

TUTORIAL

LA PROFONDITA' DI CAMPO (DEPTH OF FIELD)

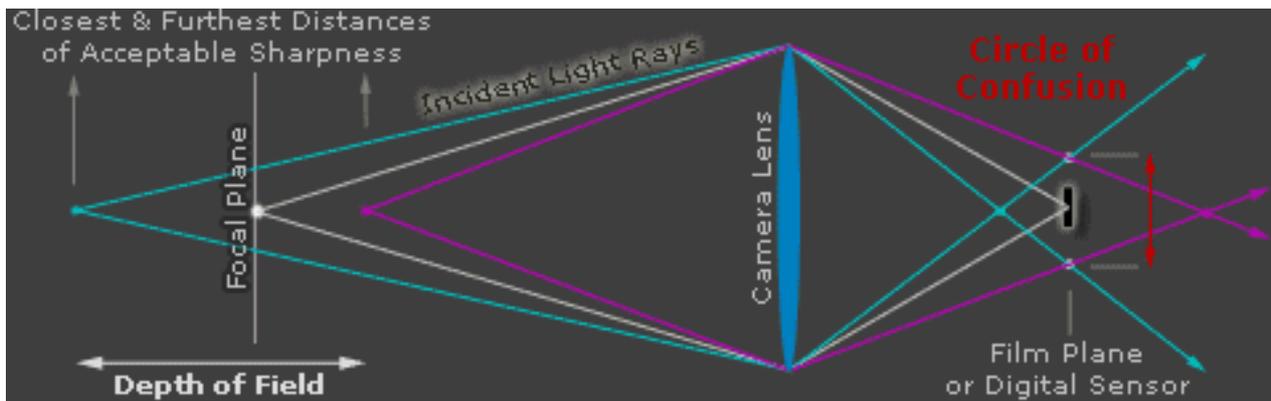
La profondità di campo si riferisce alla gamma di distanza che appare accettabile nitida. Essa dipende essenzialmente dal tipo di fotocamera, dall'apertura e dalla distanza di messa a fuoco, anche se le dimensioni di stampa e la distanza di visione possono influenzare la nostra percezione della profondità di campo. Questo tutorial si propone di fornire una migliore comprensione intuitiva e tecnica per la fotografia, e fornisce un link a un [calcolatore](#) della profondità di campo per mostrare come essa varia con le impostazioni della fotocamera.



La nitidezza non cambia bruscamente da nitido a sfocato, ma si presenta invece come una transizione graduale. In realtà, tutto ciò che si trova davanti o dietro la esatta distanza di messa a fuoco comincia a perdere nitidezza - anche se questo non è percepito dai nostri occhi o dalla risoluzione della fotocamera.

IL CIRCOLO DI CONFUSIONE

Poiché non vi è alcun punto critico di transizione, viene utilizzato un termine più rigoroso chiamato "circolo di confusione" per definire quanto un punto debba essere offuscato per essere percepita come sfocato. Quando il circolo di confusione diventa percepibile ai nostri occhi, diciamo che questa zona è al di fuori la profondità di campo e quindi non è più "accettabilmente nitida".



Il circolo di confusione rappresentato in figura è stata esagerato per chiarezza; in realtà questo sarebbe solo una piccola frazione della superficie del sensore della fotocamera.



Quand'è che il circolo di confusione diventa percettibile ai nostri occhi? Un circolo di confusione accettabilmente nitido è genericamente definito come quello che sarebbe passato inosservato in un ingrandimento 20x25 cm osservato da una distanza di visualizzazione di circa 30 cm.



A queste dimensioni di stampa e distanza di visione, i produttori di fotocamere (o meglio, di obiettivi) accettano come trascurabile un circolo di confusione non maggiore di 0,25 mm (sull'ingrandimento). Come risultato, essi utilizzano lo standard di 0,25 mm nel calcolare e realizzare la scala delle profondità di campo sull'obiettivo (mostrato qui sopra per $f/22$ su un 50mm).

In realtà, una persona con 10/10 di vista è in grado di distinguere particolari grandi un terzo di queste dimensioni e anche meno, quindi il circolo di confusione dovrebbe essere ancora più piccolo di 0,25mm per ottenere una nitidezza complessiva accettabile.

