Elementi di riduzione dati fotometrici e spettroscopici

Silvia Galleti

Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)

Stazione Astronomica di Loiano (BO)



Strumenti e Metodi dell'Astronomia

1. La Luce

Spettro & Limiti

La radiazione elettromagnetica come vettore primario di informazione astronomica.
Limiti: seeing, inquinamento luminoso

2. I Rivelatori

Strumentazione & Analisi

Tecnologie per la cattura dei fotoni, sensori in situ per l'analisi dei campioni extraterrestri e misurazione delle particelle cosmiche.

3. Fotometria

Come si studiano i corpi celesti?

La strada maestra è l'analisi della LUCE.

1. La Luce

Canale Principale

La maggior parte delle informazioni sull'Universo giunge a noi sotto forma di radiazione elettromagnetica (luce visibile, infrarossi, raggi X, raggi gammaecc.).

📌 **Principio base:** L'Universo si osserva prevalentemente da lontano, attraverso stazioni a terra o telescopi spaziali.

2. La Materia

Casi Eccezionali

Solo in rarissimi casi riusciamo a raccogliere ed analizzare direttamente campioni fisici di materia:

- **Meteoriti** cadute sulla Terra
- **Vento solare**
- **Raggi cosmici** da sorgenti molto remote

⚠️ **Nota:** Si tratta di prelievi e campionamenti del tutto eccezionali.

3. Sistema Solare

Esplorazione Diretta

Rappresenta un caso unico ed eccezionale grazie alla nostra vicinanza geografica:

- **Sonde robotiche** su pianeti, asteroidi e comete
- **Missioni umane** in orbita, sulla Luna e in futuro su Marte

🚀 **Si può sia osservare da lontano che esplorare da vicino!**

Oltre la Luce

Canali e strumenti alternativi per l'esplorazione dell'Universo

1. Campioni Extraterrestri

Riportati a Terra

- **Rocce lunari:** Missioni *Apollo*, *Luna*
- **Comete e Asteroidi:** Polvere cometaria (*Stardust*) e frammenti primitivi (*Hayabusa2*, *OSIRIS-REx*)

2. Spazio Profondo

Particelle & Radiazioni

- **Vento Solare:** Ioni e gas catturati nello spazio interplanetario (missione *Genesis*)
- **Raggi Cosmici:** Protoni e nuclei atomici relativistici (*AMS-02*) o sciami atmosferici

3. Analisi *In Situ*

Sonde e Rover

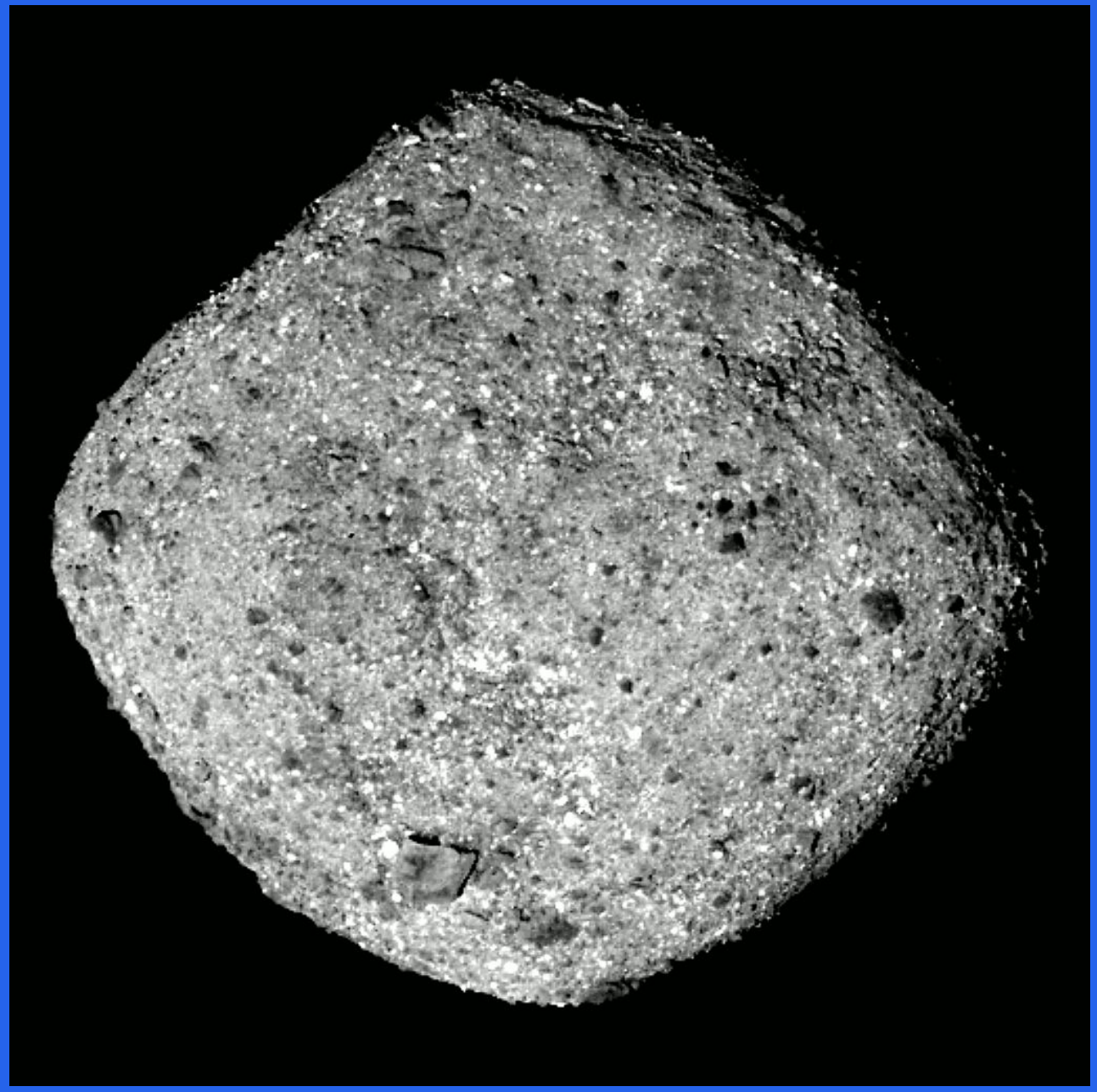
- **Studio Chimico-Fisico:** Analisi diretta di suolo e atmosfere su Marte (*Perseverance*, *Curiosity*) e Titano (*Huygens*)

4. Multimessaggera

Astronomia Moderna

- **Oltre i Fotoni:** Rilevazione di vettori di informazione alternativi
- **Messaggeri:** Neutrini e onde gravitazionali

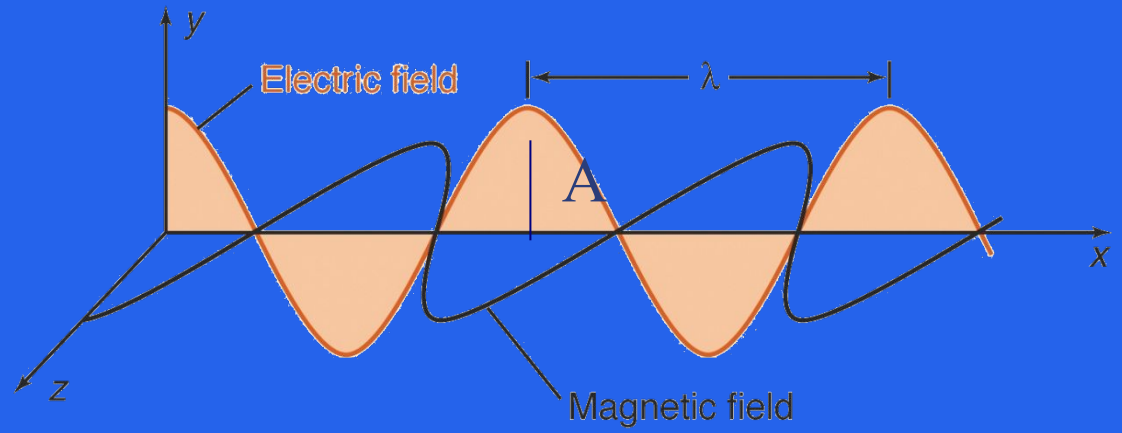
Bennu



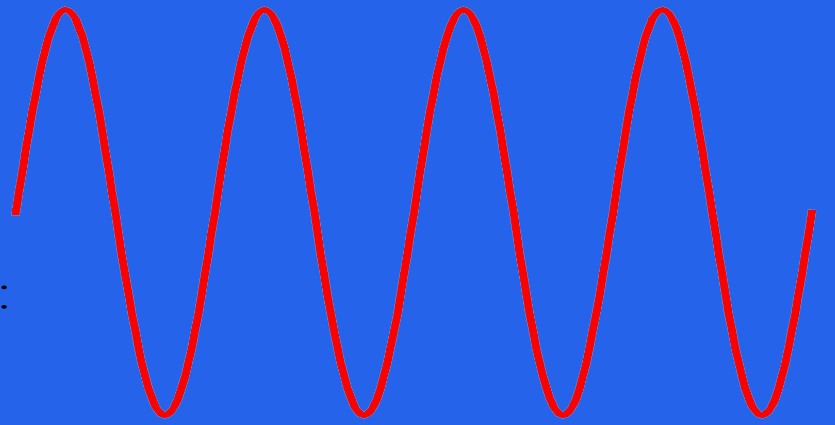
missione **OSIRIS-REx** (Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security, Regolith Explorer) della NASA

Credits: NASA’s Goddard Space Flight Center/University of Arizona

La Luce è un'onda elettromagnetica



- *È costituita da campi elettrici e magnetici oscillanti nello spazio e nel tempo.*
- *Il campo elettrico e magnetico sono perpendicolari tra loro ed alla direzione di propagazione dell'onda.*



Si dice **lunghezza d'onda** (λ) la distanza spaziale tra due massimi dell'onda.

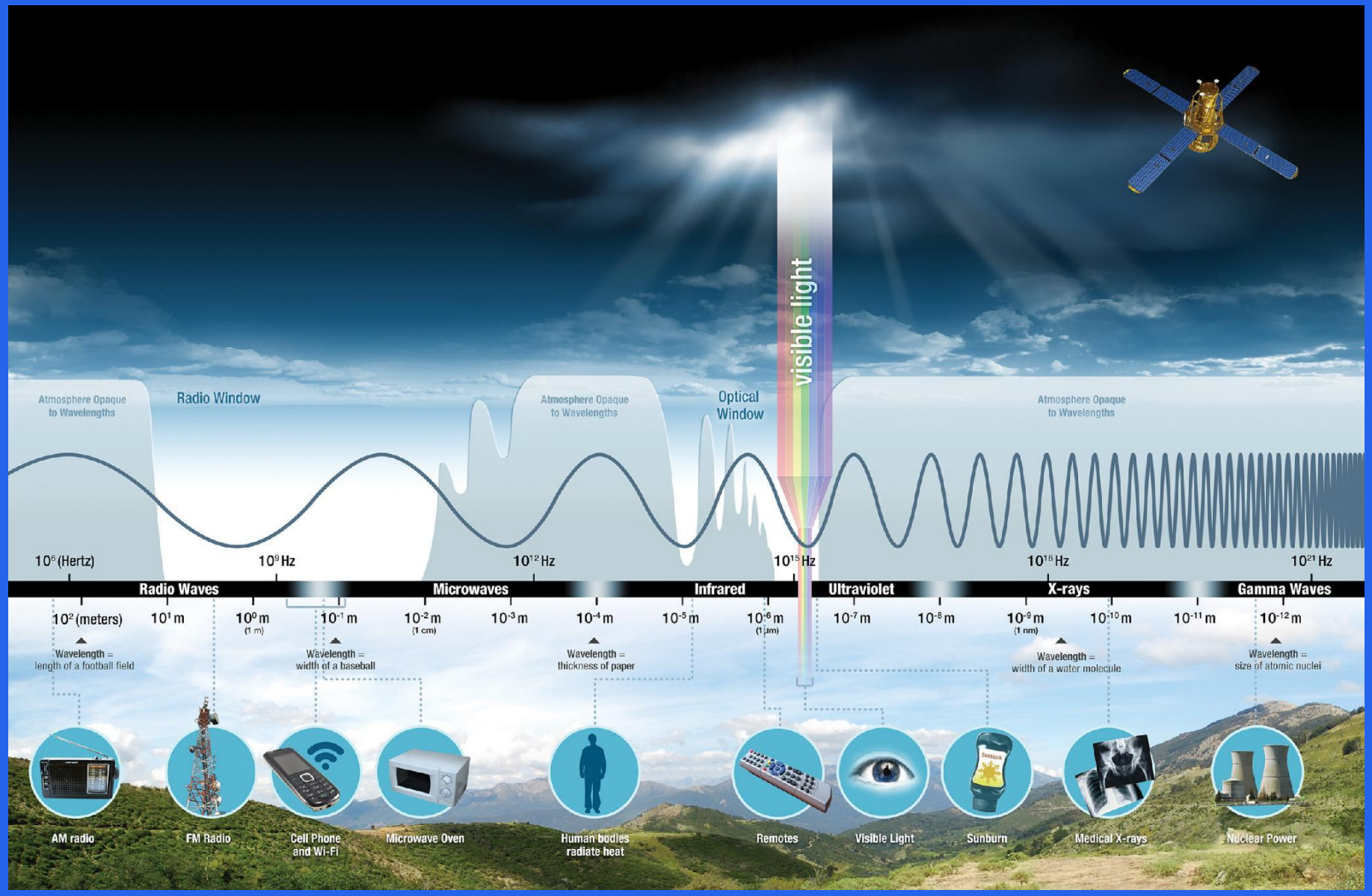
La **frequenza (ν)** è il numero di onde in un secondo correlate dalla seguente relazione:

$$\lambda \nu = c$$

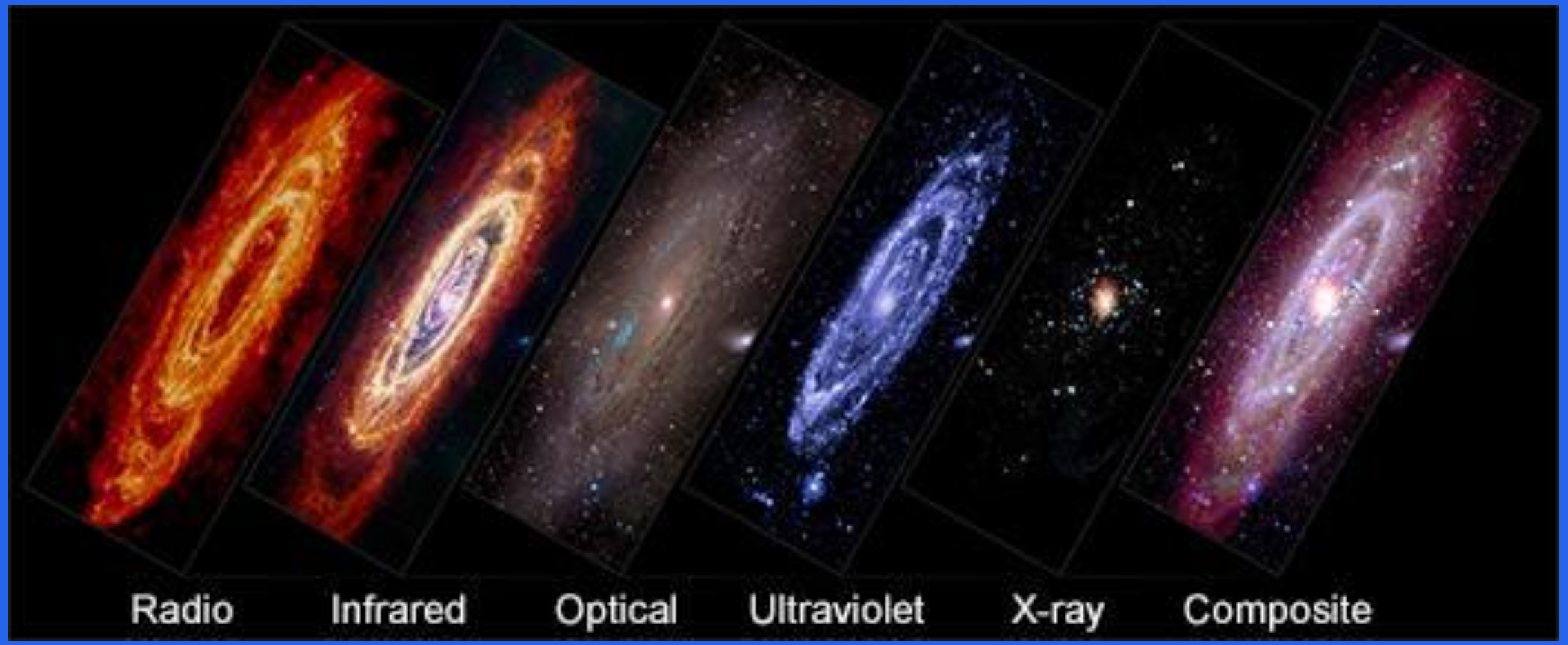
c è la velocità della luce.

L'**ampiezza (A)** rappresenta la distanza tra il massimo dell'onda e la direzione di propagazione

Lo spettro elettromagnetico

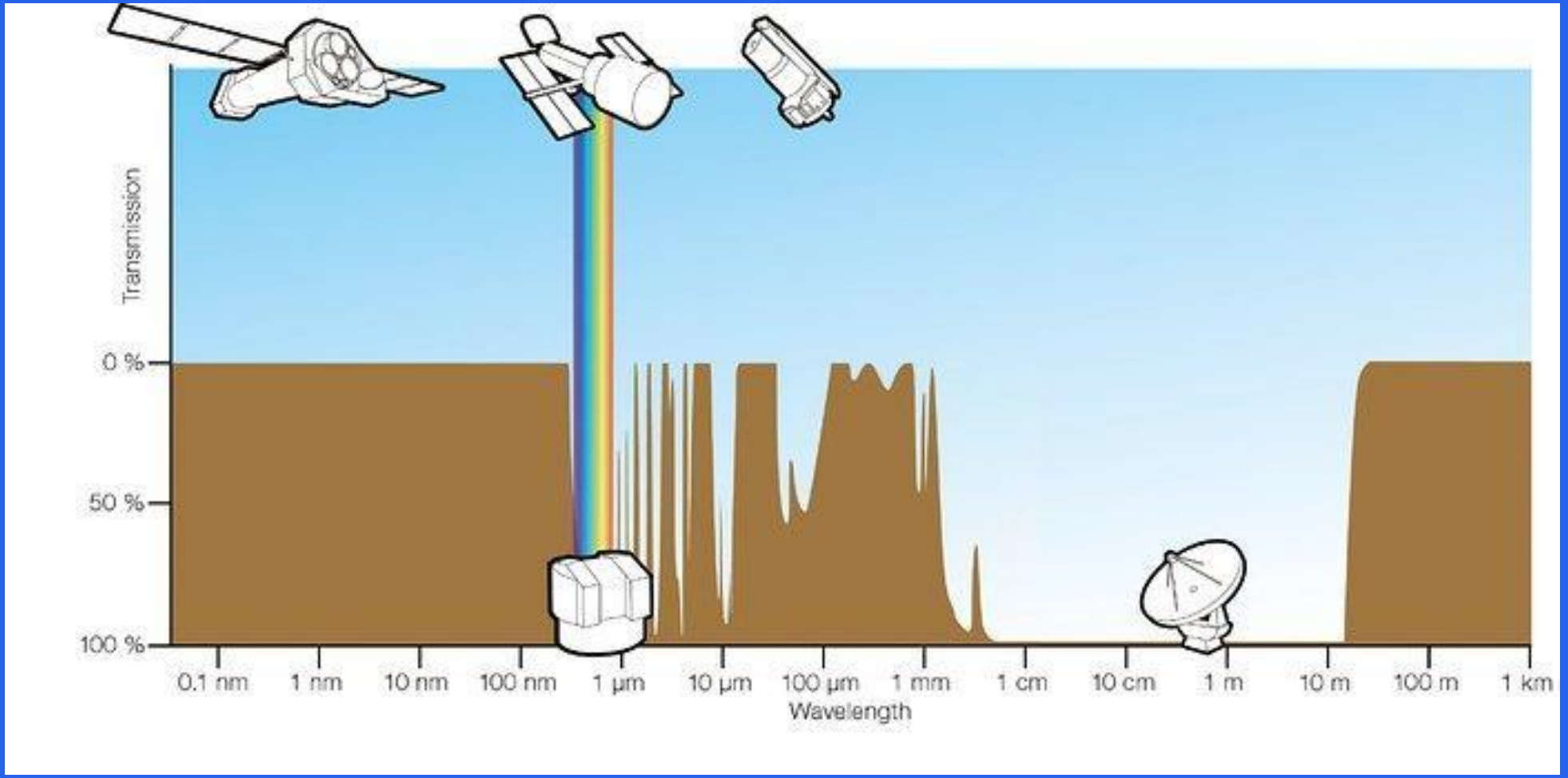


Crediti: Nasa



The Andromeda Galaxy (M31 (Credit: **X-ray:** NASA/CXO/UMass/Z. Li & Q.D. Wang, ESA/XMM-Newton; **Infrared:** NASA/JPL-Caltech/WISE, Spitzer, NASA/JPL-Caltech/K. Gordon (U. Az), ESA/Herschel, ESA/Planck, NASA/IRAS, NASA/COBE; **Radio:** NSF/GBT/WSRT/IRAM/C. Clark (STScI); **Ultraviolet:** NASA/JPL-Caltech/GALEX; **Optical:** Andromeda, Unexpected © Marcel Drechsler, Xavier Strottner, Yann Sainty & J. Sahner, T. Kottary. **Composite image processing:** L. Frattare, K. Arcand, J.Major

Trasmissione della radiazione em attraverso l'atmosfera

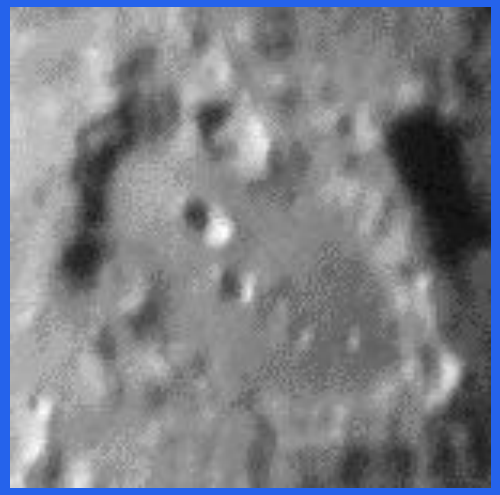


Crediti:ESA/Hubble (F. Granato)

