale, alcuni fra i migliori obiettivi macrofotografici 35mm:

CANON EF MP-E 65/2.8	1:1~5:1	fino a 5 ingrandimenti
CANON EF 100/2.8 USM MACRO	1:1	AF; messa a fuoco interna
TAMRON SP 90/2.5 MACRO	1:1	autofocus/manuale; universale
LEICA 100/2.8 MACRO APO	1:2	manuale; apocromatico
NIKKOR AF 105/2.8 MICRO	1:1	autofocus/manuale
CANON EF-L 180/3.5 MACRO	1:1	tele-macro autofocus
PENTAX 200/4 MACRO	1:1	tele-macro manuale
CANON FD 200/4 MACRO	1:1	tele-macro manuale

Obiettivi Macro per Soffietto (*Bellows*) - Obiettivi di costruzione semplice, applicabili direttamente al soffietto. La messa a fuoco viene regolata tramite la ghiera di spostamento del soffietto. L'ingrandimento dipende invece dall'allungamento del soffietto e dagli eventuali accessori aggiuntivi (moltiplicatori di focale, tubi di prolunga) e può raggiungere rapporti di 20:1 (20x).

CANON 20/3.5 BELLOWS (4:1-10:1x)
CANON 35/2.8 BELLOWS (2:1-6:1x)

Obiettivi *Soft-Focus* - Obiettivi a basso potere risolvete, usati per ritratto o per sfumare i contorni del soggetto, eliminando difetti o forti contrasti, attraverso il controllo manuale o della luce periferica (luce soffusa), o dell'aberrazione sferica (sfuocatura). Per ritratto e *still-life*.

Obiettivi *Tilt & Shift* (decentrabili) - Obiettivi composti di una parte fissa e di una mobile dotata di meccanismi per il controllo della profondità di campo e della prospettiva. La profondità di campo può venire aumentata inclinando la parte mobile, mentre la prospettiva è variata tramite spostamento sul piano orizzontale. La fuga prospettica eccessivamente convergente può quindi essere raddrizzata e corretta. I grandangolari decentrabili possono essere impiegati anche come obiettivi per soffietto.

Canon EF-L 24/3.5 Tilt & Shift
Canon EF 45/2.8 Tilt & Shift
Canon EF 90/2.8 Tilt & Shift
Benatti (Milano): piatti universali di decentramento

Ottiche Canon EF (Autofocus)

Autofocus. Canon ha introdotto nelle sue ottiche EF (autofocus) il sistema di messa a fuoco più veloce al mondo. La messa a fuoco è assicurata da un motori a ultrasuoni (USM), estremamente piccolo, veloce, potente e silenzioso. L'azionamento dell'autofocus avviene alla pressione del pulsante di scatto della fotocamera a metà corsa: si attivano sia l'esposimetro, sia il motore di messa a fuoco. In alcuni casi questo meccanismo può essere disaccoppiato: il pulsante di scatto attiva l'esposimetro, mentre per l'autofocus si preme un secondo pulsante, il che rende più agevole il blocco della messa a fuoco in caso di ricomposizione di una scena col soggetto decentrato. Le fotocamere Canon recenti dispongono di vari sensori per la lettura degli spostamenti della pupilla del fotografo durante l'inquadratura: questo consente una messa a fuoco "guidata dalla pupilla" del soggetto, anche decentrato, in quel momento incrociato dallo sguardo del fotografo.

Tipi di autofocus.

- a priorità di fuoco = la fotocamera scatta solo al raggiungimento del fuoco, evitando sfuocature
- a ricerca = tramite un algoritmo complesso l'autofocus si aggancia al soggetto in movimento e cerca di prevedere continuamente i suoi spostamenti, anche durante il sollevamento dello specchio reflex e le riprese motorizzate
- preimpostato = si imposta una certa distanza e quando il soggetto passa per quel punto, la fotocamera scatta, come nelle trappole fotoelettriche da caccia fotografica.

Stabilizzazione. Nelle ottiche EF di ultima generazione, Canon ha aggiunto un sistema antivibrazione per la stabilizzazione dell'immagine (*Optical Image Stabilizer, IS*): un sistema giroscopico inserito nell'obiettivo confronta le coordinate tridimensionali nella situazione "a riposo" con le stesse nella situazione "non a riposo" e aziona un gruppo ottico di compensazione per riportare i raggi luminosi in posizione corretta, annullando o comunque riducendo l'effetto "mosso".

Quando il sistema IS è attivo, è possibile abbassare la soglia di sicurezza allo scatto (equivalente al tempo di scatto più lento prima del "mosso") di ben 2 stop. Si può così dire di poter fotografare con un obiettivo più luminoso di 2 stop, riuscendo a salvare un maggior numero di fotografie scattate a mano libera.

Su tutte le nuove ottiche Canon è anche presente un selettore per la *stabilizzazione parziale*: questa funzione permette di fotografare soggetti in movimento restituendo l'effetto "panning" (soggetto congelato, sfondo mosso). Inoltre, il sistema IS funziona perfettamente anche quando l'obiettivo è montato su treppiede o comunque usato in appoggio, dal momento che l'IS valuta nei primi istanti dall'accensione la stabilità di se stesso e tara le correzioni future sulla base di quella valutazione.

Un sistema analogo, ma dotato di un prisma variabile contenente gel al silicone (*Vari Angle Prism*), è montato sui binocoli e sugli zoom da videocamera Canon stabilizzati.

