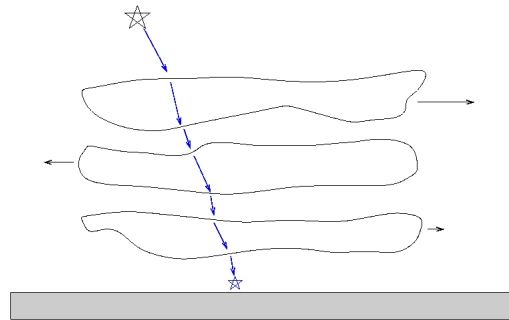


La distorsione delle immagini dovuta alla nostra atmosfera

Il termine **Seeing** deriva dall'inglese *to see* (vedere), ed è riferito all'effetto di distorsione degli oggetti astronomici osservati, dovuto alla turbolenza dell'atmosfera terrestre. In astronomia è importante indicare questo fattore poiché, in questo modo è possibile determinare di quanto ha influito la turbolenza in un determinato giorno, ad una determinata ora, sulla messa a fuoco e sull'inseguimento durante la ripresa di un determinato oggetto.

Per comprendere l'effetto del seeing è utile prendere in considerazione, come esempio, un caso ideale. Assumiamo che la sorgente osservata sia puntiforme, ovvero unidimensionale, e che le ottiche del nostro telescopio non incidano sulla qualità dell'immagine. In assenza di atmosfera il telescopio osserverebbe la sorgente così com'è, puntiforme; mentre in presenza di una massa d'aria, l'immagine della sorgente risulterebbe avere un'estensione superficiale con una densità di fotoni che decrescerebbe dal centro dell'immagine della sorgente verso l'esterno. Per comprendere questo effetto di sparpagliamento dei fotoni dobbiamo pensare che un CCD ottiene l'immagine di un oggetto attraverso pose più o meno lunghe, che gli permettono di accumulare la luce proveniente dalla sorgente. Durante la posa le condizioni degli strati di atmosfera che si trovano tra la sorgente puntiforme e l'obiettivo del nostro telescopio, cambiano di frequente. Tali variazioni corrispondono ad un cambiamento dell'indice di rifrazione, che influisce sulla traiettoria dei raggi di luce e quindi sui punti della superficie del sensore CCD dove i raggi incideranno. Ai fini pratici, la turbolenza atmosferica ha l'effetto di spostare rapidamente (dell'ordine dei millesimi di millimetro) l'immagine della sorgente sul sensore. Di quanto l'immagine venga spostata dipende dalla turbolenza, dalla focale e dal diametro del telescopio. Più gli strati di atmosfera saranno turbolenti maggiore sarà lo spostamento. Pensate

che solitamente sopra le nostre teste, trascurando la Mesosfera e la Ionosfera, ci sono circa 50Km di aria e, che anche un apparente calma a terra, può nascondere venti in quota di quasi 400Km/h!



A questo punto, l'immagine ottenuta dalla somma di tutte le pose, sarà data dalla somma di tutti i punti arrivati sul CCD durante l'esposizioni. La funzione che descrive come i vari raggi di luce si sono distribuiti sulla superficie del rivelatore (ovvero l'immagine finale) è detta *funzione di sparpagliamento dei punti*

(PSF, dall'inglese

*Point Spread Function*

). Tale distribuzione viene spesso rappresentata, per semplicità, con una funzione gaussiana. Esistono altre funzioni analitiche che possono riprodurre meglio la PSF reale delle sorgenti: un esempio è dato dalla funzione di Moffat (detta anche Moffattiana). La misura più comune del seeing è data dalla

*larghezza a metà altezza*

(FWHM, dall'inglese

*Full Width at Half Maximum*

) della PSF e viene espressa in secondi d'arco. Le migliori condizioni di seeing da terra permettono di avere una FWHM di circa 0,4 secondi d'arco e si ottengono solo in luoghi particolari e per poche notti all'anno. Solitamente dalle nostre parti ottenere un FWHM di 1,5 o 2 secondi d'arco è già un ottimo risultato.