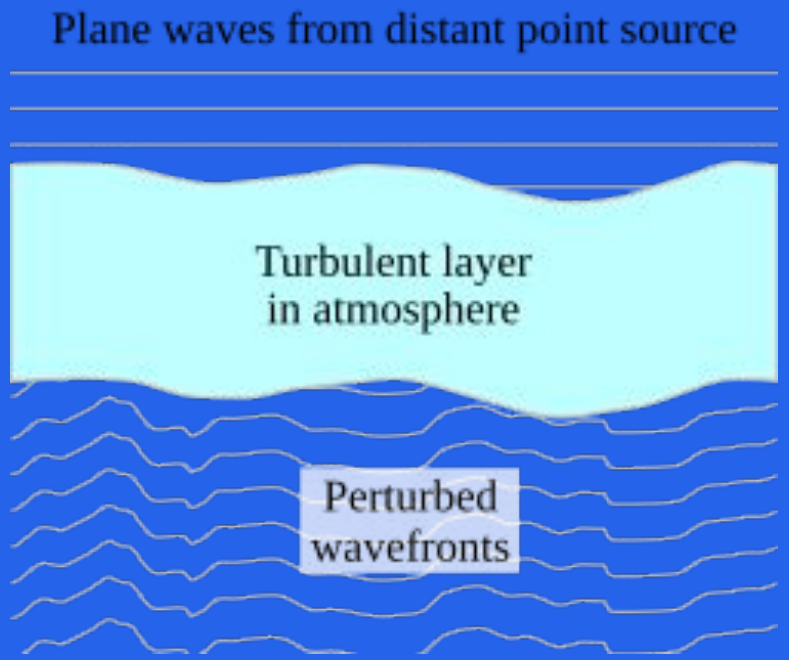
Seeing

Un termine inglese che in astronomia esprime il degrado delle immagini di oggetti celesti a causa della turbolenza dell'atmosfera terrestre





wikipedia



ca.wikipedia.org

Luci artificiali



Conseguenze astronomiche dell'inquinamento luminoso



A 2003 electrical blackout in the Northeast of the U.S. affected 55 million people. It also showed us what we're missing in our normally light polluted environments. Credit: Todd Carlson

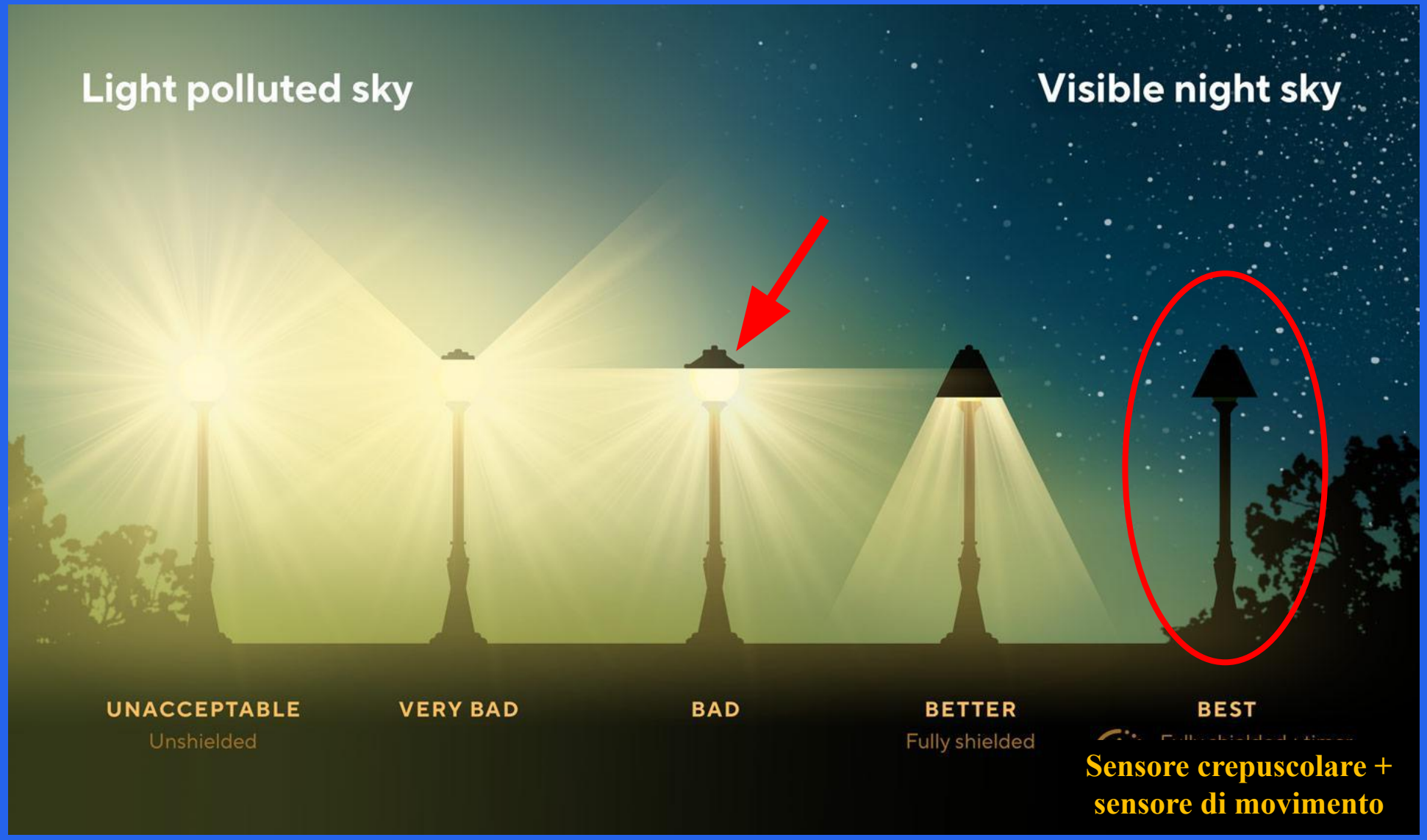
Immagine tratta da darksky.org

Oltre **l'80% della popolazione mondiale** e oltre il **99% della popolazione statunitense ed europea** vive sotto cieli inquinati dalla luce.

La **Via Lattea è nascosta a oltre un terzo dell'umanità**, tra cui il 60% degli europei e quasi l'80% dei nordamericani.

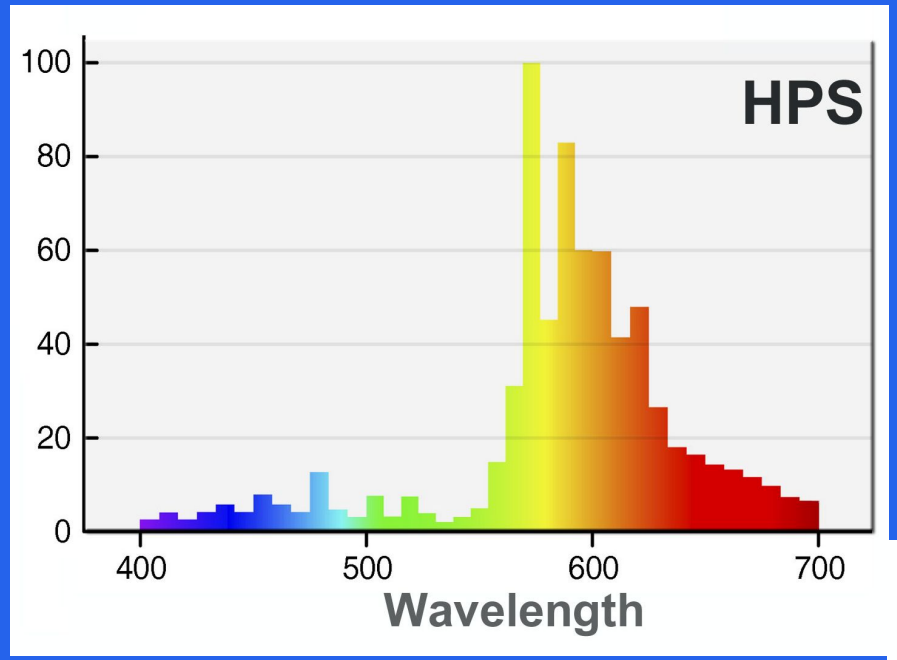
Il 23% delle terre emerse del mondo tra 75°N e 60°S, l'88% dell'Europa e quasi la metà degli Stati Uniti hanno le notti inquinate dalla luce.

https://www.lightpollutionmap.info/
Falchi F., Cinzano P. et al, «The new world atlas of artificial night sky brightness», Science Advances, 2016.



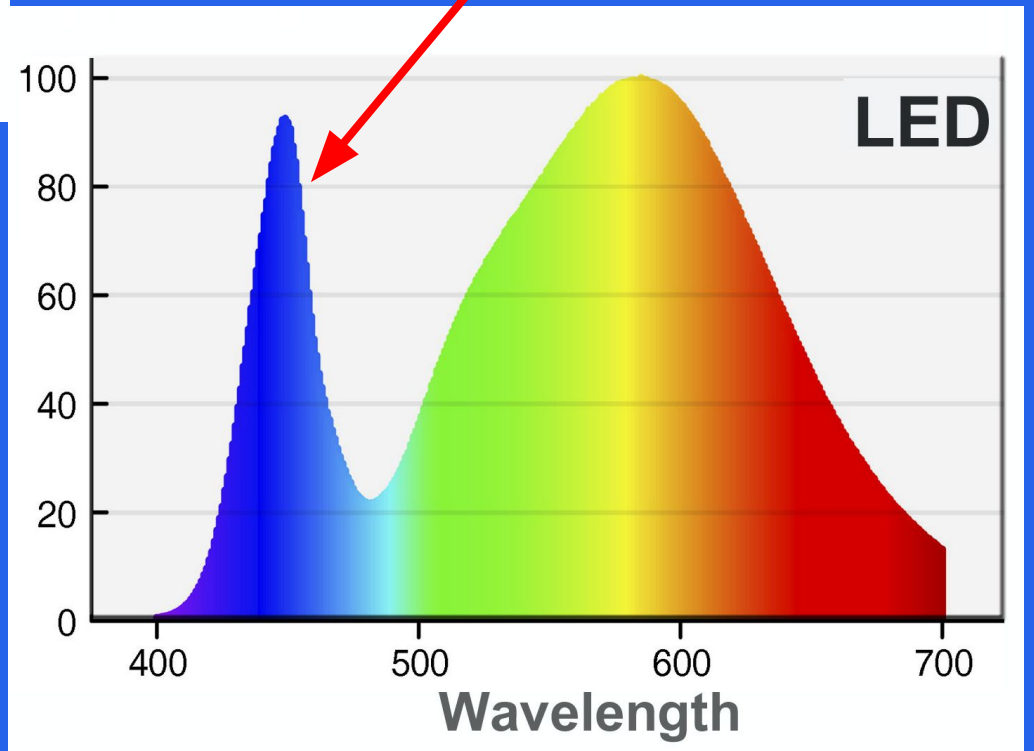
Crediti: darksky.org

Temperatura di colore dei LED



<u>Lampade al sodio ad alta pressione</u>: luce gialla facilmente filtrabile

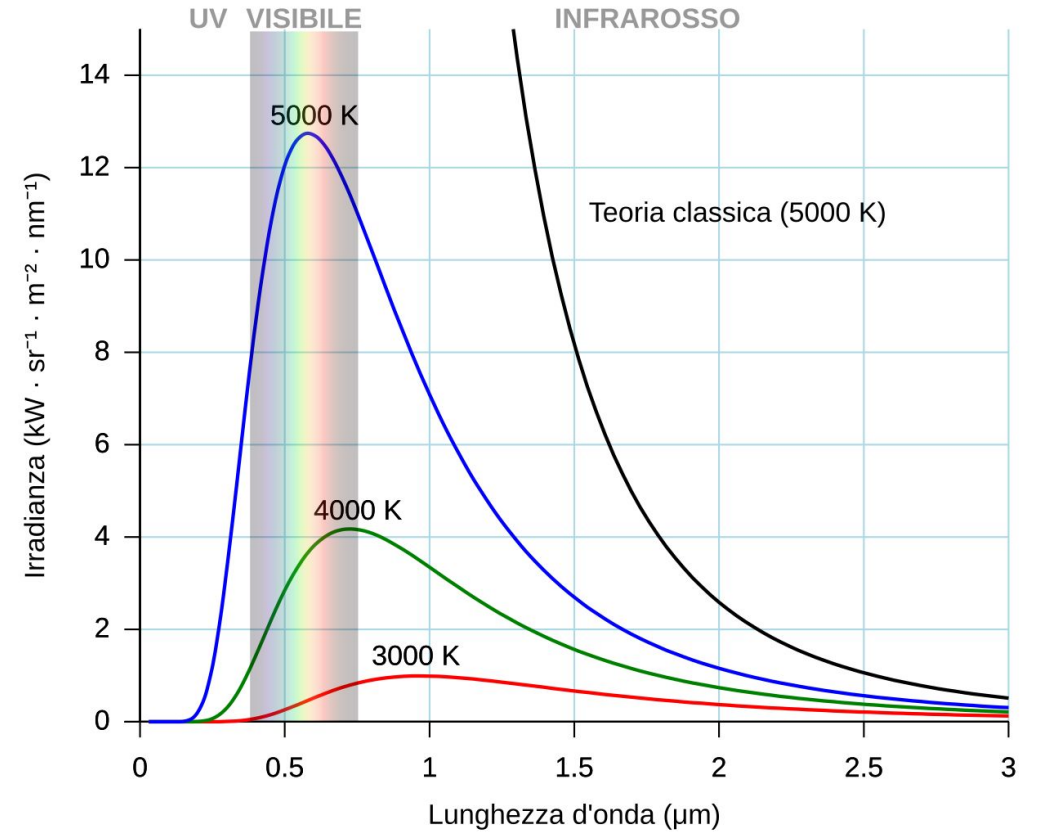
Picco nel blu



<u>LED</u>: spettro continuo con picchi nel giallo e nel blu, non più filtrabile.

Crediti immagini: Wikipedia

Scala della Temperatura di Colore (Kelvin)



Luce Calda (2000K - 3000K)

Tonalità gialla/arancione. Tipica delle vecchie lampade ad alta pressione e della luce del fuoco. Ridotto impatto sulla visione notturna.

Luce Fredda (5000K - 6500K+)

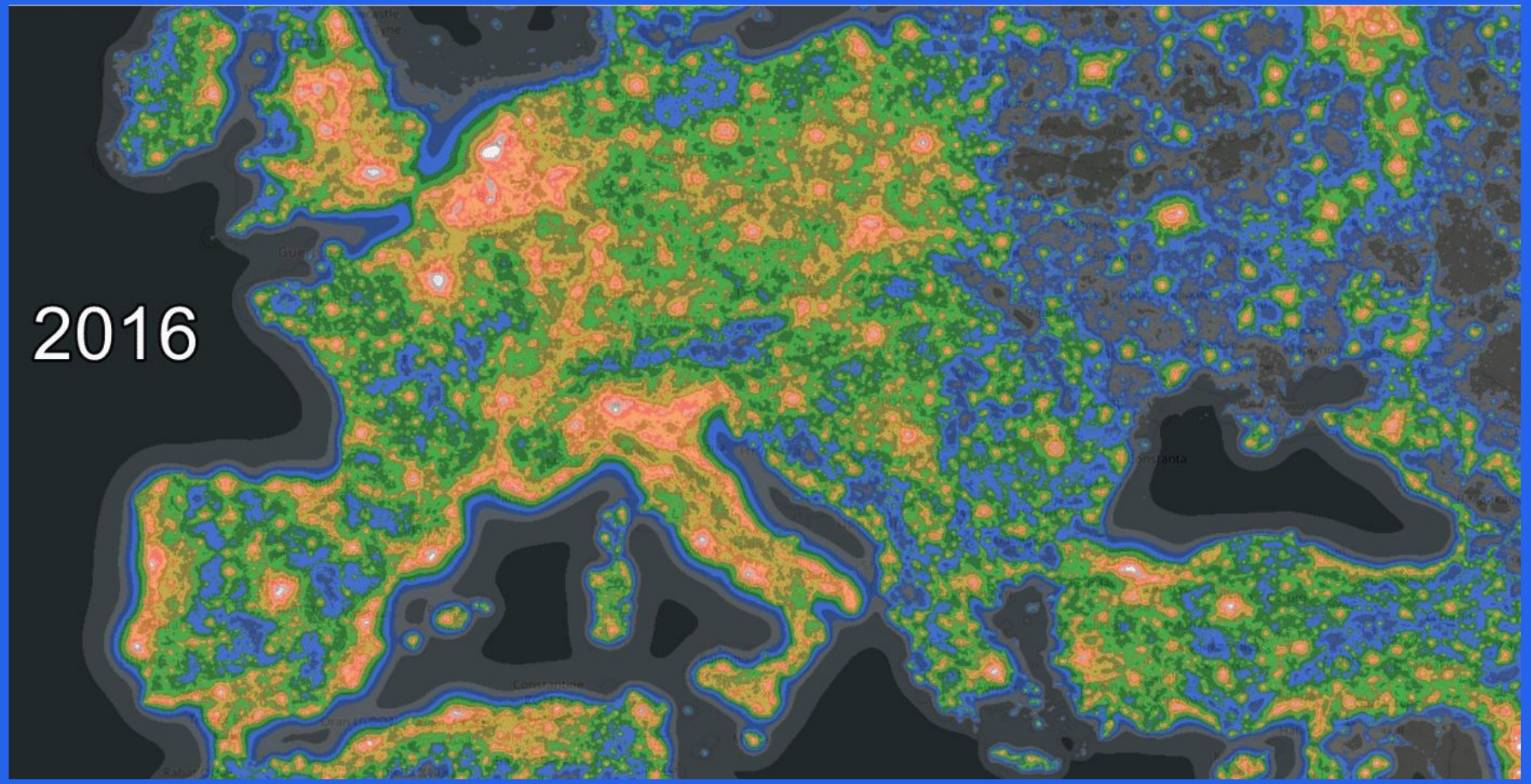
Forte componente blu. Presente nei LED a luce fredda, causa il picco spettrale che disorienta la fauna e altera i ritmi circadiani.

Luce Neutra (3500K - 4500K)

Tonalità bianca naturale. Equilibrio tra resa cromatica e comfort visivo, utilizzata in contesti urbani moderni.

wikipedia By Darth Kule - Own work, Public Domain, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10555337

Transizione a LED EU 2016 - 2024



Light Pollution Atlas

https://djlorenz.github.io/astronomy/lp/

Perché ridurre l’inquinamento luminoso?

Risparmio energetico ed economico

Illuminare il cielo anziché il terreno è un inutile spreco di risorse. Eliminare una parte degli sprechi di denaro pubblico permette alle amministrazioni e ai cittadini di ridurre drasticamente i consumi di corrente e le bollette pagate con le tasse.

Salute e benessere umano

La luce artificiale notturna, in particolare la componente di luce blu dei LED freddi, inibisce la produzione di melatonina. Questo altera il nostro **ritmo circadiano** (l'orologio biologico interno), provocando disturbi del sonno, affaticamento, stress, ansia, depressione, diabete, obesità, tumori.

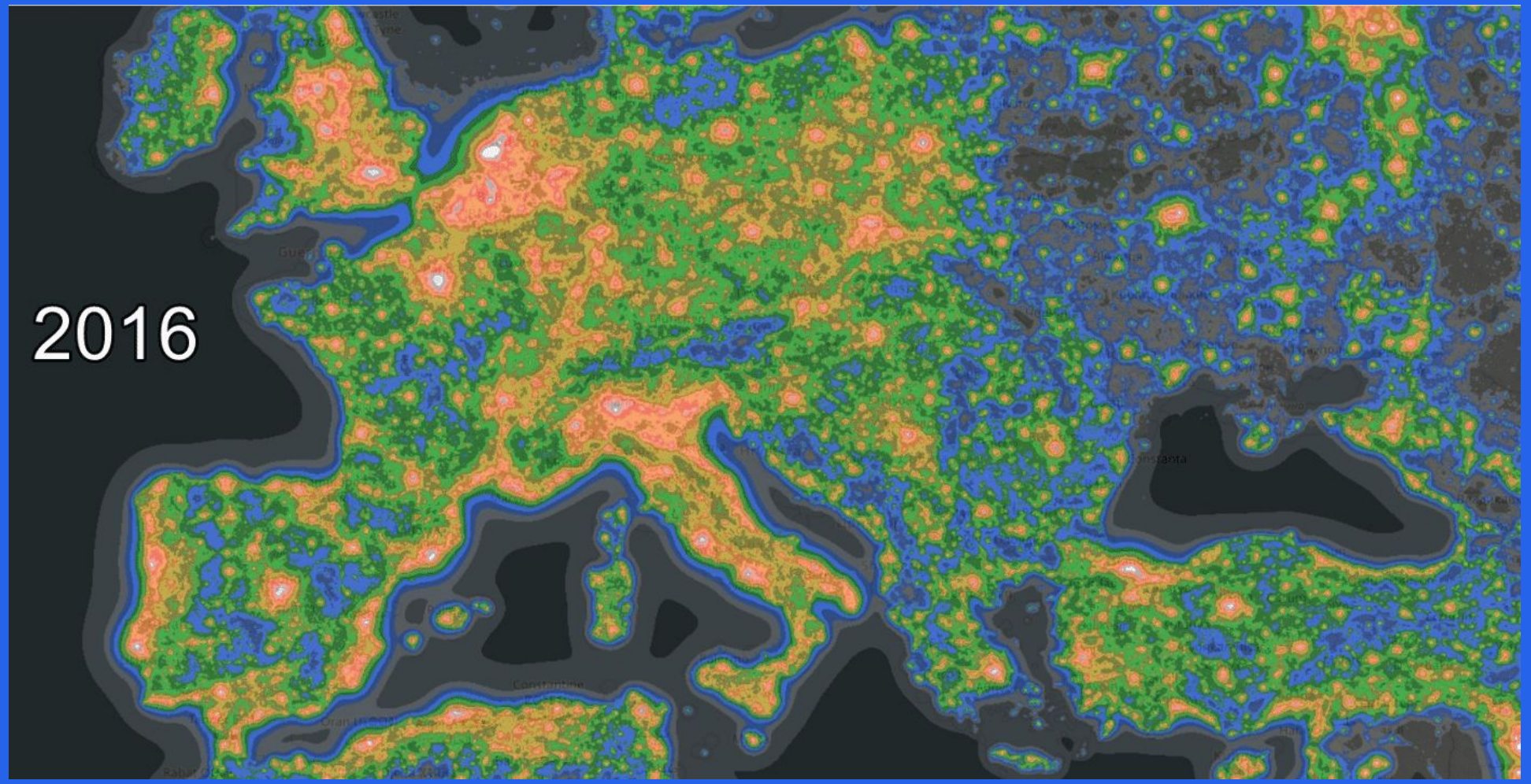
Tutela della fauna e degli ecosistemi

Moltissime specie animali notturne subiscono gravi danni. Gli uccelli migratori e le tartarughe marine vengono disorientati dalle luci costiere, perdendo la rotta. Anche gli ecosistemi acquatici e gli insetti impollinatori vedono alterati i propri comportamenti vitali e riproduttivi.