Ottiche Canon FD (Manual Focus)

Obiettivo	gruppi - elementi	Lamelle diaframma	Apertura minima	Fuoco min. (m) / Ingrandimento (x)	Filtri (mm)
FD 7.5mm f/5.6	8-11	6	22	- / -	inc.
FD 14mm f/2.8L	10-14	6	22	0.25/0.099	?
FD 15mm f/2.8	9-10	6	22	0.2/0.14	inc.
FD 17mm f/4	9-11	6	22	0.25/0.1	72
FD 20mm f/2.8	9-10	6	22	0.25/0.13	72
FD 24mm f/1.4L	8-10	8	16	0.3/0.12	72
FD 24mm f/2	9-11	8	22	0.3/0.11	52
FD 24mm f/2.8	9-10	6	22	0.3/0.11	52
FD 28mm f/2	9-10	8	22	0.3/0.13	52
FD 28mm f/2.8	7-7	5	22	0.3/0.13	52
FD 35mm f/2	8-10	8	22	0.3/0.17	52
FD 35mm f/2.8 Tilt & Shift	8-9	8	22	0.3/0.19	58
FD 35mm f/2.8	5-6	5	22	0.35/0.13	52
FD 50mm f/1.2L	6-8	8	16	0.5/0.13	52
FD 50mm f/1.2	6-7	8	16	0.5/0.13	52
FD 50mm f/1.4	6-7	8	22	0.45/0.15	52
FD 50mm f/1.8	4-6	5	22	0.6/0.1	52
FD 50mm f/2	4-6	5	16	0.6/0.1	52
FD 50mm f/3.5 Macro 1:2	4-6	6	32	0.232/0.5	52
FD 85mm f/1.2L	6-8	8	16	0.9/0.12	72
FD 85mm f/1.8	4-6	8	22	0.85/0.12	52
FD 85mm f/2.8 Soft Focus	4-6	9	22	0.8/0.12	58
FD 100mm f/2	4-6	8	32	1/0.12	52
FD 100mm f/2.8	5-5	6	32	1/0.12	52
FD 100mm f/4 Macro 1:2	3-5	6	32	0.45/0.5	52
FD 135mm f/2	5-6	8	32	1.3/0.13	72
FD 135mm f/2.8	5-6	8	32	1.3/0.13	52
FD 135mm f/3.5	4-4	6	32	1.3/0.13	52
FD 200mm f/1.8L	9-11	8	22	2.5/0.09	drop-in
FD 200mm f/2.8	5-5	8	32	1.8/0.15	72
FD 200mm f/4	6-7	8	32	1.5/0.15	52
FD 200mm f/4 Macro 1:1	6-9	*	32	0.58/1.0	58
FD 300mm f/2.8L	7-9	9	32	3/0.11	48
FD 300mm f/4	6-6	9	32	3/0.11	34
FD 300mm f/4L	7-7	9	32	3/0.11	34
FD 300mm f/5.6	5-6	8	32	3/0.11	58
FD 400mm f/2.8L	8-10	9	32	4/0.11	48
FD 400mm f/4.5	5-6	9	32	4/0.11	34
FD 500mm f/4.5L	6-7	9	32	5/0.14	48
FD 500mm f/8 Reflex	3-6	-	f/8	4/0.14	34
FD 600mm f/4.5	5-6	9	32	8/0.079	48
FD 800mm f/5.6L	6-7	9	32	14/0.057	48
FD 20-35mm f/3.5L	11-11	6	22	0.5/0.083	72
FD 24-35mm f/3.5L	9-12	6	22	0.4/0.11	72
FD 28-50mm f/3.5	9-10	8	22	1/0.05	58

FD 28-55mm f/3.5-4.5	10-10	5	22	0.4/0.157	52
FD 28-85mm f/4	11-13	8	22	0.9/0.101	72
FD 35-70mm f/2.8-3.5	10-10	8	22	1/0.07	58
FD 35-70mm f/3.5-4.5	8-9	8	22	0.5/0.15	52
FD 35-70mm f/4	8-8	6	22	0.5/0.15	52
FD 35-70mm f/4 AF	8-8	6	22	0.5/0.15	52
FD 35-105mm f/3.5	13-15	5	22	1.5/0.079	72
FD 35-105mm f/3.5-4.5	11-14	5	22	1.2/0.103	58
FD 50-135mm f/3.5	12-16	8	32	1.5/0.11	58
FD 50-300mm f/4.5L	13-16	8	32	2.53/0.144	34
FD 70-150mm f/4.5	9-12	6	32	1.5/0.13	52
FD 70-210mm f/4	9-12	8	32	1.2/0.23	58
FD 75-200mm f/4.5	8-11	6	32	1.8/0.134	52
FD 80-200mm f/4	11-15	8	32	1/0.29	58
FD 80-200mm f/4L	12-14	8	32	1.2/0.22	58
FD 100-200mm f/5.6	5-8	6	32	2.5/0.1	52
FD 85-300mm f/4.5	11-15	8	32	2.5/0.147	serie IX
FD 100-300mm f/5.6	9-14	8	32	2/0.18	58
FD 100-300mm f/5.6L	10-15	8	32	2/0.18	58
FD 150-600mm f/5.6L	15-19	9	32	12/0.26	34
Obiettivo	gruppi -	Lamelle	Apertura	Fuoco min. (m) /	Filtri (mm)
	elementi	diaframma	minima	Ingrandimento (x)	