L'effetto del Seeing non è sentito in egual modo da tutti i telescopi. Non dipende dal tipo di telescopio, rifrattore o catadiottrico ma, bensì dal diametro. Un telescopio di piccolo diametro soffre molto meno il cattivo Seeing rispetto ad un telescopio di diametro più generoso. Questo perché un diametro più abbondante "vede" un fronte d'onda distorto più ampio, rispetto ad un piccolo telescopio che, "vede" una piccola parte del fronte d'onda distorto dalla turbolenza atmosferica.

Per valutare e misurare il Seeing a livello professionale esistono formule molto

complesse, le formule di Tatarski-Fried ma, per fortuna a livello amatoriale e semiprofessionale sono state adottate a livello internazionale due differenti scale: la Scala di Antoniadi e la Scala di Pickering.

**Scala di Antoniadi** La scala di Antoniadi è stata concepita per descrivere l'effetto della turbolenza sulle immagini planetarie. Questa scala adottata anche in Italia dalla Sezione Pianeti, si basa direttamente sull' aspetto di un disco planetario, ed e' descritta analiticamente come segue.

I□

Eccellente

. Immagine perfetta e immobile. Tollerate lievi e rare ondulazioni che non pregiudicano la definizione anche dei particolari piu' minuti.

II

Buono

. Lunghi intervalli con immagine ferma, alternati con brevi momenti di leggero tremolio.

III

Medio

. Immagine disturbata da tremolii, con alcuni momenti di calma.

IV

Cattivo

. Immagine costantemente perturbata da persistenti tremolii.

V□

Pessimo

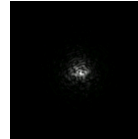
. Immagine molto perturbata che a stento permette di eseguire uno schizzo approssimativo.

## Scala di Pickering

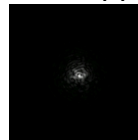
La scala di Pickering, creata da William H. Pickering (1858-1938) usando un rifrattore da 13cm , e' stata invece concepita per l'osservazione delle stelle doppie ed e' quindi associata al grado di "distruzione" della figura di diffrazione ad opera della turbolenza.

Essa la si valuta quindi su una stella ed e' molto più severa della Scala di Antoniadi. Per esempio, un voto in scala di Pickering (su una stella) relativamente brutto, puo' corrispondere ad un'immagine planetaria piu' che accettabile per i comuni mortali.

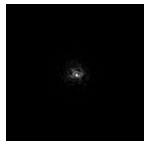
Di seguito una versione animata della scala , creata con Aberrator V2, basandosi sulla descrizione di Pickering sull'aspetto del disco di Airy.



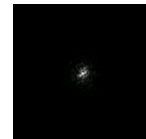
**1/10** Le dimensioni del diametro della stella sono il doppio del terzo anello di diffrazione.  
Dimensioni della stella: 13 secondi



**2/10** Il diametro della stella raggiunge solo a volte il terzo anello di diffrazione.



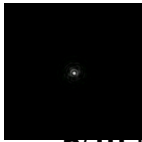
**3/10** Il diametro della stella non supera mai il terzo anello di diffrazione e arriva a 6.7 secondi d'arco. Comincia a vedersi la stella luminosa al centro.



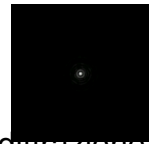
**4/10** Disco di Airy a volte visibile. Si intravedono archi spezzati degli anelli di diffrazione.

□ **5/10** Disco di Airy sempre visibile. Gli archi spezzati degli anelli di diffrazione si cominciano a ricomporre.

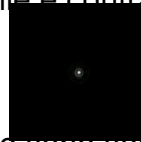




6/10 Disco di Airy sempre visibile. Gli archi cominciano a diventare anelli



7/10 Il disco di Airy è sempre ben visibile e contrastato e gli anelli di diffrazione



8/10 Il disco di Airy è netto. Gli anelli di diffrazione sono sempre composti e in piccolissimo



9/10 Il disco di Airy è netto e il disco di Airy è stabile e immobile. Gli esterni si muovono



10/10 Tutto l'intorno di osservazione è in movimento. Il disco di Airy è stabile e immobile. Gli esterni si muovono