Salvaguardia della ricerca astronomica

L'alone luminoso che sovrasta le aree urbane nasconde le stelle e i corpi celesti, ostacolando il lavoro degli osservatori astronomici e privandoci del valore culturale del cielo notturno. Proteggere il cielo **non significa tornare nel Medioevo**.

Transizione a LED EU 2016 - 2024



Light Pollution Atlas

https://djlorenz.github.io/astronomy/lp/

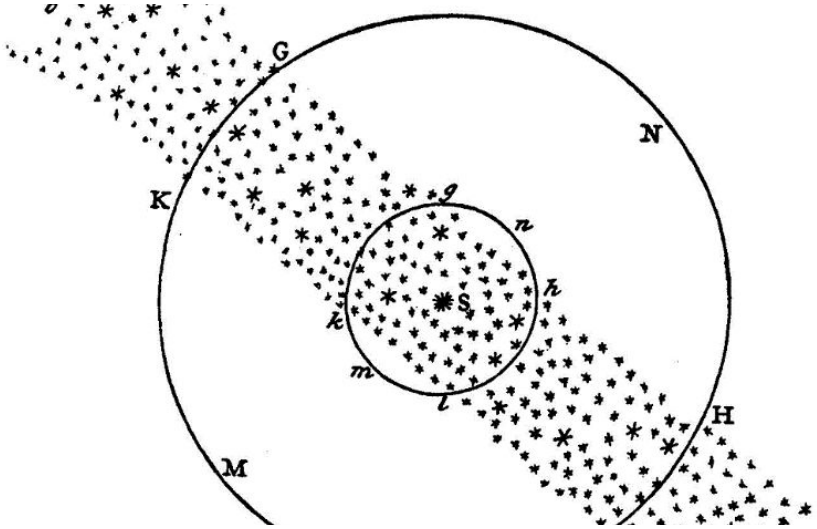
Introduzione all'Astronomia Osservativa

Elementi di riduzione dati fotometrici

Un telescopio ha due funzioni principali:

1. LUMINOSITÀ

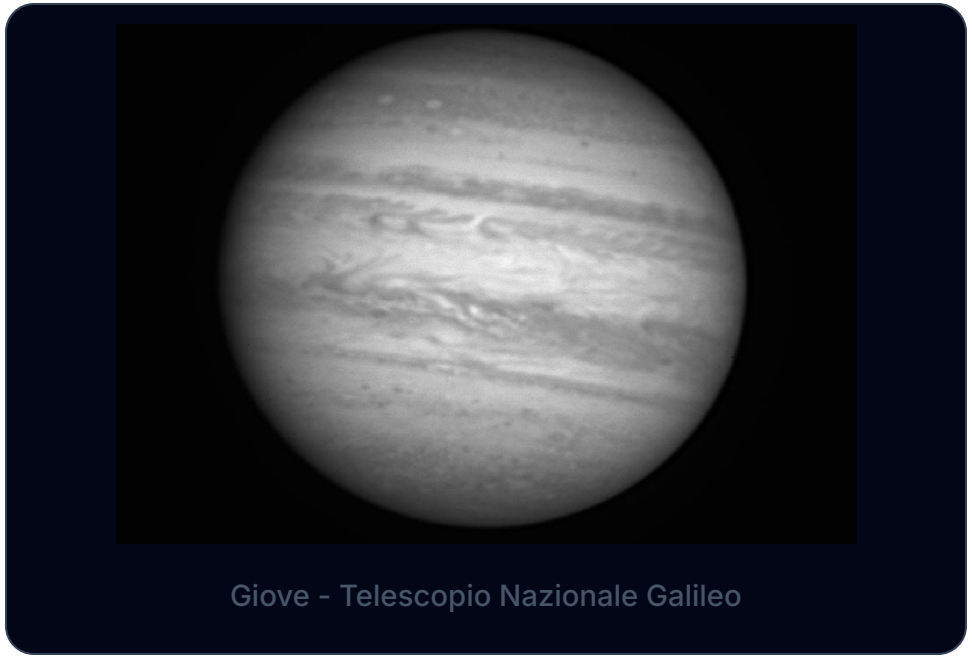
Raccogliere quanta più luce possibile da un oggetto



Struttura della Galassia (Herschel, 1785)

2. DEFINIZIONE

Costruirne una immagine più nitida possibile



Giove - Telescopio Nazionale Galileo

Tipologie di Dati Astronomici

1. IMMAGINI - FOTOMETRIA

Registrazione spaziale del flusso di fotoni proveniente da una determinata regione angolare del cielo.

Caratteristiche e Applicazioni:

- **Morfologia:** Studio della forma e dell'estensione delle sorgenti celesti.
- **Fotometria:** Misurazione accurata del flusso luminoso (magnitudine e brillanza superficiale).
- **Struttura Pixel:** Ogni pixel memorizza i conteggi di fotoni rilevati.

2. SPETTRI - SPETTROSCOPIA

Analisi 1D o 2D della luce dispersa in funzione della lunghezza d'onda

Informazioni Estratte:

- **Composizione Chimica:** Rivelazione di righe di emissione e assorbimento.
- **Cinematica:** Misura della velocità radiale tramite effetto Doppler / redshift.
- **Proprietà Fisiche:** Determinazione dell'intensità luminosa a ciascuna lunghezza d’onda osservata e della temperatura.

Fotometria

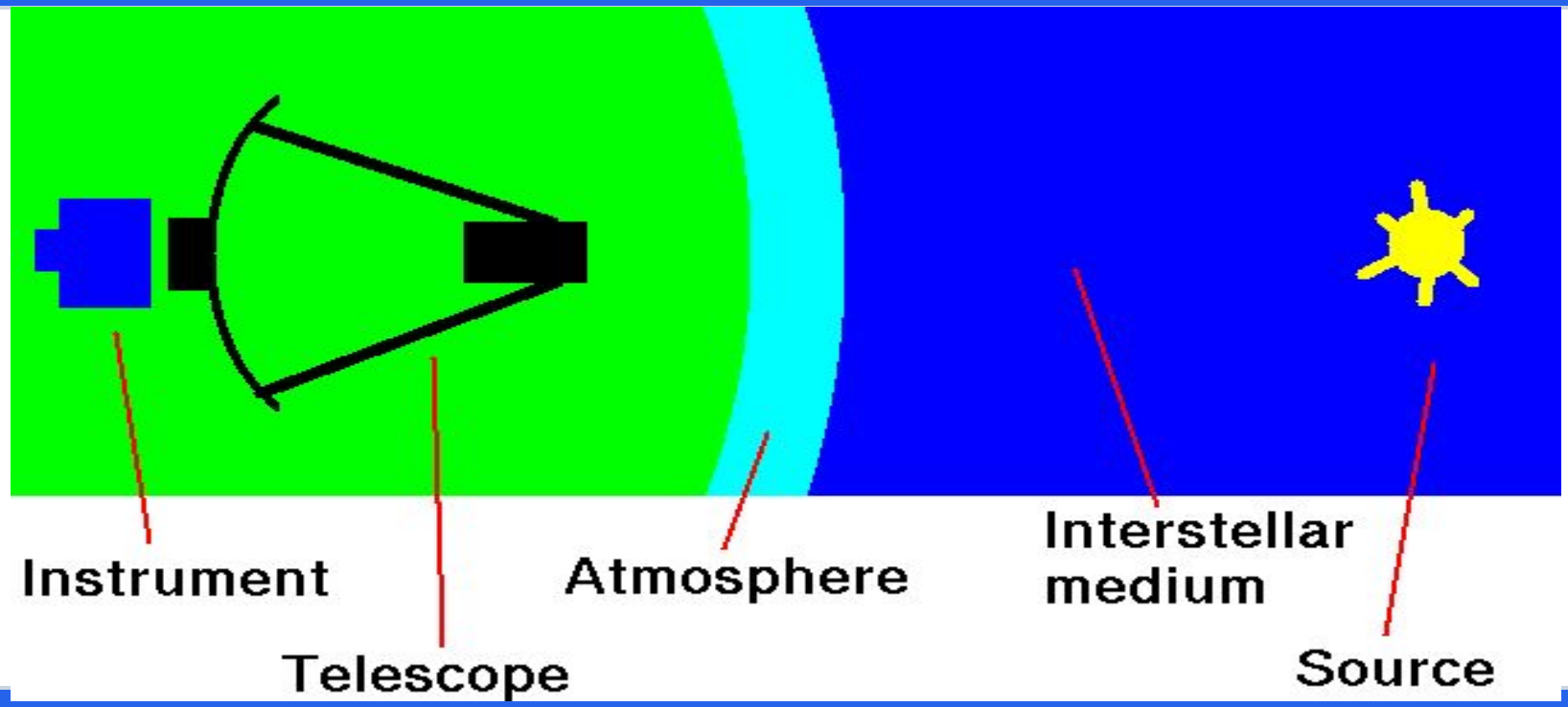
DEFINIZIONE

La **fotometria** è la tecnica astronomica che permette di misurare il **flusso** e la **magnitudine** emessi da sorgenti puntiformi o estese.

SISTEMA RICHIESTO

La misurazione necessita di un sistema integrato:

Rivelatore + **Filtri fotometrici** + **Telescopio**



I Rivelatori in Astronomia

1. OCCHIO (Naturale)

Legge di Weber-Fechner:

Un incremento percentuale dell'intensità luminosa (I) produce un incremento lineare dello stimolo visivo (s).

$$\Delta s = k \times \frac{\Delta I}{I} \quad \Rightarrow \quad s \propto \log I$$

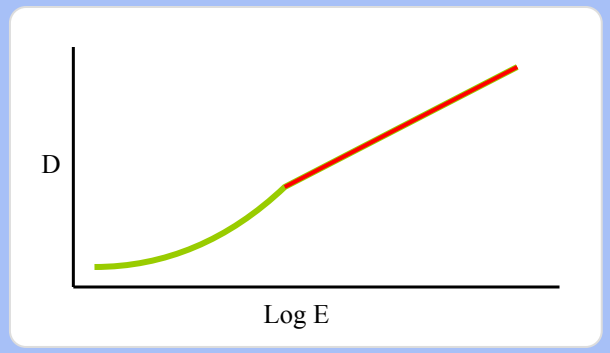
Caratteristiche:

- Risposta logaritmica
- Soggettivo
- Nessuna integrazione temporale
- Non produce immagini digitali

2. LASTRE (Fino anni '80)

Effetto: Annerimento dell'emulsione o densità (D)

Causa: Esposizione (E) a un flusso di radiazione (I) per un tempo (t)

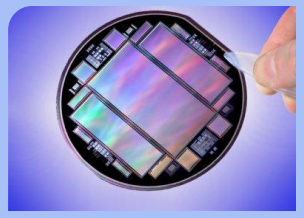


Limiti:

- Bassa sensibilità (< 1%)
- Risposta non lineare (curva S)
- Sviluppo chimico richiesto

3. CCD (Da fine anni '80)





Basati sull'**effetto fotoelettrico**: convertono fotoni in cariche elettriche.

Vantaggi Principali:

- **Maggiore sensibilità**
  (Efficienza quantica fino all'80-90%)
- **Linearità**
  (Segnale amplificato dei Fotoni incidenti)
- **Immagini digitali dirette**
  (Pronte per l'analisi al computer)

I Tipi di Dati in Astronomia

Tutti i dati astronomici vengono salvati nel formato standard internazionale **FITS** (Flexible Image Transport System), una struttura integrata che unisce l'immagine scientifica ai suoi metadati.

1. HEADER (METADATI)

Parametri di osservazione, strumento, ecc

L'header descrive il contesto fisico e tecnico dell'osservazione:

Tempo di Posa: Durata dell'esposizione
Coordinate: Posizione della sorgente celeste
Temperatura: Stato termico del sensore
Filtri: Banda fotometrica utilizzata

Data: giorno di osservazione

UT: ora di osservazione

```
SIMPLE  =  T / Standard FITS
BITPIX  =  -32 / 32-bit float
TELESCOP= 'HST' / Telescope
EXPTIME =  1200.0 / Exp time (s)
CRVAL1  =  180.245833 / RA (deg)
```

2. IMMAGINE

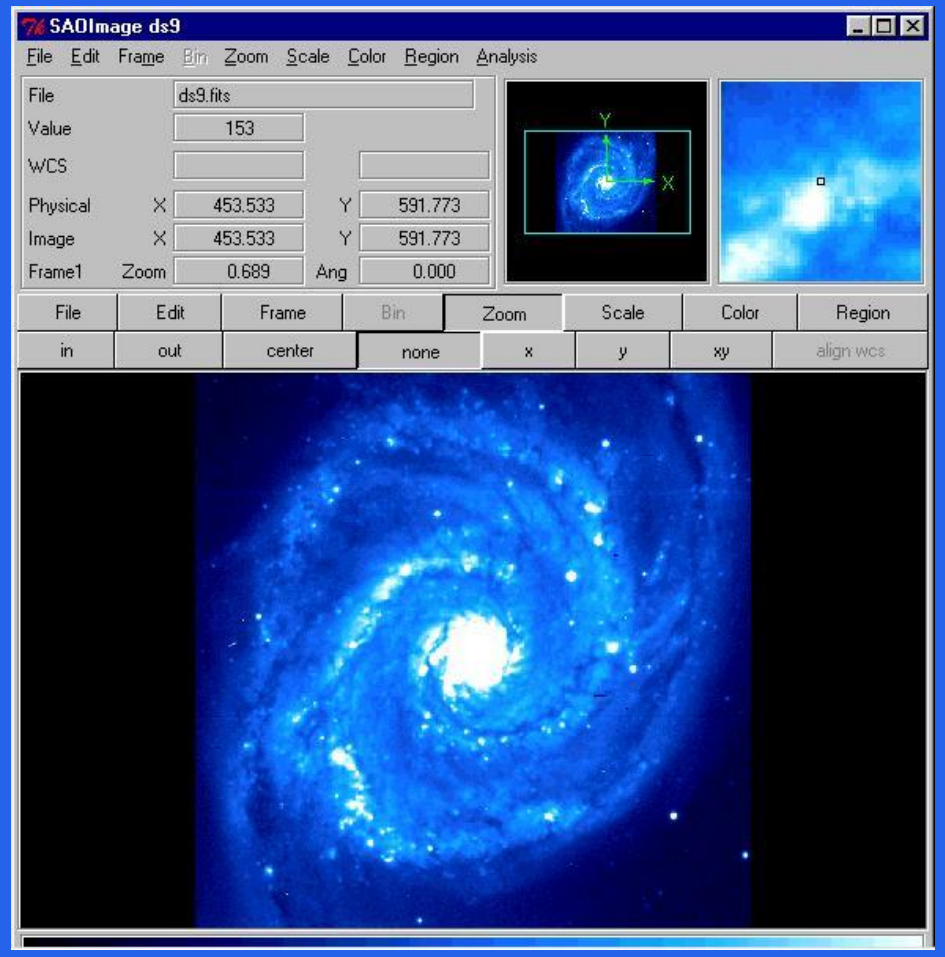
Matrice dei Dati Scientifici

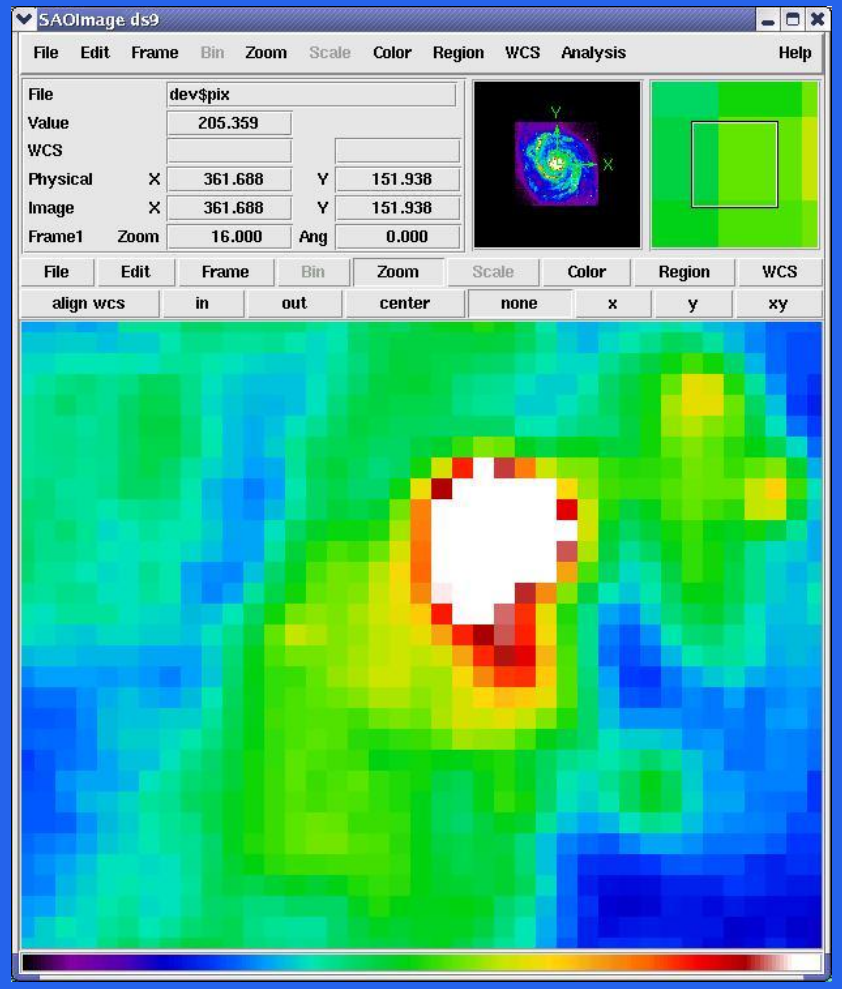
Contiene le informazioni visive o spettrali raccolte dal CCD

Caratteristiche:

- Formato digitale ad alta precisione
- Matrice di pixel
- Da trattare

Immagini digitali





Visualizzazione Dati: SAOImage DS9

SOFTWARE & UTILITÀ

SAOImage DS9

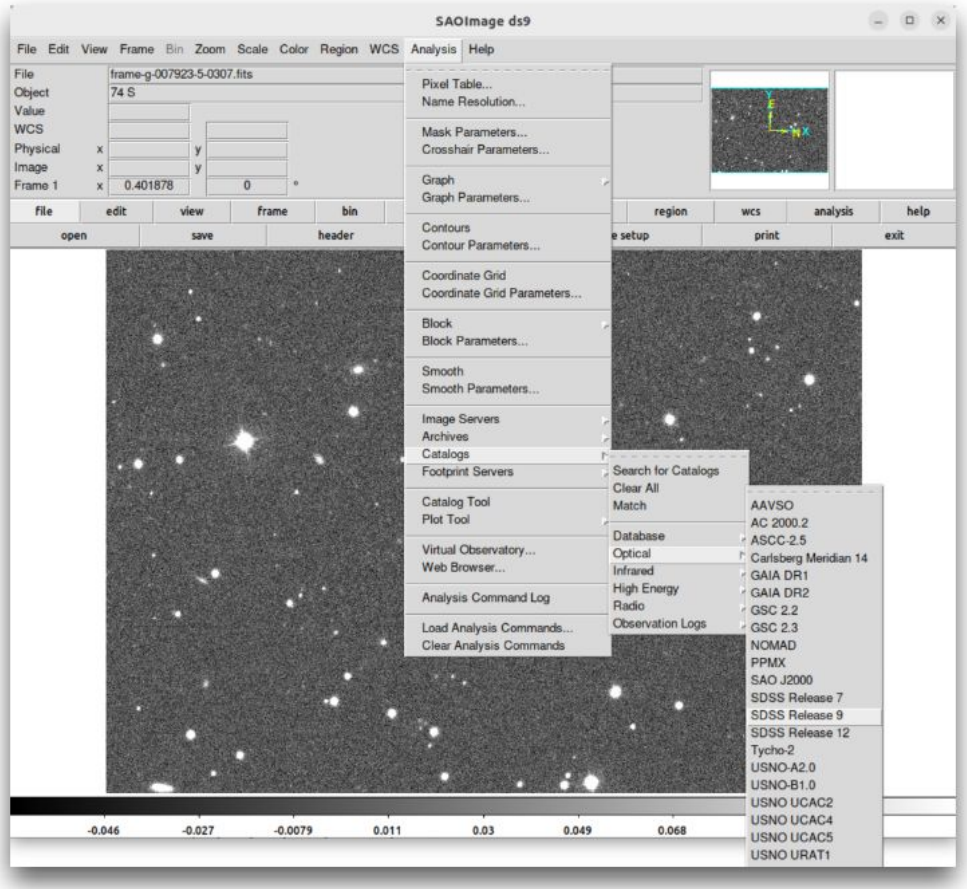
Applicazione di riferimento per l'analisi e la visualizzazione di immagini astronomiche in formato FITS.

Funzionalità Chiave:

- **WCS & Coordinate:** Allineamento astrometrico avanzato.
- **Cataloghi Celesti:** Integrazione diretta (GAIA, SDSS, USNO).
- **Strumenti Analisi:** Mappe di contorno, profili e fotometria.