Un diverso valore massimo del circolo di confusione vale anche per ogni combinazione di formato di stampa e distanza di osservazione. Nell'esempio precedente di puntini sfocati, il circolo di confusione è effettivamente minore della risoluzione dello schermo per i due punti ai lati del punto focale, e quindi questi sono considerati all'interno della profondità di campo.

In alternativa, la profondità di campo può essere basata su quando il circolo di confusione diventa maggiore della dimensione del pixel della fotocamera digitale.

Si noti che la profondità di campo consente di definire solo un valore massimo per il circolo di confusione, e non descrive ciò che accade alle regioni che si trovano fuori fuoco. Queste regioni sono chiamate anche "bokeh", dal giapponese (si pronuncia bo-ké). Due immagini di identica profondità di campo possono avere bokeh significativamente diversi, che dipendono dalla forma del diaframma dell'obiettivo e dallo schema ottico. In realtà, il circolo di confusione di solito non è effettivamente un circolo, ma è solo approssimato come tale quando è molto piccolo. Quando diventa grande, la maggior parte delle lenti visualizzerà una forma poligonale con tanti lati quante sono le lamelle del diaframma.

IL CONTROLLO DELLA PROFONDITA' DI CAMPO

Anche se il formato di stampa e la distanza di visione influenzano la grandezza del circolo di confusione che è percepibile dai nostri occhi, l'apertura e la distanza focale sono i due principali fattori che determinano quanto è grande il circolo di confusione sul sensore della nostra fotocamera. Grandi aperture (F-stop più piccoli) e distanze di messa a fuoco minori producono una più ridotta profondità di campo. Il seguente test mantiene costante la distanza di messa a fuoco, ma cambia l'impostazione del diaframma:



f/8.0



f/5.6



f/2.8

NOTA: immagini riprese con una focale di 200 mm su sensore APS-C (angolo di campo equivalente a un 320 mm su fotocamera 35mm - full frame).

PRECISAZIONE: LUNGHEZZA FOCALE E PROFONDITÀ DI CAMPO

Si noti che non si è citata la lunghezza focale come variabile capace di influenzare la profondità di campo. Anche se in apparenza i [teleobiettivi](#) creano una profondità di campo molto più ridotta, questo è soprattutto perché essi vengono utilizzati per ingrandire il soggetto quando non si è in grado di avvicinarsi. Se il soggetto occupa la stessa frazione dell'immagine (ingrandimento costante) sia per un teleobiettivo sia per un obiettivo [grandangolare](#), la profondità di campo totale è *pressoché** costante al variare della lunghezza focale! Ciò, naturalmente, richiede che, per ottenere la stessa dimensione per il soggetto, la ripresa sia effettuata molto più da vicino con un obiettivo grandangolare che con un teleobiettivo, come riportato nella seguente tabella:

Lunghezza focale (mm)	Distanza di messa a fuoco (m)	Profondità di campo (m)
10	0.5	0.482
20	1.0	0.421
50	2.5	0.406
100	5.0	0.404
200	10	0.404
400	20	0.404

NOTA: calcolo della profondità di campo riferito a f/4.0 su una Canon EOS 30D (fattore di crop 1,6x), con un circolo di confusione di 0,0206 millimetri.

Si osservi come vi sia un leggero cambiamento per le minori lunghezze focali. Questo è un effetto reale, ma è trascurabile rispetto sia al diaframma sia alla distanza di messa a fuoco. Anche se la profondità di campo totale è praticamente costante, la percentuale della profondità di campo che è davanti e dietro la distanza focale cambia con lunghezza focale, come illustrato di seguito:

DISTRIBUZIONE DELLA PROFONDITÀ DI CAMPO		
Lunghezza focale (mm)	dietro	davanti
10	70.2 %	29.8 %
20	60.1 %	39.9 %
50	54.0 %	46.0 %
100	52.0 %	48.0 %
200	51.0 %	49.0 %
400	50.5 %	49.5 %

Ciò pone una limitazione al concetto tradizionale di profondità di campo: il calcolo fornisce solo la profondità di campo totale e non la sua distribuzione rispetto al piano focale, anche se entrambe le parti contribuiscono alla percezione di nitidezza. Un obiettivo grandangolare fornisce una "dissolvenza" della profondità di campo più graduale dietro al piano focale che di fronte ad esso, aspetto importante per le tradizionali foto di paesaggi.