LINK UFFICIALE / DOWNLOAD:

https://sites.google.com/cfa.harvard.edu/saoimageds9



fotometria

Tempo e luogo: mezzo interstellare, atmosfera terrestre, ottiche telescopio, filtri, rivelatore.

Segnale= $F(\lambda)(1-e)\,R(\lambda)\,A(\lambda)\,T(\lambda)\,Q(\lambda)$

$F(\lambda)$ flusso della stella
e frazione che viene oscurata dagli specchi
$R(\lambda)$ riflettività degli specchi
$A(\lambda)$ assorbimento atmosferico
$T(\lambda)$ trasmissione del filtro
$Q(\lambda)$ detector quantum efficency

Filtri $T(\lambda)$

Non esistono strumenti in grado di misurare l'intero spettro di energia

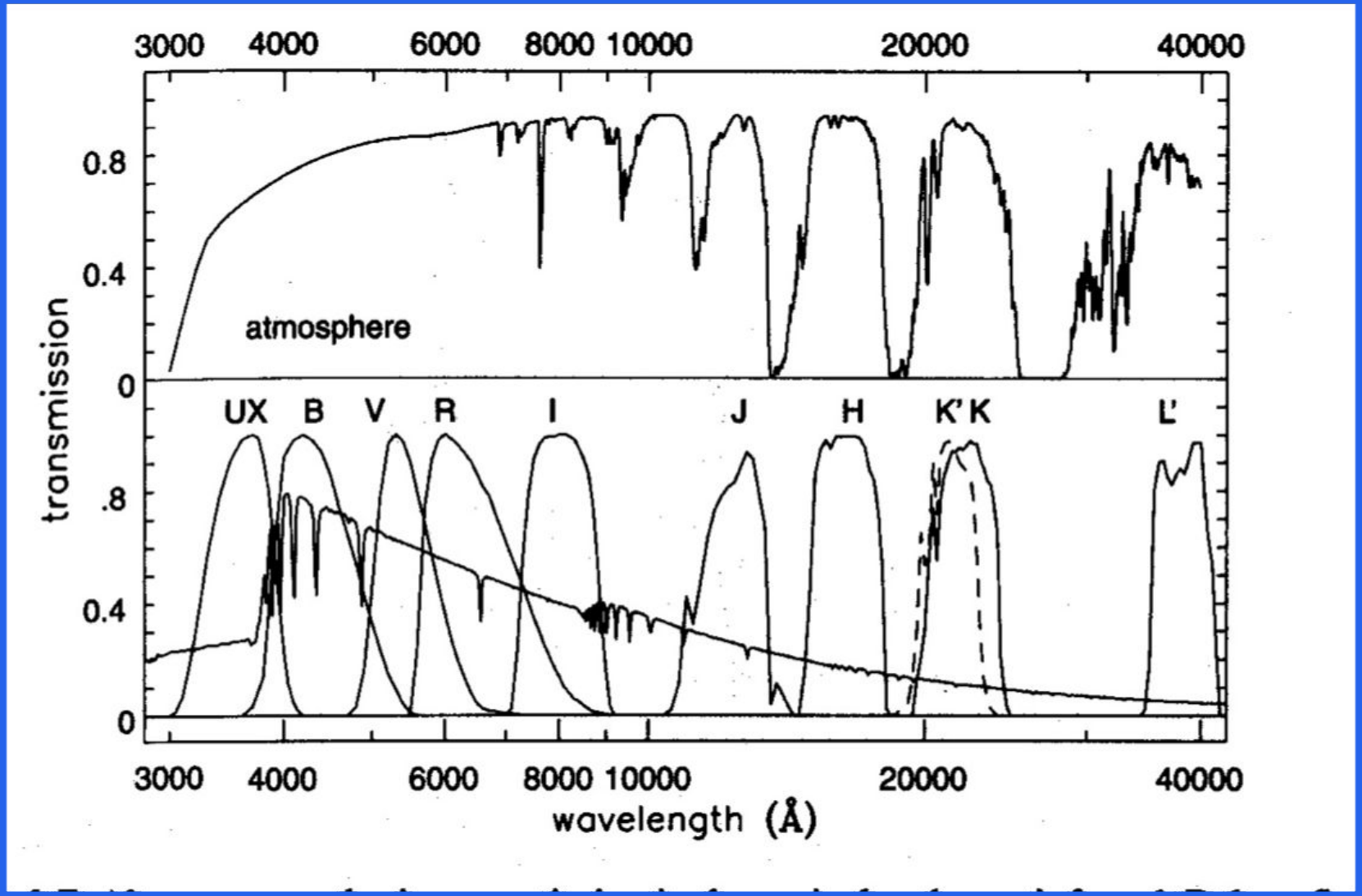
Si misura il flusso proveniente da un oggetto attraverso *Filtri*

Questi sono caratterizzati da una certa lunghezza d'onda centrale (λ_{max}) e coprono un ben definito intervallo di lunghezze d'onda ($\lambda_2 - \lambda_1$).

Filtri larghezza $\Delta\lambda/\lambda$

Stretti	<0.02	$\Delta\lambda$ ~ 0-100 Å
Intermedi	0.02-0.1	$\Delta\lambda$ ~ 200-300 Å
Larghi	>0.1	$\Delta\lambda$ ~ 1000 Å

Sistema fotometrico



Sistema fotometrico

- **“Johnson“: *U, B, V, R, I (J, H, K)***
  Johnson H.L. & Morgan W.W. (1953, ApJ 117, 486)

- **“Cousins“: *Rc, Ic***
  Kron-Cousins (Cousins 1974, MNASSA 33, 149)

- **“Bessell“: *U, B, V, Rc, Ic, J, H, K, L, M, N***
  Bessel (1979, PASP 91, 589; 1990, PASP 102, 1181);
  Bessell & Brett (1988, PASP 100, 1134); Bessel et al. (1998, A&A 333, 231)

- **“Washington”: *C, M, T1, T2***
  Canterna (1976); Geisler (1996); Bessel (2001)

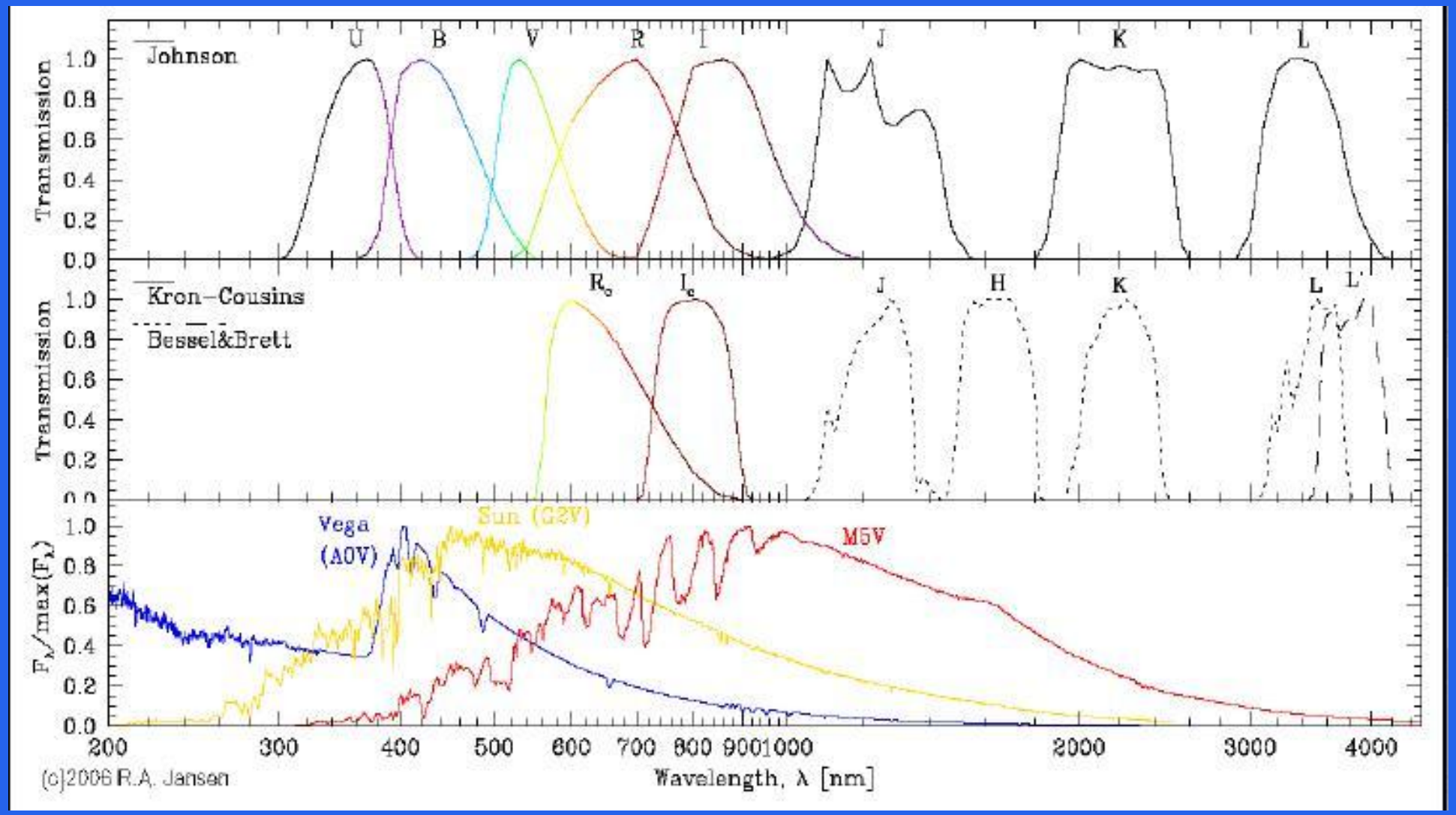
- **“Vilnius”: *U, P, X, Y , Z, V, S***
  Straizys et al. (1966); Straizys & Zdanavicius (1970)

- **“Gunn“: *u, g, r (i, z)***
  Thuan & Gunn (1976, PASP 88, 543); Wade et al. (1979, PASP, 91, 35);
  Schneider et al. (1983, ApJ, 264, 337); Schild (1984, ApJ, 286, 450)

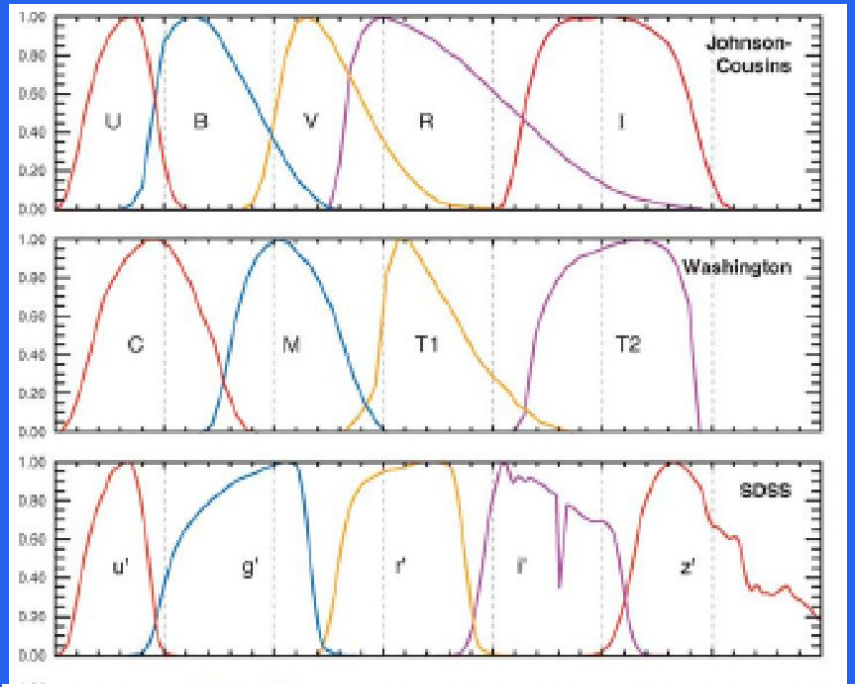
- **“sdss“: Sloan Digital Sky Survey (“SDSS”): *u0, g0, r0, i0, z0***

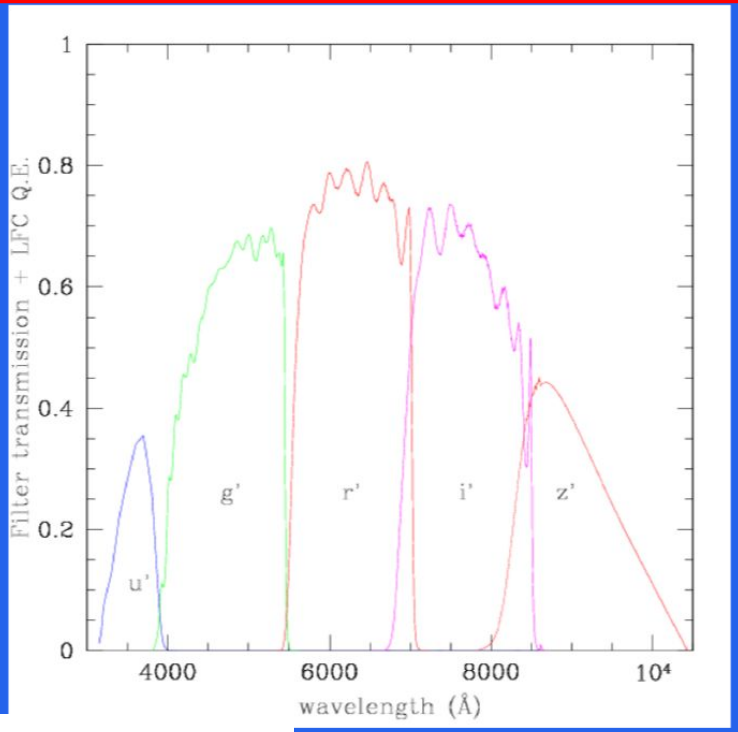
- **“HST“: Hubble Space Telescope:** http://archive.stsci.edu/hst/filterlist.html

Sistema fotometrico

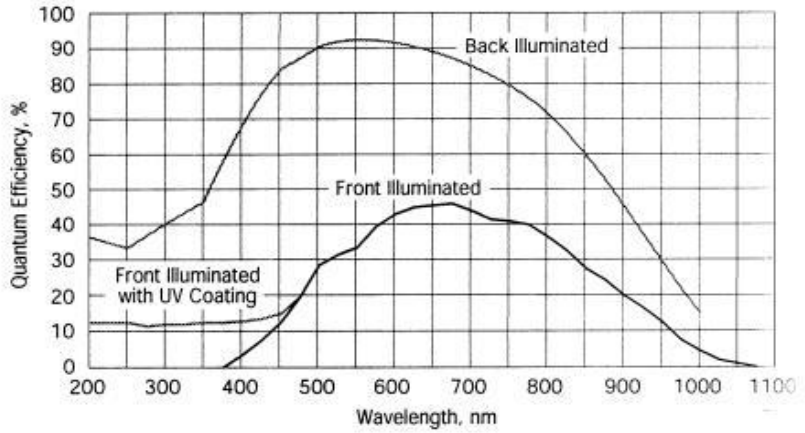


Sistema fotometrico





- **Exceptionally high quantum efficiency with the 1300EB back illuminated CCD**
- **Lowest read noise**
- **MPP for low dark charge**
- **Large field of view**



$Q(\lambda)$

Riduzione Fotometrica dei Dati CCD

Trasforma le immagini grezze (raw) in dati scientifici, rimuovendo i difetti strumentali e calibrando il segnale

Calibrazione Strumentale

FASE DI PRE-PROCESSING

Bisogna eliminare il "rumore" introdotto dal sensore CCD e dall'ottica del telescopio.

FRAME DI CALIBRAZIONE:

- **Master Bias:** segnale elettrico di fondo
- **Master Dark:** corrente termica del sensore
- **Master Flat:** sensibilità e vignettatura

Tecniche di Fotometria

MISURAZIONE DEI FLUSSI

Misurazione dei flussi strumentali

METODI PRINCIPALI:

- **Apertura:** conteggio entro un raggio fisso
- **PSF Fitting:** per campi stellari affollati
- **Fondo Cielo:** stima e sottrazione del background

Calibrazione Standard

ASSOLUTA VS RELATIVA

Conversione dei flussi strumentali in magnitudini fotometriche standard

APPROCCI DI CALIBRAZIONE:

- **Assoluta:** confronto con stelle standard note
- **Relativa:** confronto con stelle del medesimo campo
- **Estinzione:** correzione atmosferica

1. Calibrazione Strumentale (Pre-processing)

MASTER BIAS

Bias

Cosa corregge:

Il segnale elettronico di base (offset) presente sul sensore anche con esposizione zero.

Come si ottiene:

Scatti con otturatore chiuso e il minor tempo di esposizione possibile.

Operazione:

Viene *sottratto* dall'immagine grezza.

MASTER DARK

Dark

Cosa corregge:

La corrente termica (elettroni generati dal calore del sensore, non dalla luce).

Come si ottiene:

Scatti con otturatore chiuso, stesso tempo e temperatura della scienza.

Operazione:

Viene *sottratto* (dopo il bias) dall'immagine grezza.

MASTER FLAT

Flat Field

Cosa corregge:

Variazioni di sensibilità pixel, vignettatura dell'ottica e polvere.

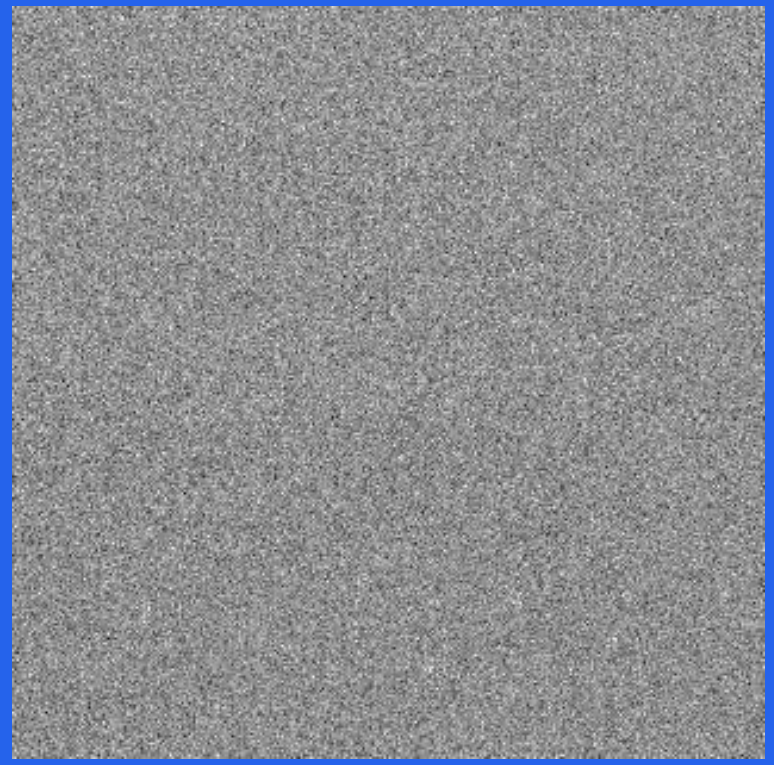
Come si ottiene:

Scatti a un campo uniformemente illuminato (crepuscolo o pannello).

Operazione:

L'immagine scientifica viene *divisa* per il Master Flat.

Pre-riduzione: master_bias



Cosa corregge:
livello elettronico del CCD

Come si ottiene:
Si ottiene con un'esposizione con otturatore chiuso

Tipicamente 10 bias da mediare

Operazione:
Master Bias si sottrae ad ogni Immagine

$$ImaB = Ima^{(*)} - bias$$

(*) Ima=immagine

Pre-riduzione: Dark Frame

Cosa corregge:

Corrente Termica

Elimina gli elettroni generati spontaneamente dal calore del sensore CCD/CMOS, indipendentemente dalla luce ricevuta.

Come si ottiene:

Scatti al Buio

Acquisizione con **otturatore chiuso**, replicando esattamente il medesimo tempo di esposizione e temperatura delle immagini scientifiche.

Operazione:

Sottrazione

Il Master Dark viene ***sottratto*** dall'immagine grezza (immediatamente dopo la correzione del Bias).

Sequenza di Calibrazione

Immagine Grezza ➔ - Master Bias ➔ - Master Dark

Pre-riduzione: master_flat

Cosa corregge:

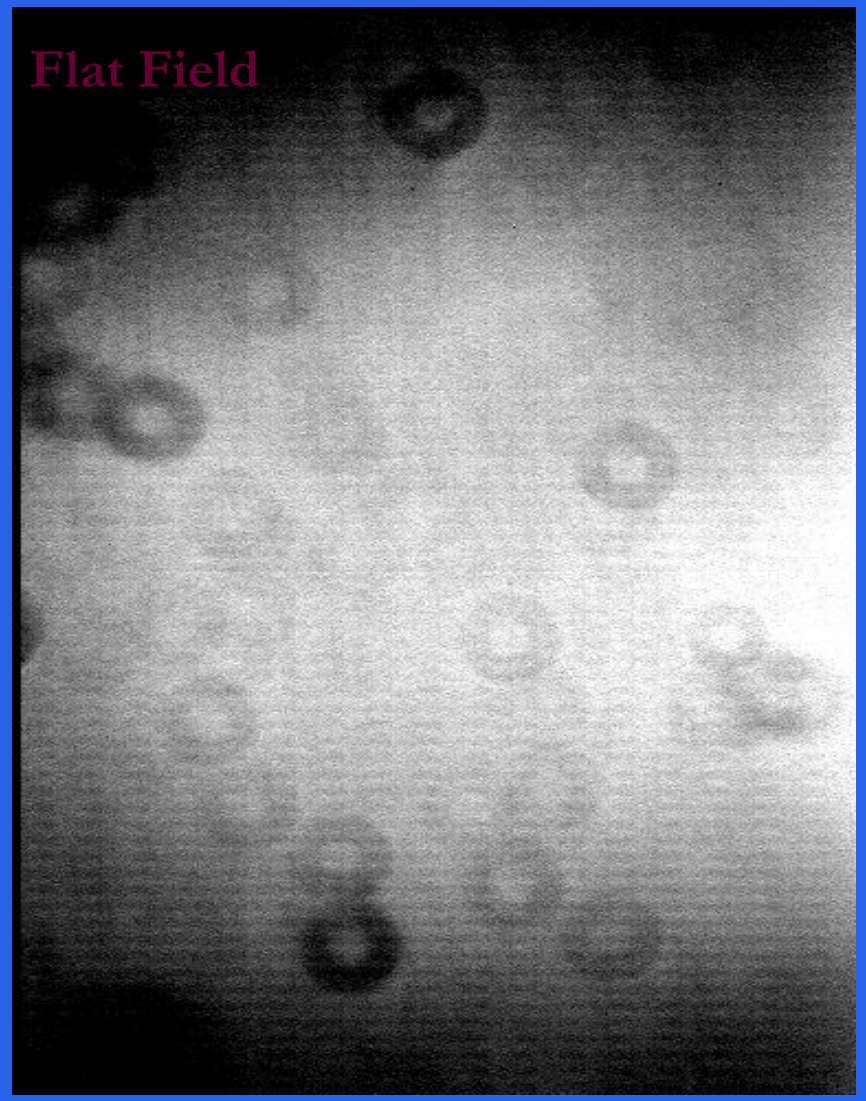
Serve a rivelare e rimuovere gli effetti della non uniforme risposta dei pixel colpiti da luce

Come si ottiene:

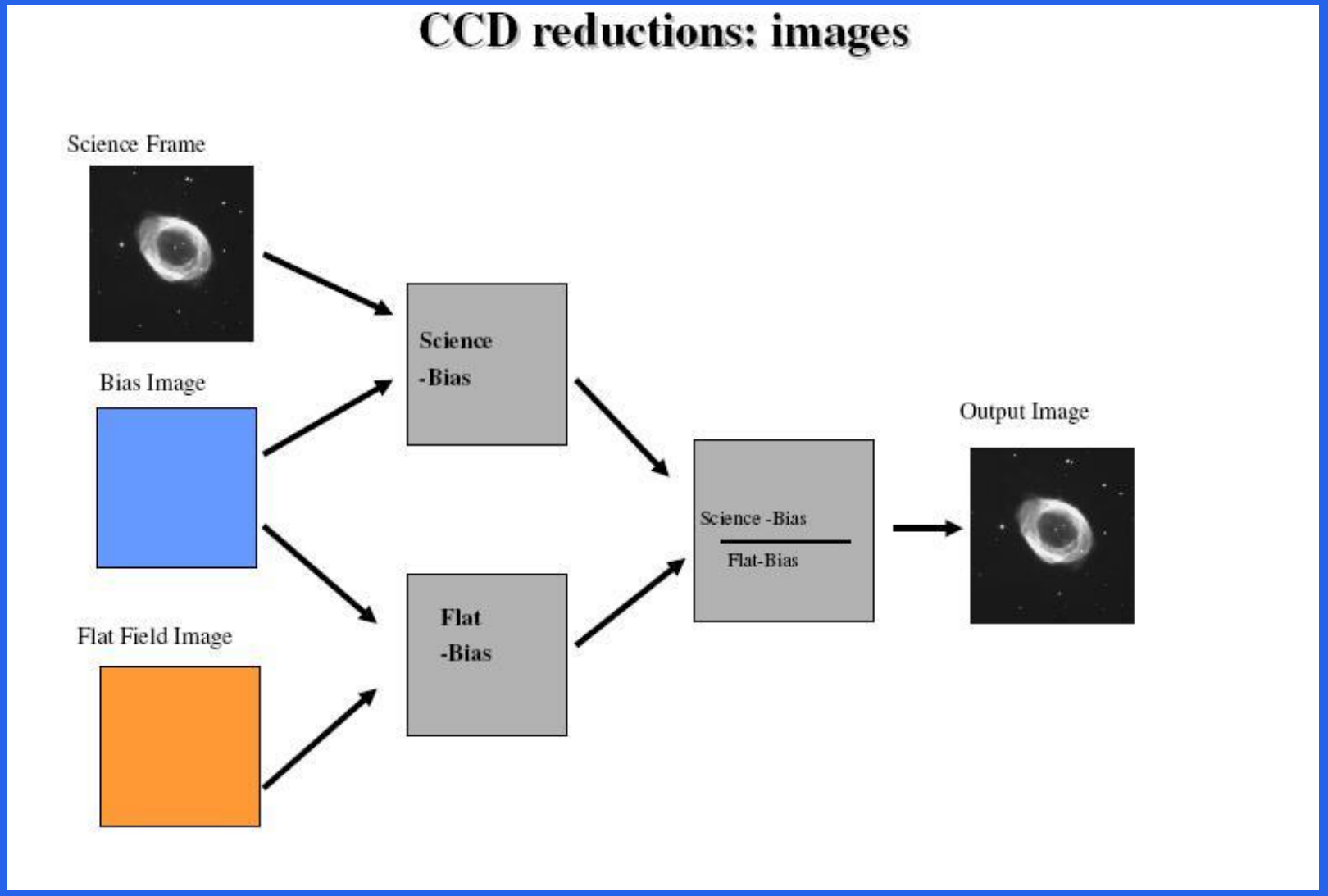
- dome: ottenuti con cupola chiusa, luci accese unifomemente illuminato
- sky flat: ottenuti osservando in una zona di cielo senza stelle e al tramonto o all'alba

10 flat-field da mediare per creare
Master flat

Per le **immagini** DEVE essere normalizzato per il valore medio dei conteggi del frame flat-bias



Fotometria: Schema Operazioni



raggi cosmici

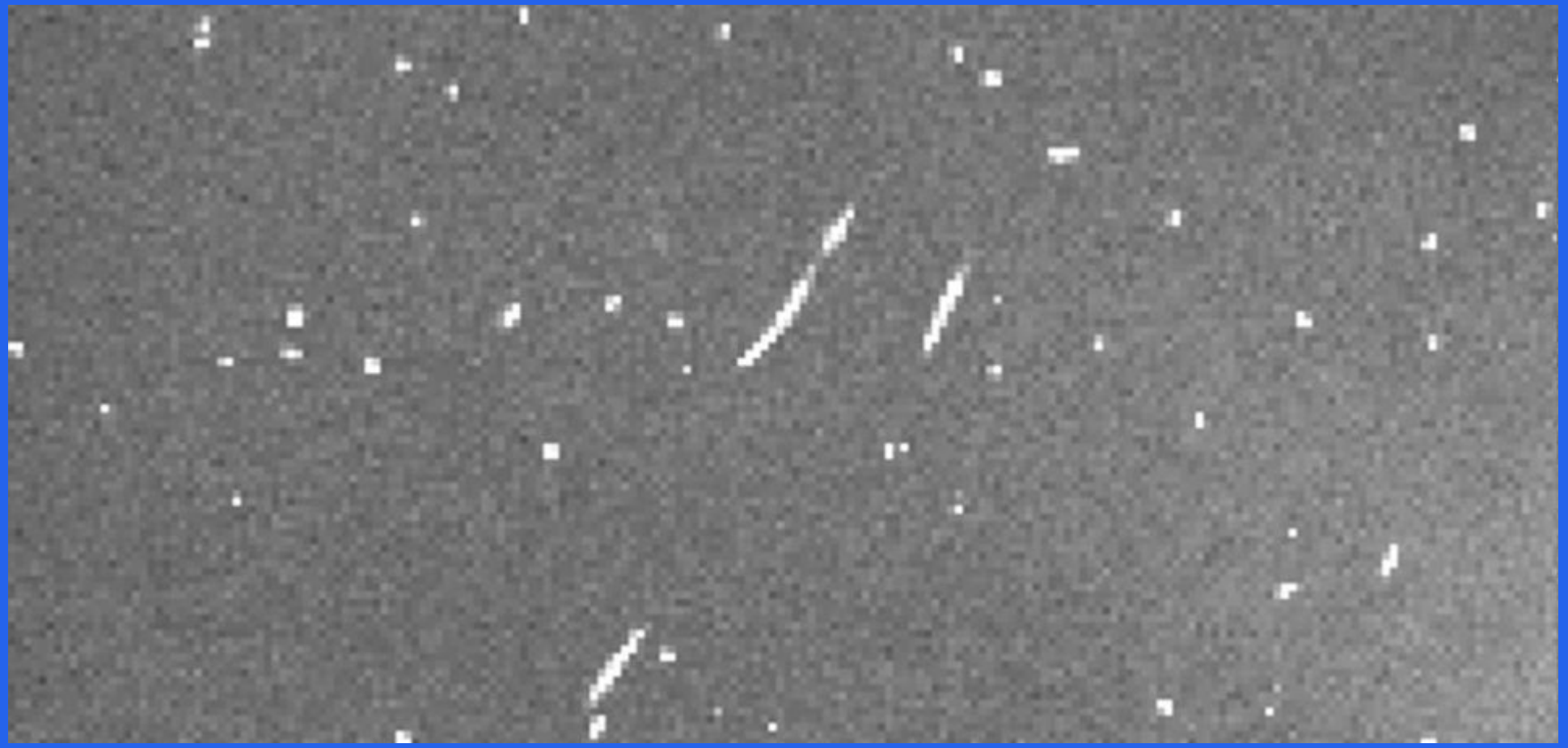


Image credit: NASA and ESA

Come Misurare la Magnitudine

Tecnica 01

Fotometria d'Apertura

Somma del segnale contenuto in un'apertura circolare attorno alla sorgente, sottratto del fondo cielo circostante.

Ideale Per

Stelle isolate & campi poco affollati

Tecnica 02

Fit PSF (Point Spread Function)

Modellizzazione matematica del profilo di risposta della risposta puntiforme per modellare e separare sorgenti sovrapposte.

Ideale Per

Campi stellari molto affollati (es. ammassi)

Tecnica 03

Profilo di Brillanza

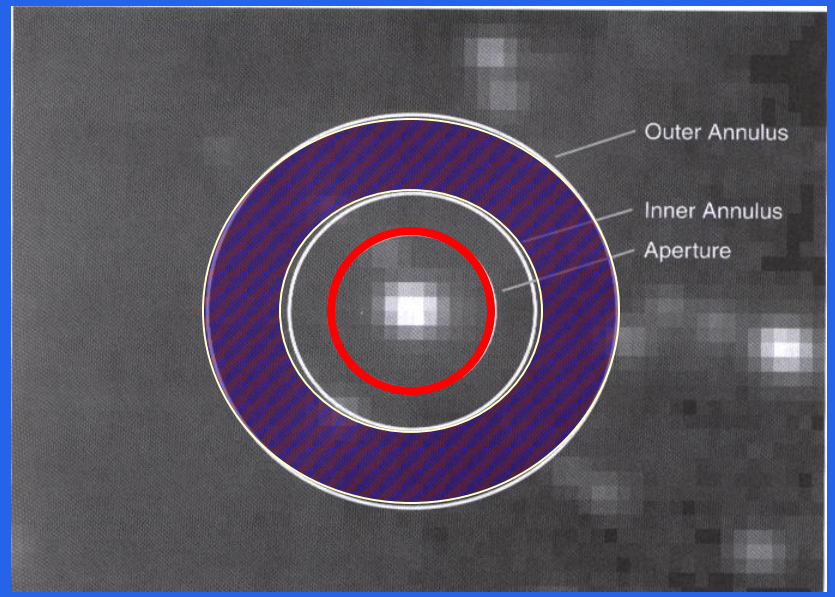
Analisi della distribuzione spaziale della luce superficiale in funzione della distanza dal centro dell'oggetto esteso.

Ideale Per

Oggetti estesi (Galassie, Nebulose)

Fotometria di apertura

- Base: integrare tutti conteggi vicini al centro della stella



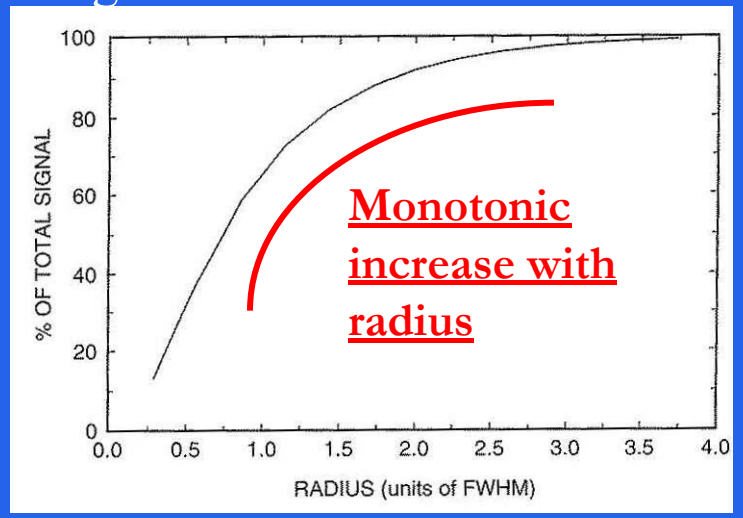
- Determinare il centro (x_0, y_0) della stella
- Integrare i conteggi (N_{ap}) con una misura di apertura centrata a (x_0, y_0), con un'area = A_{ap}
- Stimare il segnale di fondo cielo per pixel S_{sky} usando un anello (mediana o
- moda), con un'area = A_{sky} (≈per esempio $3A_{ap}$)

- Calcolare la magnitudine strumentale

Fotometria di apertura

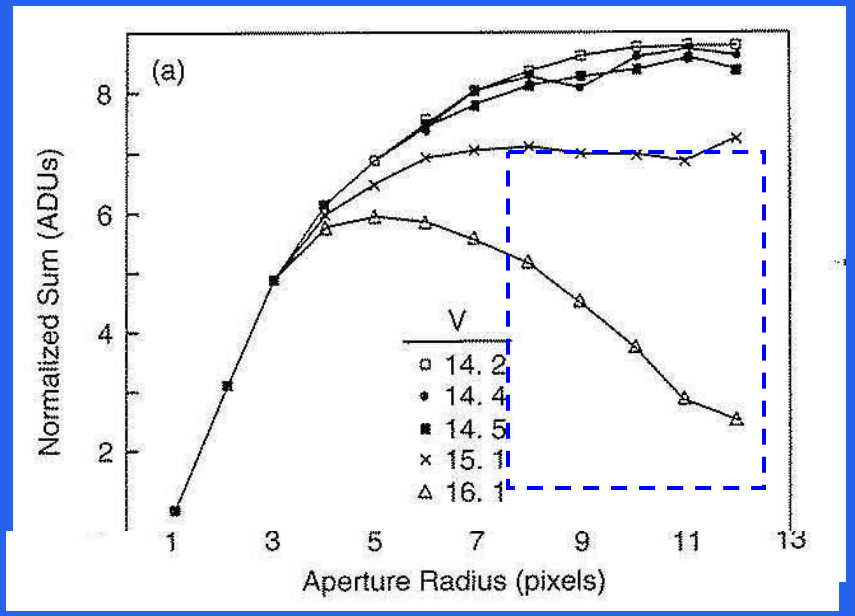
- **Quali dovrebbero essere le dimensioni dell'apertura?**

- Una grande apertura permette di includere molto segnale



- D'altra parte, rapporto S / N di osservazione varia con le dimensioni dell'apertura a causa del contributo di fondo cielo

esempio curve di crescita per cinque stelle in un singolo frame CCD

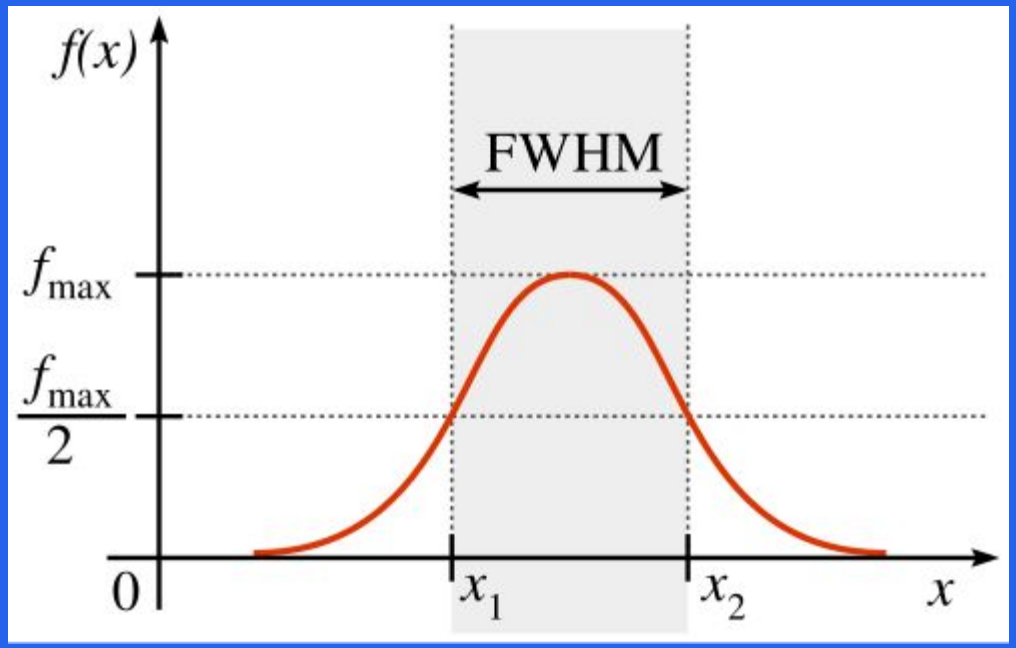


S.B.Howell, Handbook of CCD Astronomy

FWHM (Full Width at Half Maximum)

Cos'è la FWHM?

- **Definizione:** Larghezza a mezza altezza del profilo di luminosità di una stella.
- **Misura del Seeing:** Indica la qualità dell'immagine astronomica e la nitidezza della stella.
- **Parametro Chiave:** Utilizzata in fotometria per definire la dimensione ottimale dell'apertura.



Wikipedia

Fotometria PSF (Point Spread Function)

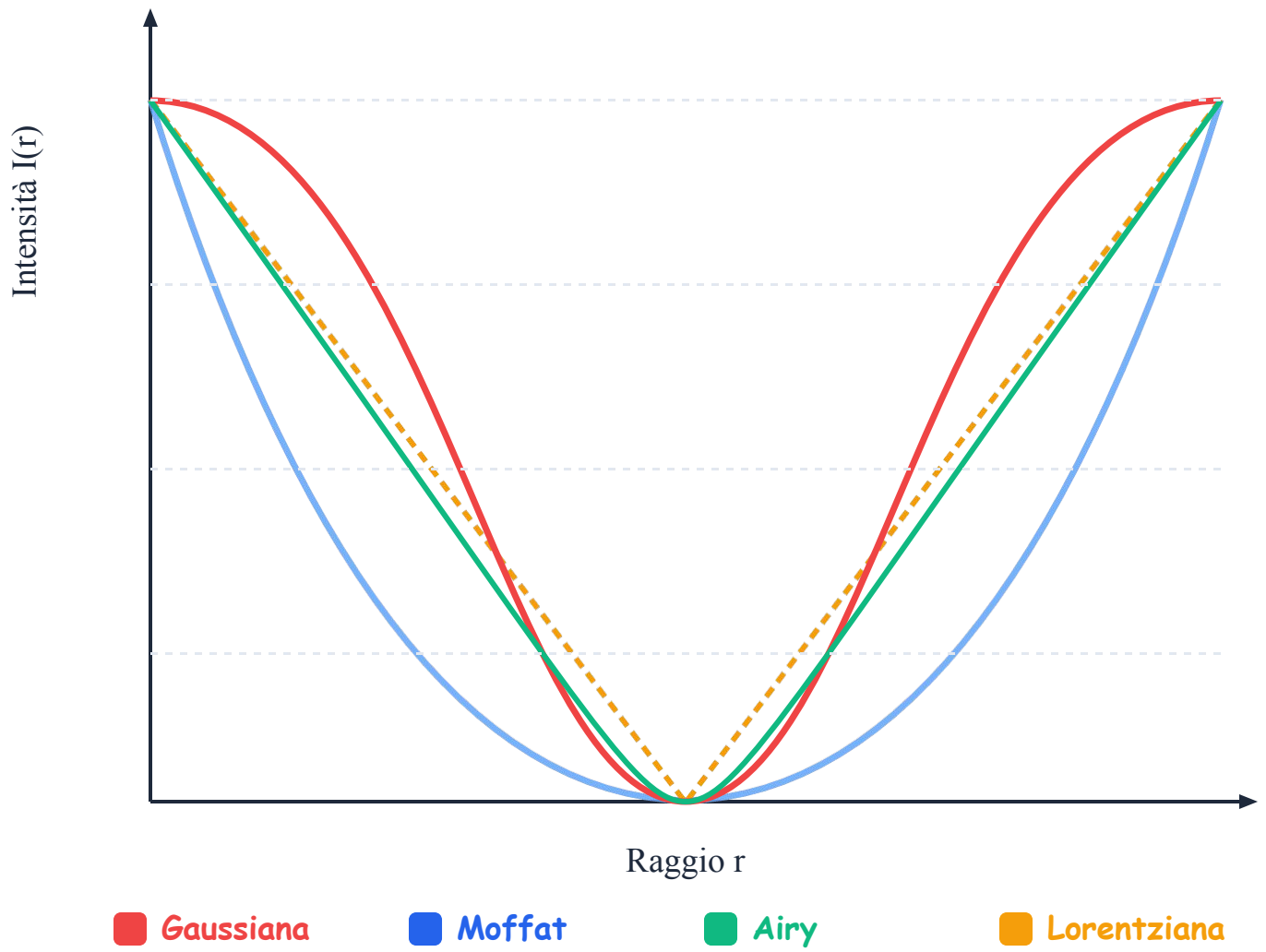
1. Profilo della Stella Isolata

Si modella matematicamente il profilo di luce di una stella isolata (la PSF).

2. Fit su Tutto il Campo

Questo modello viene applicato e "adattato" (con un fit) a tutte le stelle del campo.