Lunghezze focali maggiori possono dare l'impressione di avere una minore profondità di campo anche perché ingrandiscono lo sfondo rispetto al primo piano (a causa del loro più stretto angolo di campo). Questo può far apparire uno sfondo sfocato ancora più fuori fuoco perché la sua sfocatura risulta ingrandita. Tuttavia, questo è tutto un altro concetto, poiché la profondità di campo descrive solo la porzione nitida di una foto, non le parti sfocate.

D'altra parte, rimanendo nella stessa posizione e mettendo a fuoco sul medesimo soggetto, una lente di maggior lunghezza focale avrà una profondità di campo più ridotta (anche se le immagini che si ottengono saranno completamente diverse). In pratica questo è l'effetto più evidente nell'uso quotidiano, ma è dovuto soltanto a un maggiore ingrandimento, non alla maggiore lunghezza focale.

La profondità di campo appare anche più ridotta per le fotocamere reflex che per le fotocamere digitali compatte, perché le fotocamere reflex richiedono una lunghezza focale maggiore per ottenere lo stesso angolo di campo (si veda il [tutorial](#) sulle dimensioni del sensore digitale della fotocamera per ulteriori informazioni su questo argomento).

* **NOTA TECNICA:** si è descritta la profondità di campo come "pressoché" costante perché ci sono casi limite in cui ciò non corrisponde al vero.

Per distanze focali che producono un elevato ingrandimento o molto vicino alla [distanza iperfocale](#), obiettivi grandangolari possono fornire una profondità di campo maggiore rispetto ai teleobiettivi.

D'altra parte, in situazioni di elevato ingrandimento il calcolo della profondità di campo tradizionale diventa impreciso a causa di un altro fattore: l'ingrandimento della pupilla. Questo riduce il vantaggio della profondità di campo per la maggior parte degli obiettivi grandangolari, e lo aumenta per teleobiettivi e macro.

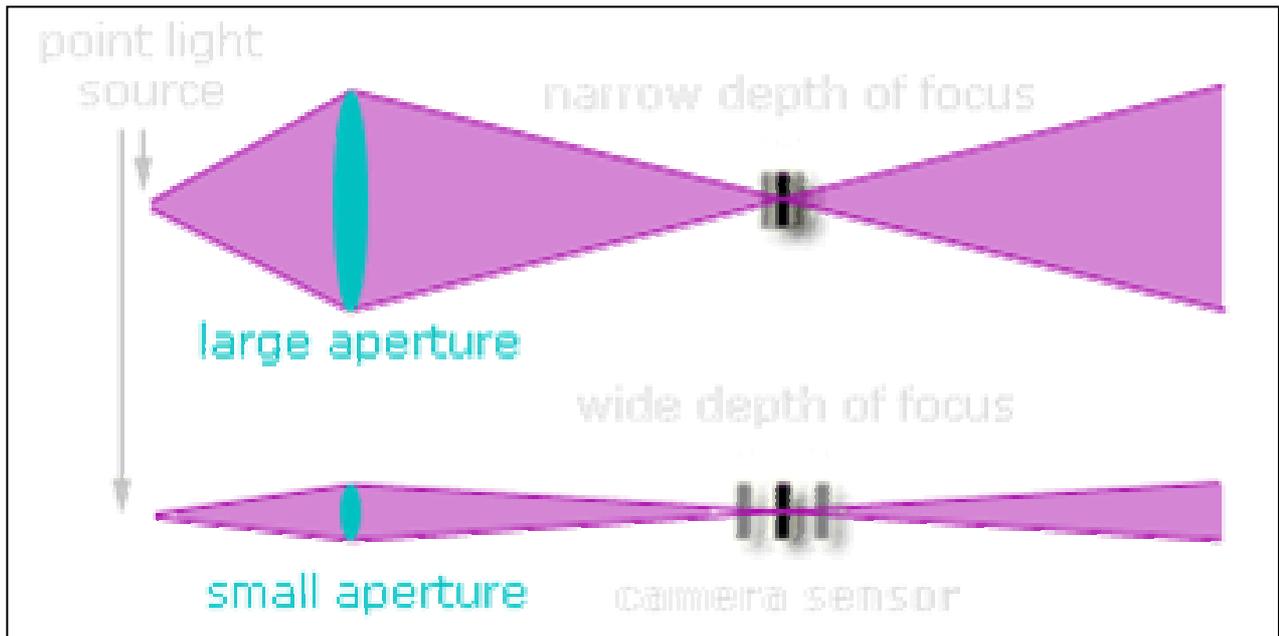
Nel caso limite opposto, in prossimità della distanza iperfocale, l'aumento della profondità di campo sorge perché l'obiettivo grandangolare ha una maggiore frazione posteriore della profondità di campo, e può quindi più facilmente ottenere la nitidezza critica all'infinito.

CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI CAMPO

Per calcolare la profondità di campo, si deve prima decidere un valore appropriato per il massimo circolo di confusione consentito. Questo dipende sia dal tipo di fotocamera (dimensione del sensore o del film), sia dalla combinazione distanza di visione / dimensione stampa. Inutile dire che sapere questi dati in anticipo spesso non è semplice. Si consiglia di provare lo strumento [calcolatore della profondità di campo](#) come ausilio per la situazione specifica.

PROFONDITÀ DI FUOCO E VISUALIZZAZIONE DEL DIAFRAMMA

Un'altra implicazione del circolo di confusione è il concetto di profondità di fuoco (chiamato anche lo "spread di messa a fuoco"). Essa differisce dalla profondità di campo in quanto descrive la distanza su cui la luce è a fuoco sul lato del sensore della fotocamera, anziché sul lato del soggetto.



La figura illustra la profondità di fuoco al variare dell'apertura dell'obiettivo. Le linee viola più scure rappresentano gli angoli estremi da cui la luce può entrare nel diaframma. Il viola più chiaro rappresenta tutte le altre possibili angolazioni. La figura può anche essere usata per illustrare la profondità di campo, ma in questo caso sarebbe la lente che si muove invece del sensore.

Il concetto chiave è questo: quando un oggetto è a fuoco, i raggi di luce provenienti da quel punto convergono in un punto sul sensore della fotocamera. Se i raggi di luce colpiscono il sensore in posizioni leggermente diverse (proiettando un disco invece di un punto), allora questo oggetto verrà reso come fuori fuoco, in misura tanto maggiore quanto più dispersi sono i raggi di luce.

ALTRE NOTE

Perché non usare il diaframma più piccolo (numero più grande) per raggiungere la massima profondità di campo? A parte il fatto che questo può richiedere tempi di posa eccessivamente lunghi in assenza di un cavalletto, un'apertura di piccole dimensioni ha anche l'effetto di ammorbidire l'immagine per la creazione di un circolo di confusione più grande (o "disco di Airy", dovuto a un fenomeno fisico chiamato [diffrazione](#)) anche sul piano di messa a fuoco. La diffrazione diventa rapidamente un fattore più limitante della profondità di campo via via che il diaframma si riduce. Questo è il motivo per il quale anche il "foro stenopeico", malgrado la sua estrema profondità di campo, ha una risoluzione limitata.

Per la macro fotografia (ad alto ingrandimento), la profondità di campo è in realtà influenzata da un altro fattore: l'ingrandimento della pupilla. Questo è uguale a uno

per lenti che hanno uno schema interno simmetrico, ma per i grandangolari (generalmente con schema retrofocus) e i teleobiettivi questo è maggiore o minore di uno, rispettivamente, a causa della posizione del diaframma non coincidente con il centro ottico della lente. Per un ingrandimento della pupilla minore di uno si ottiene una profondità di campo maggiore di quanto sarebbe normalmente calcolato (e viceversa), mentre il calcolo non cambia quando l'ingrandimento della pupilla è uguale a uno. Il problema è che il dato relativo all'ingrandimento della pupilla di solito non è fornito da produttori di lenti, e lo si può solo stimare grossolanamente a vista.

ALTRI SITI WEB PER ULTERIORI APPROFONDIMENTI

- **Norman Koren** fornisce [un altro punto di vista sulla profondità di campo](#), che include svariate equazioni per calcolare la profondità di campo e il circolo di confusione.
- **The Luminous Landscape** [confronta la profondità di campo per diverse lunghezze focali](#), - fornendo la prova visiva che la profondità di campo non cambia molto al variare della lunghezza focale.

Tutorial desunto dal sito <http://www.cambridgeincolour.com> Traduzione dall'inglese all'italiano curata da F.B. . Si ringraziano gli estensori del tutorial.

I link presentati nella trattazione rimandano a siti web in lingua inglese.