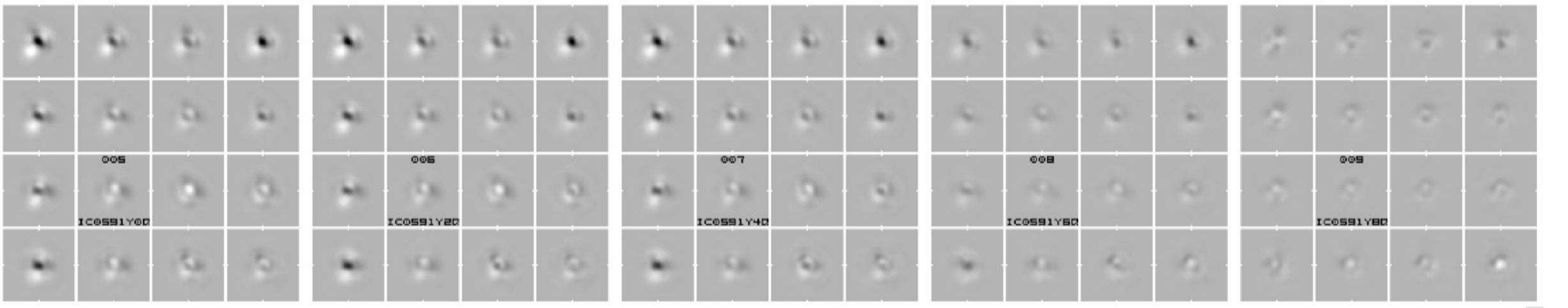
Point Spread Function (PSF)



Modelli di PSF

- **Gaussiana:**
  Approssimazione teorica ideale per l'effetto atmosferico puro.
- **Moffat:**
  Descrive meglio le ali estese delle stelle causate dalla turbolenza atmosferica (seeing).
- **Profilo di Airy:**
  Modello di diffrazione teorico per telescopi a pupilla circolare senza atmosfera.
- **Lorentziana:**
  Utilizzata per descrivere processi con dispersione accentuata e code larghe.

Analisi dei residui (PSF)



J. Anderson, L. R. Bedin

doi10.1093/mnras/stx1278

Fotometria

- “pulizia”: bias, Flat-field
- magnitudine strumentale
- magnitudine calibrata

  Standard fotometriche … ripetute se voglio anche l’estinzione

Calibrazione Standard (Fotometria Assoluta vs Relativa)

Assoluta

Come funziona:

Si confrontano i dati con **stelle standard di calibrazione** (es. catalogo Landolt) osservate a diverse altezze nel cielo durante la notte.

Quando si usa:

Per determinare la magnitudine reale e i colori intrinseci di un oggetto. Richiede notti perfettamente fotometriche (senza velature).

Consente inoltre di correggere l'**estinzione atmosferica** (l'assorbimento della luce da parte dell'atmosfera terrestre, che aumenta quanto più l'oggetto è basso all'orizzonte).

Relativa (o Differenziale)

Come funziona:

Si confronta la stella target con una o più stelle di confronto (fisse e non variabili) presenti nello **stesso campo visivo**.

Quando si usa:

Per curve di luce di pianeti extrasolari, stelle variabili, asteroidi. Non richiede condizioni meteo perfette.

Calibrazione fotometrica

Un esempio (per il sistema di Johnson-Cousins):

UBVRI PHOTOMETRIC STANDARD STARS IN THE MAGNITUDE RANGE $11.5 < V < 16.0$ AROUND THE CELESTIAL EQUATOR[1]

ARLO U. LANDOLT[2]

Louisiana State University Observatory, Baton Rouge, Louisiana 70803-4001

Received 7 January 1992; revised 6 March 1992

ABSTRACT

UBVRI photoelectric observations have been made on the Johnson–Kron–Cousins photometric system of 526 stars centered on the celestial equator. The program stars within a 298 number subset have sufficient measures so that they are capable of providing, for telescopes of intermediate and large size in both hemispheres, an internally consistent homogeneous broadband standard photometric system around the sky. The stars average 29 measures each on 19 nights. The majority of the stars in this paper fall in the magnitude range $11.5 < V < 16.0$, and in the color range $-0.3 < (B-V) < +2.3$.

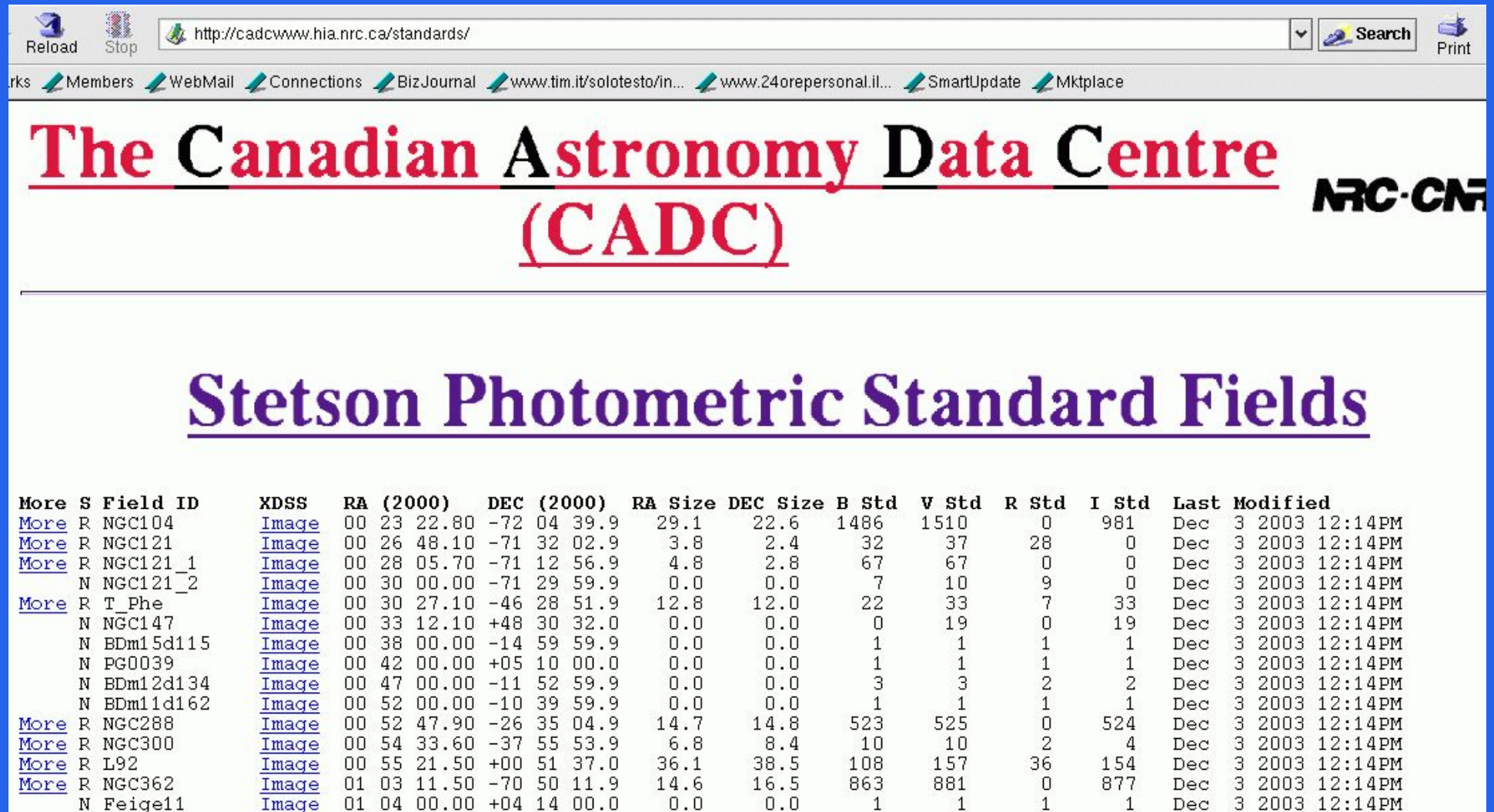
Landolt, 1983, AJ, 88, 439

Landolt, 1992, AJ, 104, 340

Molte delle stelle standard di Landolt sono troppo brillanti per i moderni CCDs.

Meglio usare l'estensione del catalogo di Peter Stetson:

http://cadcwww.hia.nrc.ca/standards



Reload Stop http://cadcwww.hia.nrc.ca/standards/ Search Print

rks Members WebMail Connections BizJournal www.tim.it/solotesto/in... www.24orepersonal.il... SmartUpdate Mktplace

The Canadian Astronomy Data Centre (CADC)

NRC·CNR

Stetson Photometric Standard Fields

More	S	Field ID	XDSS	RA (2000)	DEC (2000)	RA Size	DEC Size	B Std	V Std	R Std	I Std	Last Modified
More	R	NGC104	Image	00 23 22.80	-72 04 39.9	29.1	22.6	1486	1510	0	981	Dec 3 2003 12:14PM
More	R	NGC121	Image	00 26 48.10	-71 32 02.9	3.8	2.4	32	37	28	0	Dec 3 2003 12:14PM
More	R	NGC121_1	Image	00 28 05.70	-71 12 56.9	4.8	2.8	67	67	0	0	Dec 3 2003 12:14PM
	N	NGC121_2	Image	00 30 00.00	-71 29 59.9	0.0	0.0	7	10	9	0	Dec 3 2003 12:14PM
More	R	T_Phe	Image	00 30 27.10	-46 28 51.9	12.8	12.0	22	33	7	33	Dec 3 2003 12:14PM
	N	NGC147	Image	00 33 12.10	+48 30 32.0	0.0	0.0	0	19	0	19	Dec 3 2003 12:14PM
	N	BDm15d115	Image	00 38 00.00	-14 59 59.9	0.0	0.0	1	1	1	1	Dec 3 2003 12:14PM
	N	PG0039	Image	00 42 00.00	+05 10 00.0	0.0	0.0	1	1	1	1	Dec 3 2003 12:14PM
	N	BDm12d134	Image	00 47 00.00	-11 52 59.9	0.0	0.0	3	3	2	2	Dec 3 2003 12:14PM
	N	BDm11d162	Image	00 52 00.00	-10 39 59.9	0.0	0.0	1	1	1	1	Dec 3 2003 12:14PM
More	R	NGC288	Image	00 52 47.90	-26 35 04.9	14.7	14.8	523	525	0	524	Dec 3 2003 12:14PM
More	R	NGC300	Image	00 54 33.60	-37 55 53.9	6.8	8.4	10	10	2	4	Dec 3 2003 12:14PM
More	R	L92	Image	00 55 21.50	+00 51 37.0	36.1	38.5	108	157	36	154	Dec 3 2003 12:14PM
More	R	NGC362	Image	01 03 11.50	-70 50 11.9	14.6	16.5	863	881	0	877	Dec 3 2003 12:14PM
	N	Feige11	Image	01 04 00.00	+04 14 00.0	0.0	0.0	1	1	1	1	Dec 3 2003 12:14PM

Calibrazione fotometrica

$$m = ZP + CT + m_s - k(\lambda)\, X$$

m: è la magnitudine calibrata

ZP: è il punto zero del sistema fotometrico; è la costante che aggiunta alla magnitudine strumentale la trasforma in una magnitudine calibrata.

CT: è il termine di colore

m_s: è la magnitudine strumentale

k: è la costante di estinzione atmosferica, dipende dalla lunghezza d'onda.

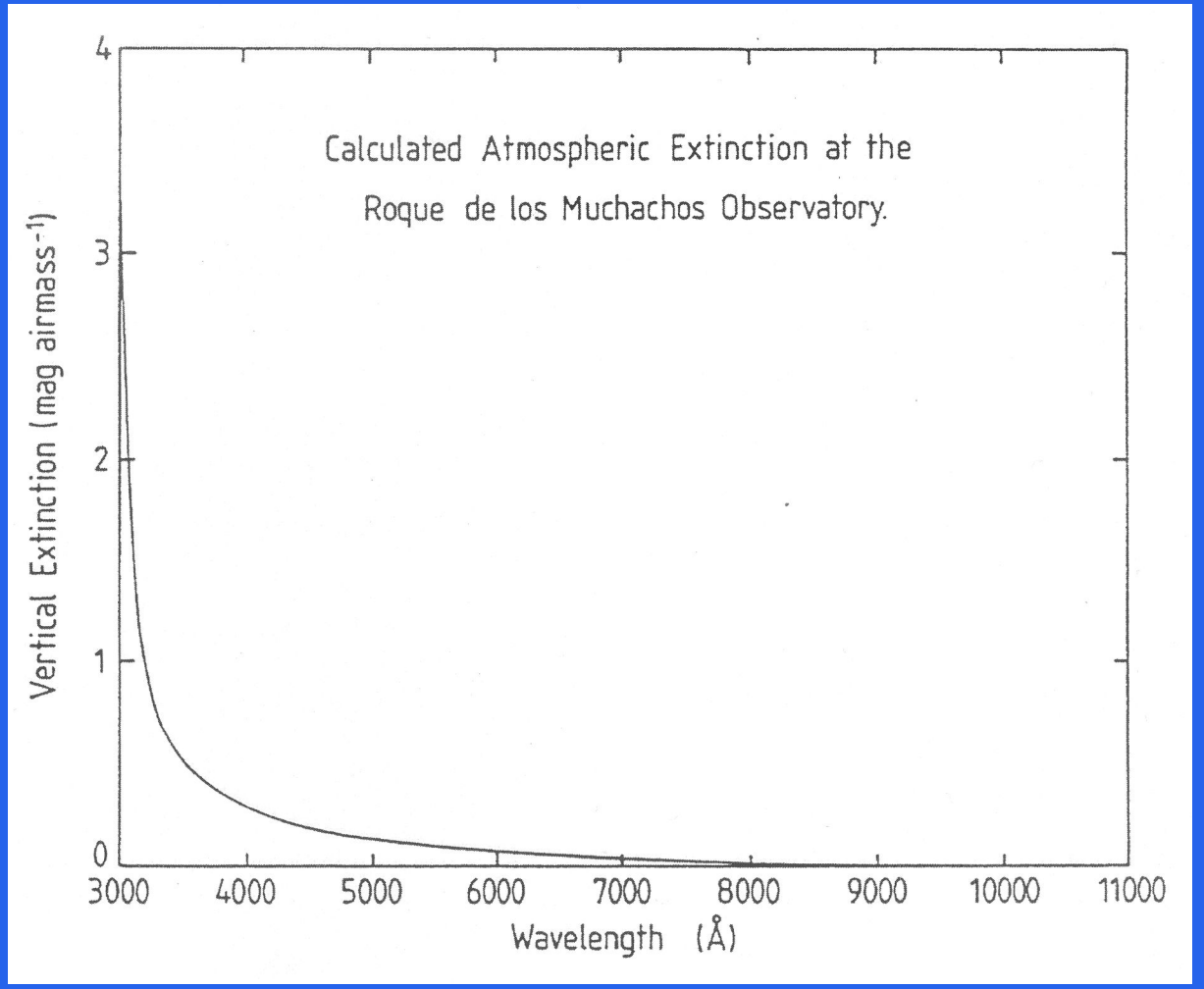
x: è il valore della massa d'aria, ossia $1/\cos z$, dove z è la distanza dell'oggetto dallo zenith.

Estinzione

$A(\lambda)$ Assorbimento del flusso proveniente dalla stella rispetto a quello che avrebbe fuori dall'atmosfera.

Estinzione dipende dalle condizioni atmosferiche e dal luogo di osservazione

Ha un valore più elevato per lunghezze d'onda minori e più basso per lunghezze d'onda maggiori.



Estinzione

- k ha una dipendenza colore:

$k\lambda = k\lambda' + k\lambda''(IC)$

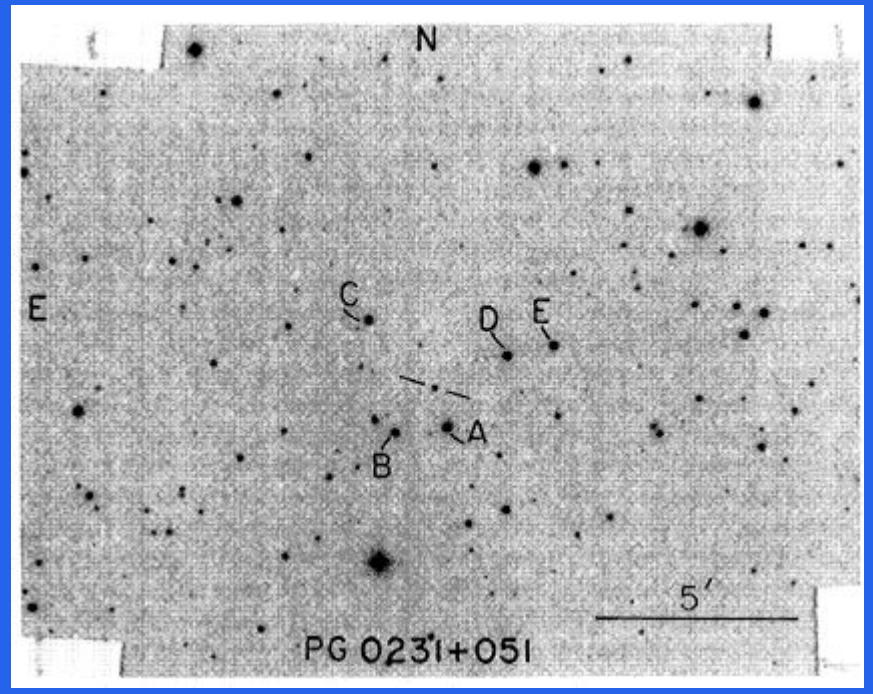
- ***k'*:** Dipende principalmente dall'atmosfera
- ***k"*:** dipende dalla configurazione strumentale (filtri (NON E' MONOCROMATICO), rivelatore, telescopio)
- **IC:** di solito *B-V*.

$k\lambda'$: coefficiente di estinzione del primo ordine
$k\lambda''$:secondario coefficiente del secondo ordine
IC: indice di colore

Coefficienti di estinzione possono essere determinati osservando campi di stelle standard
(con diversi indici di colore)

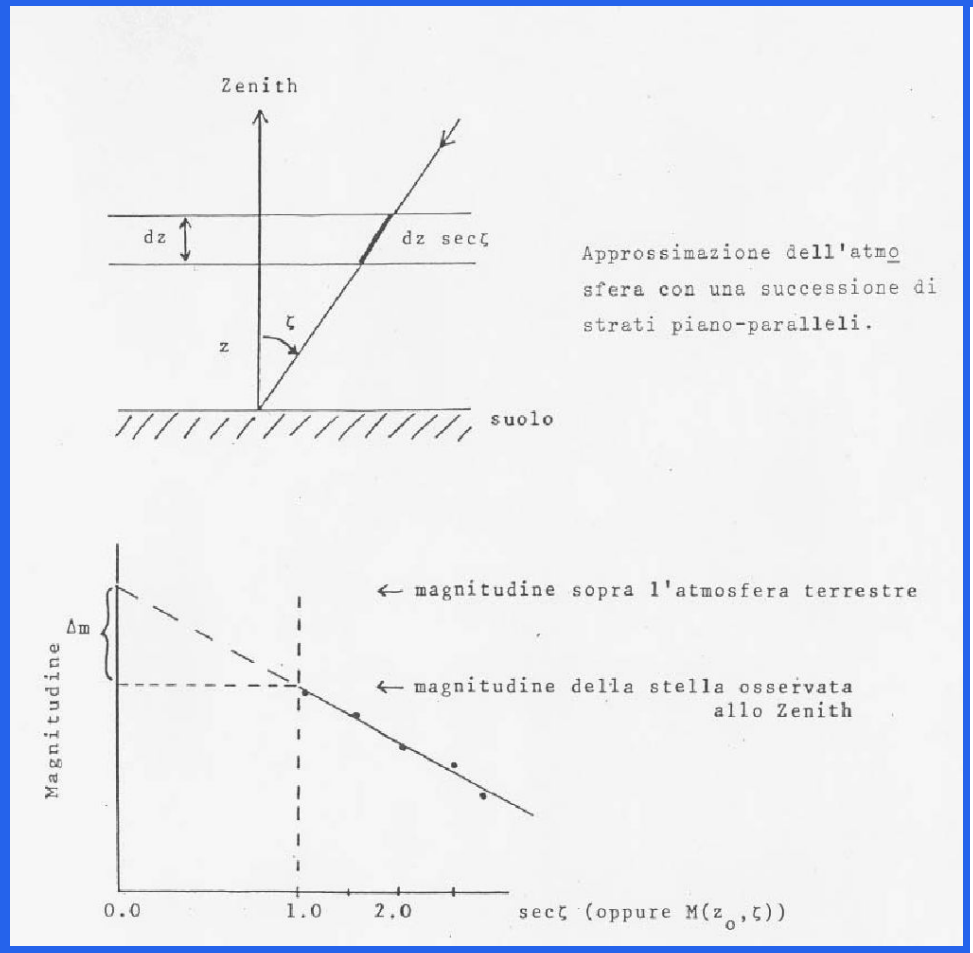
Calcolo anche ZP

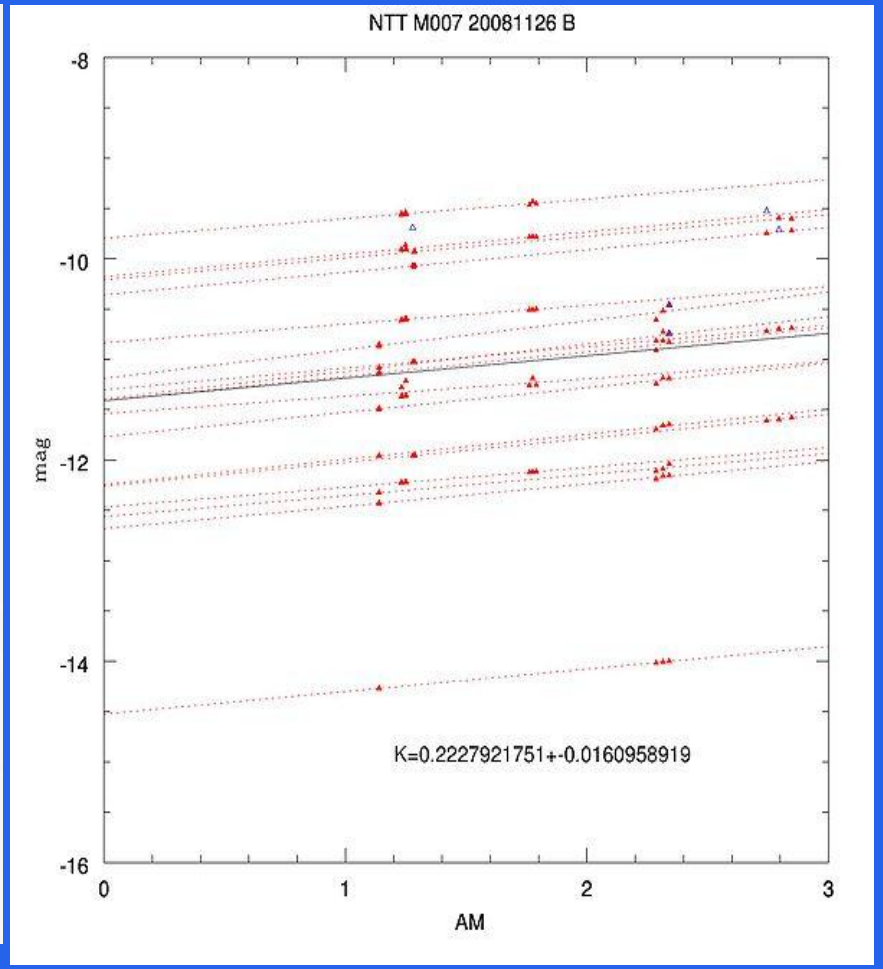
Minore tempo di osservazione



Estinzione

m (fuori atmosfera) = m(osservato) - k X



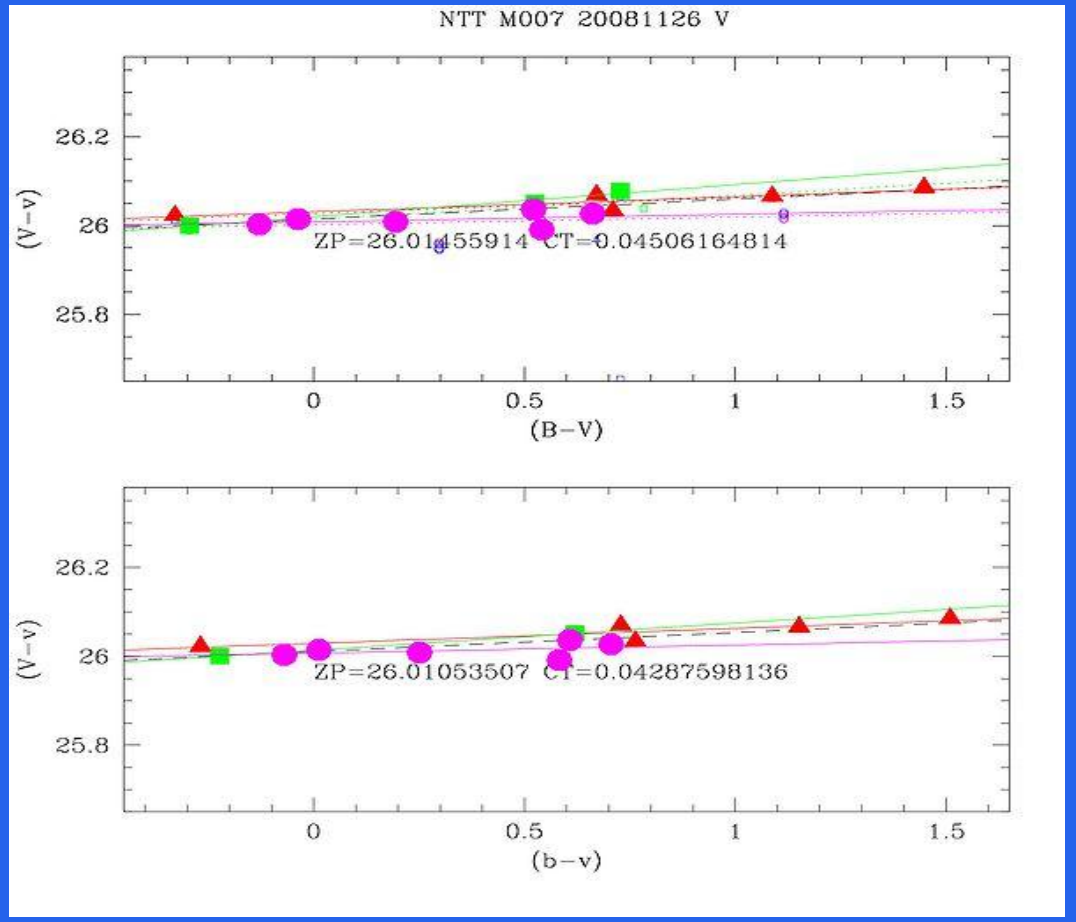


K Pendenza della retta di Bouguer

Equazioni di trasformazione

L'osservazione di sorgenti standard, permette di definire lo *Zero-Point*, (ZP) e *Color term* (CT)

MAGs=mag+ZP+CT(mag1-mag2)



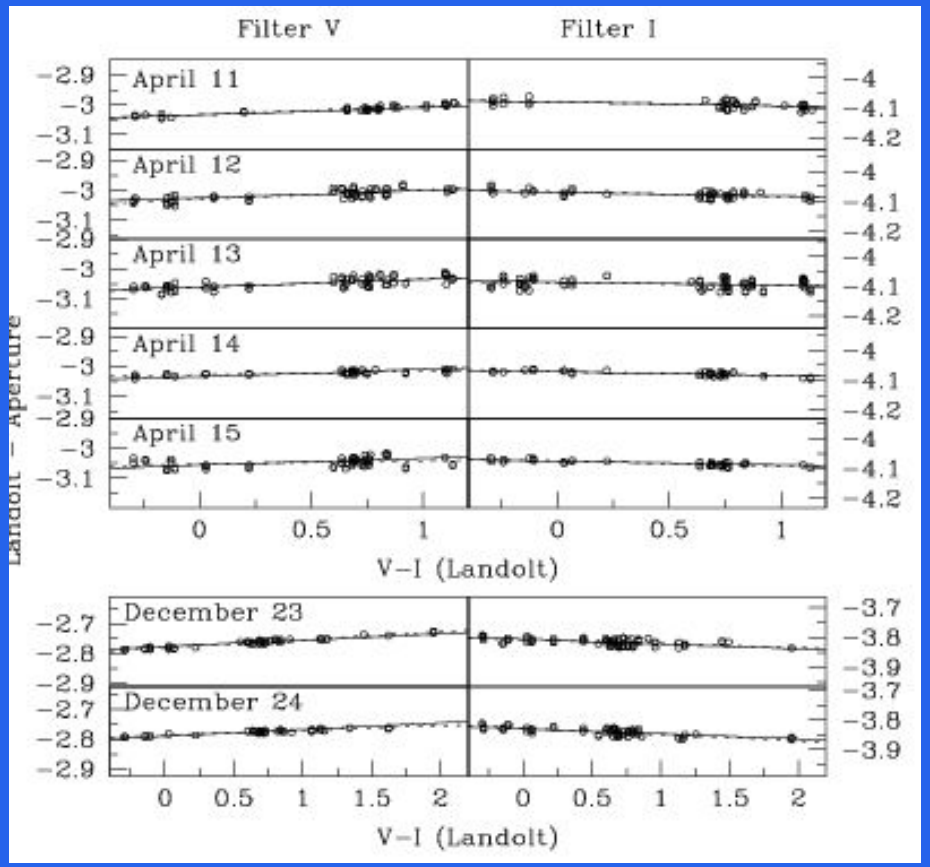
Passi per la calibrazione :

- Ottenere la fotometria di apertura delle stelle standard;
- Fare un fit dei dati delle stelle standard con una equazione del tipo:

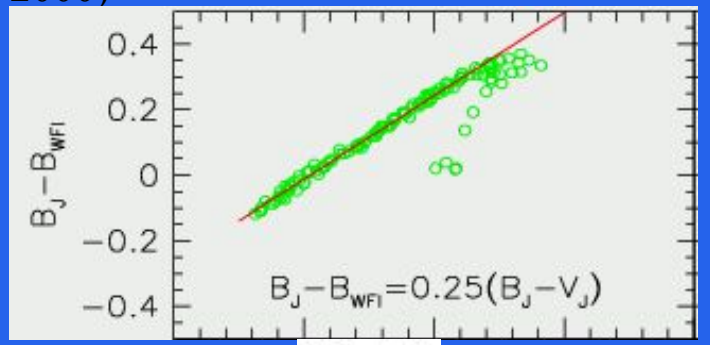
$$v = zp + V + k * X + ct * BV$$

$$v = V + a + b\,(B - V)$$

Esempio di una calibrazione nel sistema standard di Johnson-Cousins per il telescopio ESO-Dutch (da Rosenberg et al. 2000)



Altri esempi:



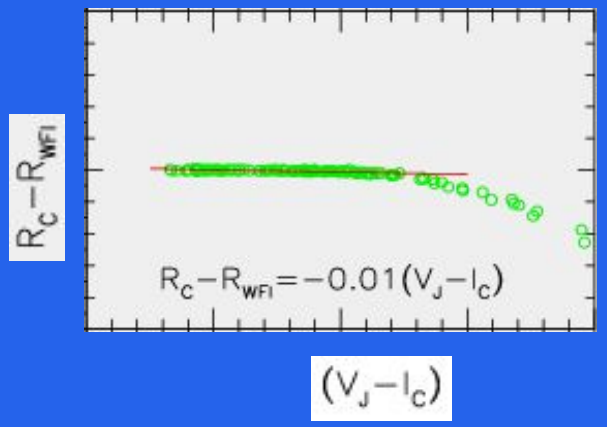


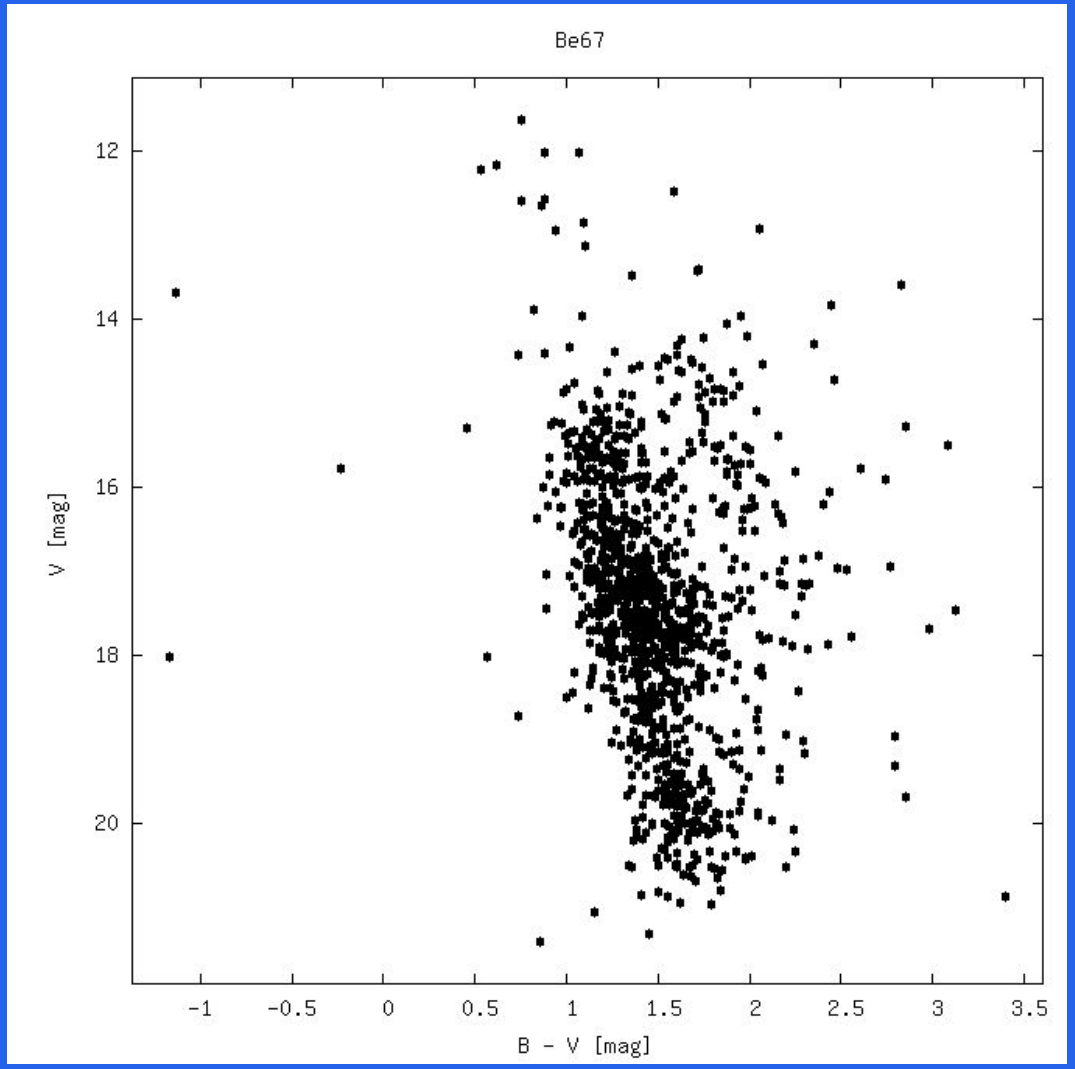
Diagramma colore magnitudine

Ammasso Aperto

pre-riduzione

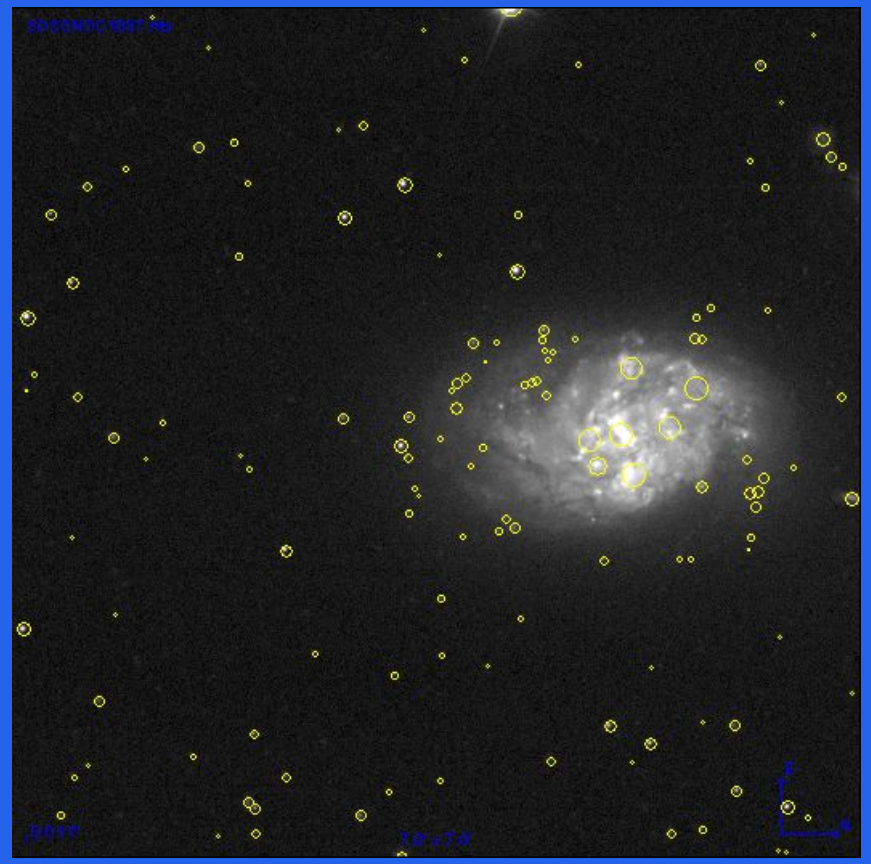
magnitudini
strumentali

“calibrazione”



Calibrazione relativa es. Aladin

Aladin:
https://aladin.cds.unistra.fr/java/nph-aladin.pl?frame=downloading



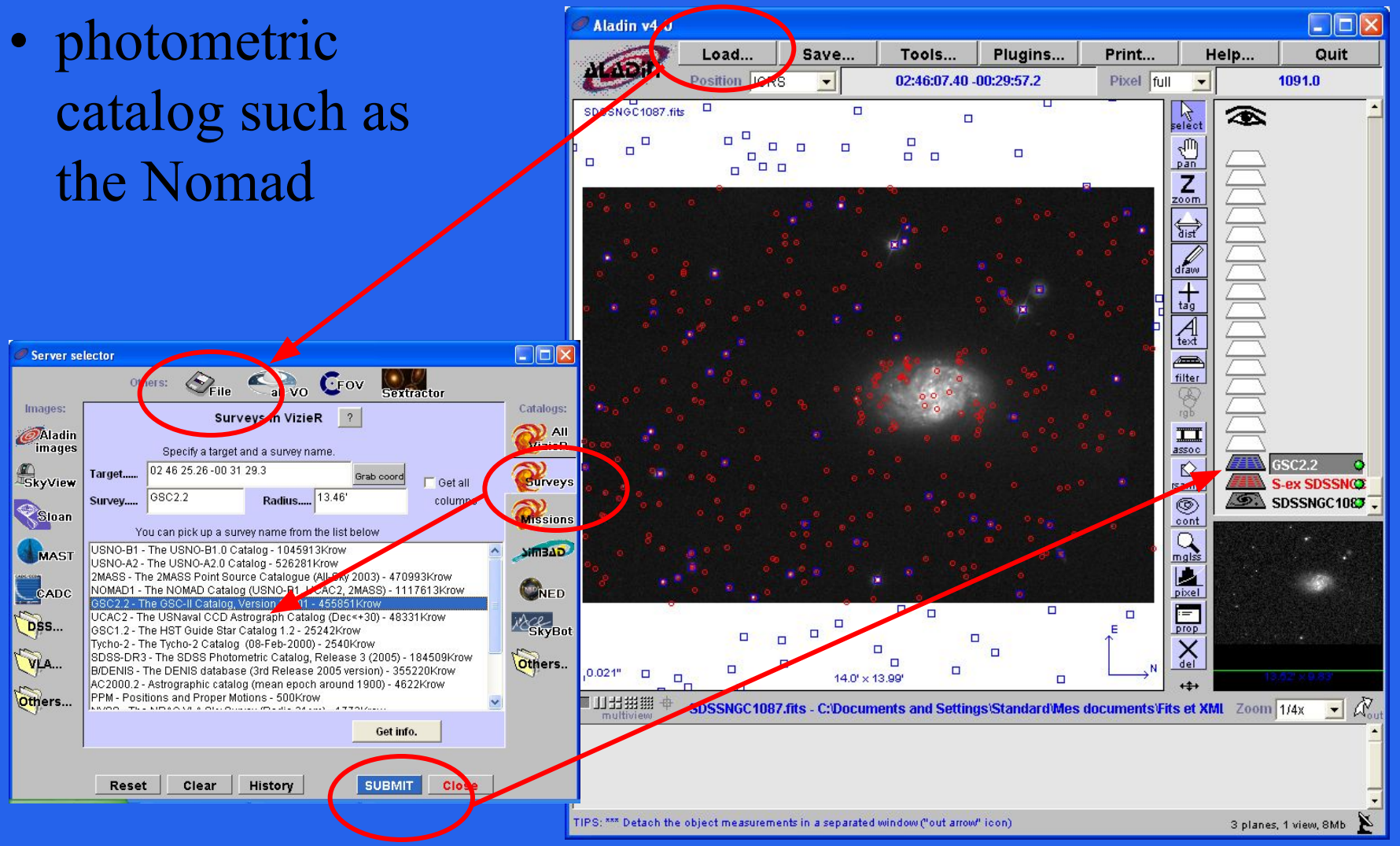
Aladin Java measurements frame

MAG_ISO: [mag] Isophotal magnitude

257	11.9750	0.0003	1116.922	1283.705	41.6644930	-0.5145958	0.0006533935	0.0005854
320	12.0837	0.0003	1577.378	1052.595	41.6390654	-0.4639459	0.0006198139	0.0005530
3	12.6398	0.0004	1056.016	84.384	41.5325886	-0.5212802	0.0004530792	0.0004159
233	13.3221	0.0004	925.137	1424.368	41.6799676	-0.5356924	0.000262981	0.00025224
273	13.3710	0.0004	1152.819	1296.539	41.6659038	-0.5106475	0.0002632256	0.0002484
278	13.5728	0.0005	88.266	1238.370	41.6595282	-0.6277408	0.0002541648	0.0002436
80	12.4016	0.0007	1254.651	746.183	41.6053717	-0.4994401	0.005266197	0.00194041
256	14.0565	0.0007	2003.002	1335.250	41.6701437	-0.4171333	0.000246979	0.00023330
286	14.0524	0.0007	1911.102	804.357	41.6117569	-0.4272355	0.0002374808	0.0002252
1	12.5048	0.0009	1270.337	695.828	41.5998332	-0.4977141	0.005219093	0.00196678
4	14.4788	0.0009	610.765	21.857	41.5257199	-0.5702541	0.0002336631	0.0002246
187	14.3814	0.0009	244.344	615.311	41.5909977	-0.6105658	0.0002367091	0.0002261
95	12.5254	0.0011	1347.845	805.300	41.6118717	-0.4891901	0.009640072	0.00328862
21	13.0964	0.0013	1214.641	739.747	41.6046647	-0.5038409	0.004749137	0.00186577
12	15.0769	0.0014	288.013	76.517	41.5317375	-0.6057555	0.0002267164	0.0002167
109	13.4615	0.0014	1313.838	756.725	41.6065300	-0.4929300	0.003455656	0.00113012
270	13.5117	0.0017	1267.441	831.262	41.6147287	-0.4980343	0.005031718	0.00159681
151	15.5126	0.0018	59.669	704.449	41.6008052	-0.6308799	0.0002173014	0.0002069
302	15.6424	0.0020	383.642	962.701	41.6292026	-0.5952481	0.0002206951	0.0002045
116	14.9062	0.0021	1225.368	708.625	41.6012416	-0.5026606	0.0007687914	0.0006457
251	16.0025	0.0026	1162.522	1346.088	41.6713532	-0.5095807	0.0002132497	0.0002034
285	16.0021	0.0027	1124.093	950.965	41.6278970	-0.5138031	0.0002159255	0.0002055
96	15.0068	0.0030	275.171	464.221	41.5743794	-0.6071731	0.001003591	0.00062814
301	14.5592	0.0032	1635.886	1121.786	41.6466741	-0.4575112	0.001481254	0.00141728
246	16.3309	0.0033	752.704	1371.323	41.6741371	-0.5546583	0.0002134933	0.0002029
290	15.3185	0.0034	473.736	1182.205	41.6533429	-0.5853409	0.0006149441	0.0005628
319	16.4851	0.0035	112.019	1058.842	41.6397823	-0.6251260	0.0002004589	0.0001896
261	16.4001	0.0036	514.270	893.401	41.6215781	-0.5808791	0.0002106097	0.0001998
292	16.5993	0.0042	983.642	1058.880	41.6397687	-0.5292531	0.0002080776	0.0002006
103	16.9044	0.0047	1933.116	435.730	41.5712141	-0.4248095	0.000192805	0.00017812
2	16.0554	0.0052	745.298	103.512	41.5346981	-0.5554575	0.0005949491	0.0003999
220	17.0346	0.0054	509.719	504.315	41.5787847	-0.5813748	0.0001998505	0.0001834
141	16.9675	0.0055	980.989	732.397	41.6038609	-0.5295411	0.0002136769	0.0001946
199	17.1421	0.0060	910.661	1017.208	41.6351869	-0.5372800	0.0002052484	0.0001879
10	17.3253	0.0064	522.844	55.359	41.5294062	-0.5799253	0.000190796	0.00018325
66	17.3403	0.0066	1462.013	282.773	41.5544006	-0.4766257	0.0001931293	0.0001757
11	16.2650	0.0070	392.698	128.765	41.5374821	-0.5942415	0.0007674589	0.0005098
121	17.1439	0.0071	1805.194	1487.319	41.6868726	-0.4388925	0.0003869419	0.0001879
145	16.6923	0.0077	456.108	829.516	41.6145529	-0.5872758	0.0004817875	0.0004062

Load a:

- Image
- photometric catalog such as the Nomad



Profilo di Brillanza Superficiale

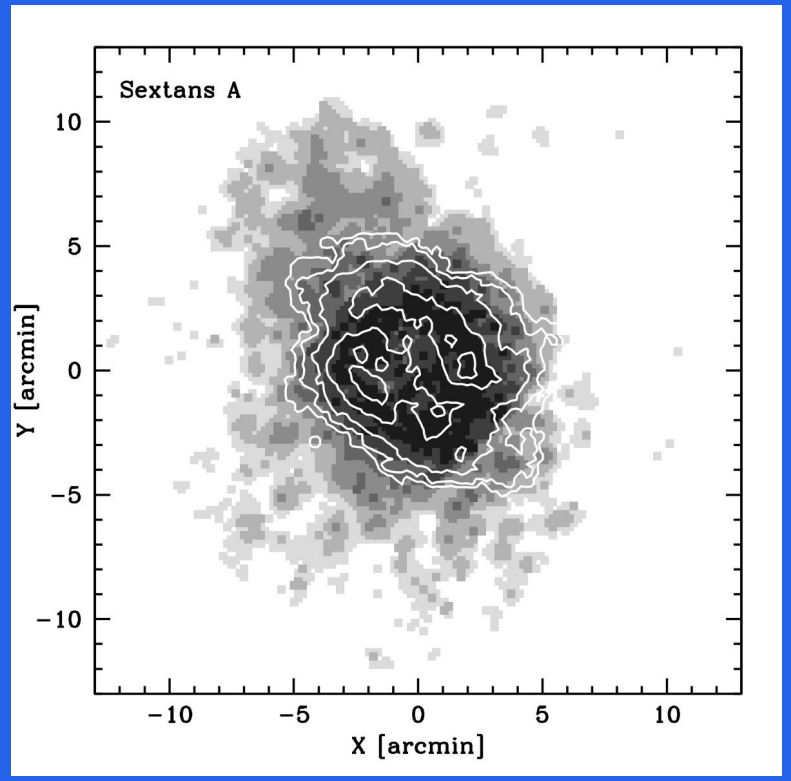
1. Definizione e Concetto

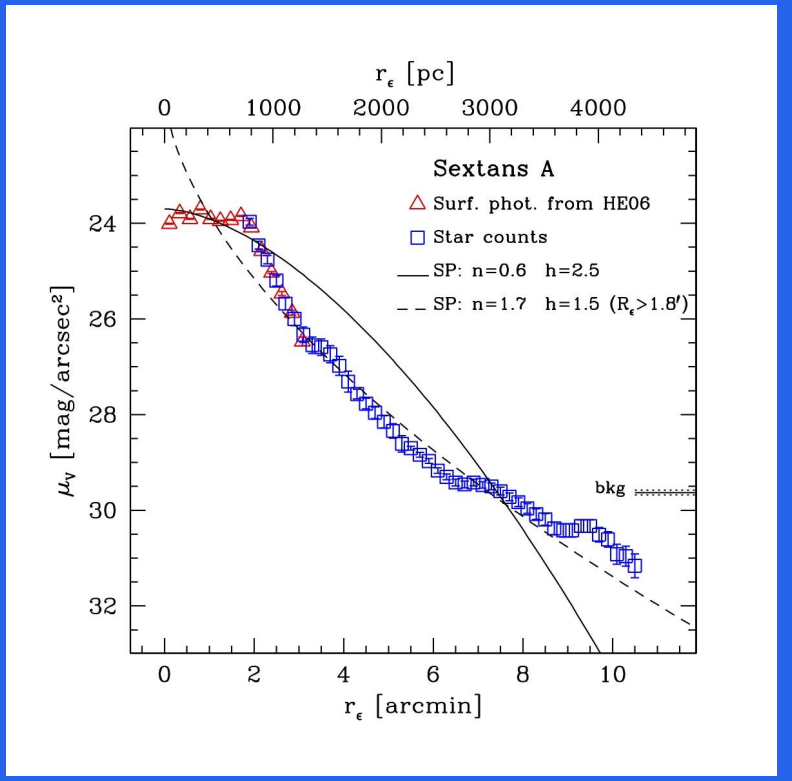
Descrive come la luminosità di un oggetto esteso (come una galassia o una nebulosa) varia con la distanza dal suo centro.

Misurata tipicamente in **magnitudini per arcsecondo quadrato** (mag/arcsec²).

Permette di studiare la struttura interna e la distribuzione di massa dei sistemi astrofisici.

2. Modelli Matematica & Profilo





Bellazzini et al, 2014A&A...566A..44B

VizieR

VizieR è la libreria più completa di cataloghi astronomici
https://vizier.cfa.harvard.edu/viz-bin/VizieR



SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)

This site is hosted by the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics.

What is SIMBAD ?

Queries
basic search
by identifier
by coordinates
by criteria
reference query
scripts
TAP queries
Output options

Documentation
Object types
Nomenclature & Dictionary
Recommendations for Data Publication
User's guide
Measurement description
List of journals
User annotations documentation
Query by urls
Acknowledgment

Information
Presentation
Image thumbnails
Mobile version
SimWatch
Release:
SIMBAD4 1.8 - 2025-05
Releases history

Content
The SIMBAD astronomical database provides basic data, cross-identifications, bibliography and measurements for astronomical objects outside the solar system.

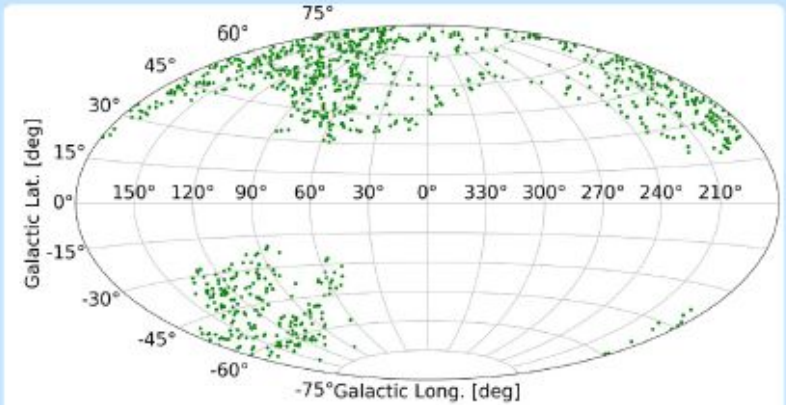
Basic search

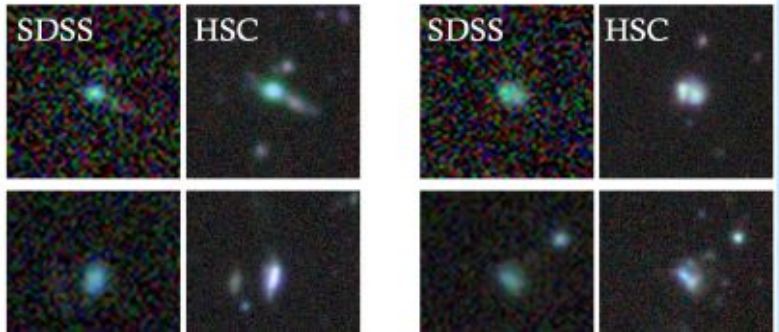
ipac

NASA/IPAC Extragalactic Database

Please use the new NED API. NED Legacy API is deprecated.

Object Name, coordinates with search radius, etc. Go



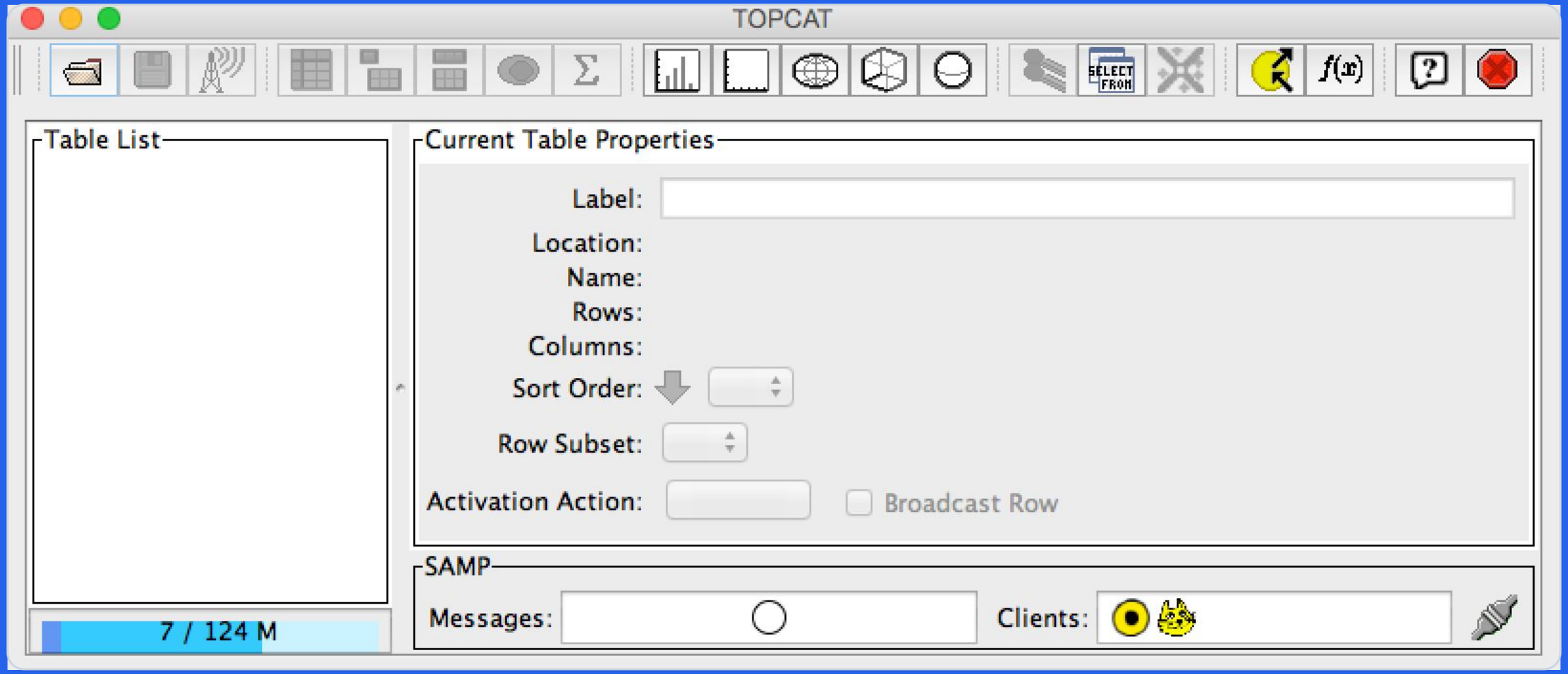


Sept 2026 Release Highlights

- 221K sources from the literature were ingested, including 157K cross-matches with NED objects and 63K new objects, increasing NED objects with redshifts by 89K.
- 10K SDSS DR18 Green Peas from *Highly Efficient Identification of Extreme Emission-line Galaxies in the Local Universe: >8000 New Green Pea Candidates at 0.12 < z < 0.36* (Samonski, H., et al., 2026)
- 5K QSOs and galaxies from *A New Way to Discover Strong Gravitational Lenses: Pairwise Spectroscopic Search from DESI DR1*(Hsu, Y.-M., et al., 2026)
- 2K QSOs with spectroscopic redshifts from *Galactic-scale Quasar Pairs from the Sloan Digital Sky Survey and Gaia DR3*(Jiang, Y., et

TOPCAT

TOPCAT can be downloaded under this link http://www.star.bris.ac.uk/~mbt/topcat/



Software standard utilizzati in astronomia

- **IRAF / PyRAF** (Storico, ma ancora usato tramite Python)
- **DAOPHOT (** fotometria PSF)
- **Astroalign / Astropy** (per allineare immagini senza informazioni WCS)
- **SExtractor** (Per l'estrazione delle sorgenti)
- **Dophot (**analisi di campi stellari densi o affollati)
- **Astrometrica:** (corpi minori del sistema solare asteroidi e comete)

- **MaxIm DL / Astroart / PixInsight** (per il controllo e pre-processing rapido)

Non esiste un vero e proprio testo di riferimento che copra tutto

A Beginner's Guide to Working with Astronomical Data

https://arxiv.org/abs/1905.13189

Introduzione all'Astronomia Osservativa

Elementi di riduzione dati spettroscopici

PRINCIPI DI SPETTROSCOPIA
La luce e gli spettri
Lo spettro continuo e il corpo nero
Lo spettro a righe in emissione e in assorbimento

LA TEORIA DELL'ATOMO
Primi modelli atomici
L'atomo di Bohr
Verso la meccanica quantistica

STORIA DELLA SPETTROSCOPIA ASTRONOMICA
Prime osservazioni spettroscopiche
Le classificazioni spettrali
Primi modelli di stelle
Il diagramma H-R
L'interpretazione fisica alla luce della teoria

EVOLUZIONE STELLARE
Le moderne teorie dell'evoluzione stellare

Che cos'è LO SPETTRO di una sorgente luminosa?

- È l'insieme delle lunghezze d'onda da essa emesse con le rispettive intensità.

- Come si fa ad osservare lo spettro emesso da una sorgente?
  Ad es. spettro di una stella

PERCHÉ SI OSSERVA LO SPETTRO DI UNA SORGENTE DI LUCE?

- Perché lo spettro contiene informazioni sulla natura fisico-chimica della sorgente.

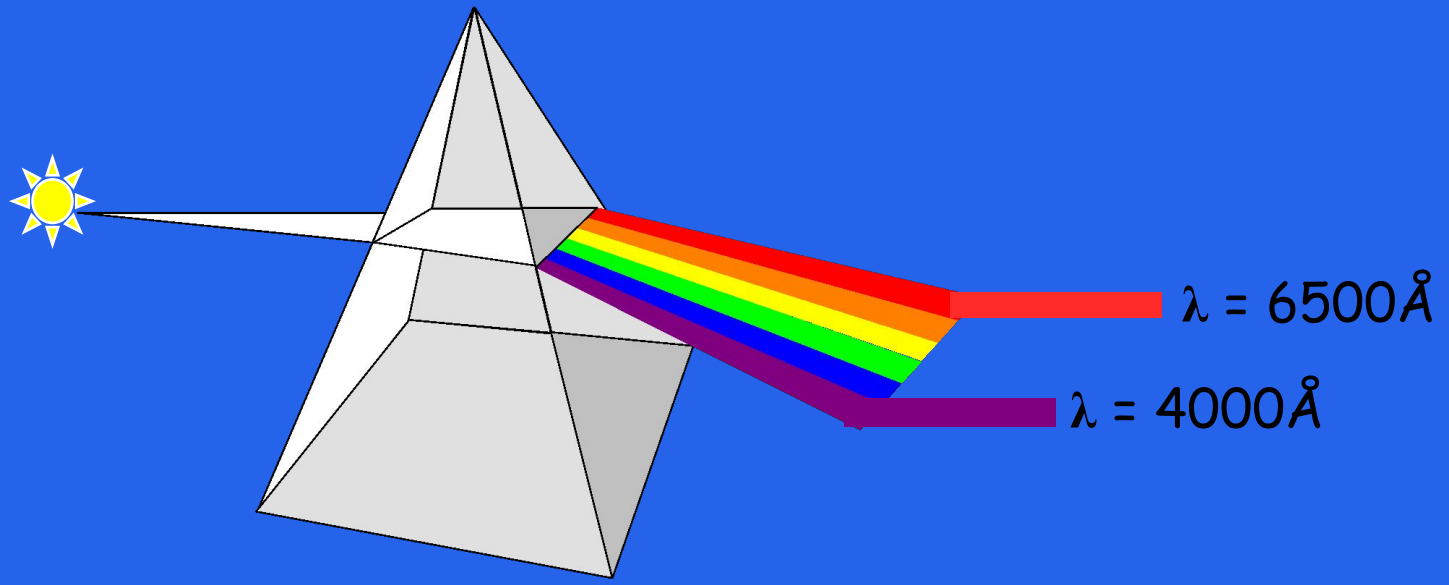
- Nel caso delle stelle, data la loro distanza, non vi è altro modo di ricavare informazioni di questo tipo.

Gli Spettri Elettromagnetici

Quando la luce passa attraverso un prisma noi vediamo solo un certo intervallo di colori detto *Spettro Visibile*

1666 Newton utilizza un prisma per scomporre la luce solare

L'intervallo di lunghezze d'onda coperto dallo spettro visibile è solo una parte dello *spettro elettromagnetico*.



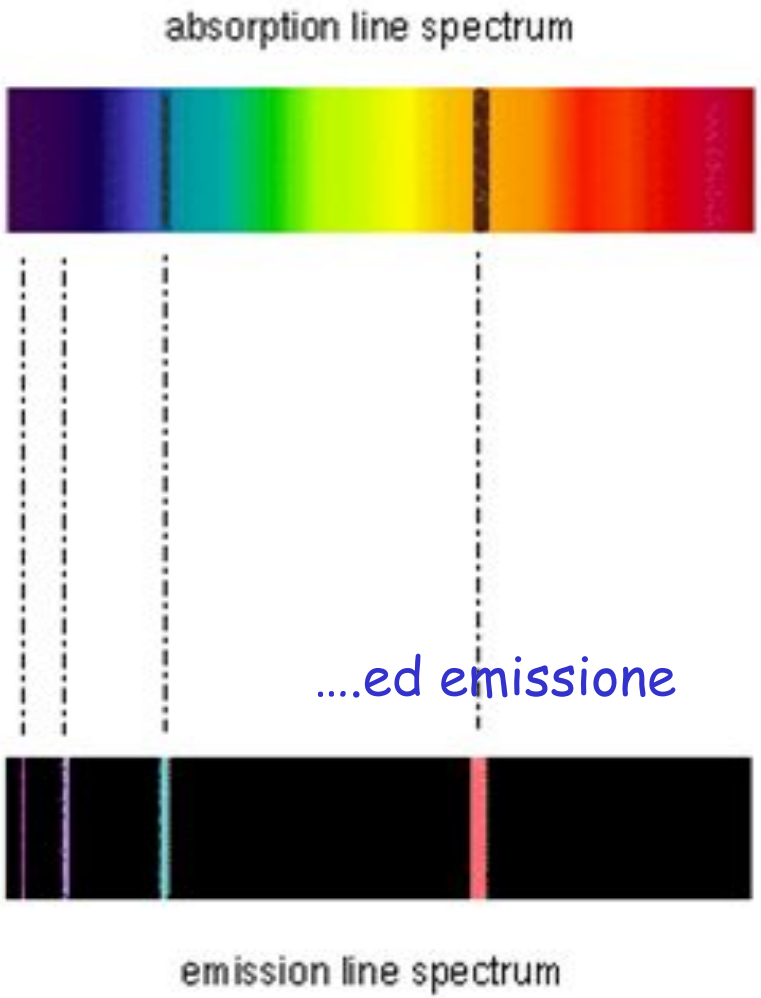
Gli Spettri Elettromagnetici

Si possono ottenere tre differenti tipi di spettro.

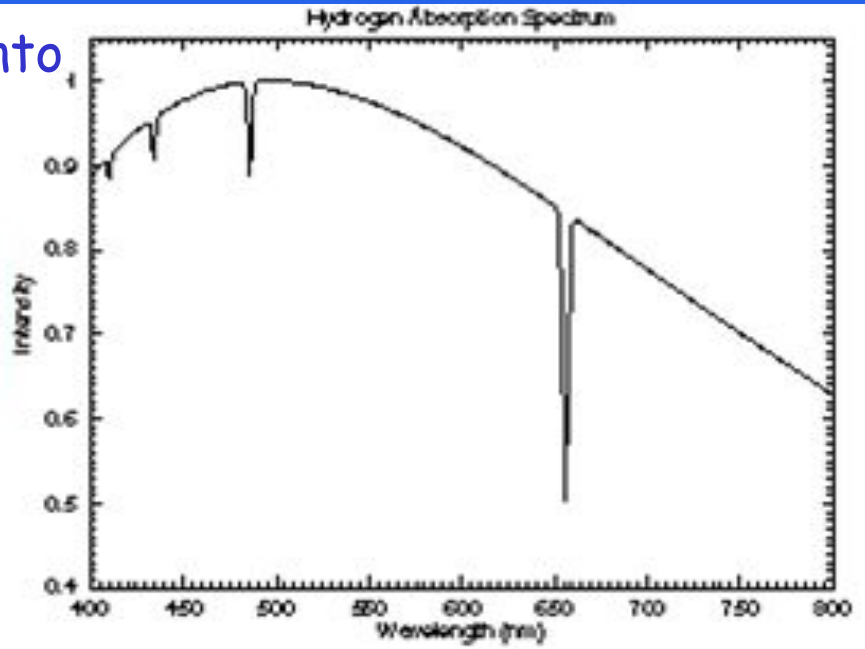


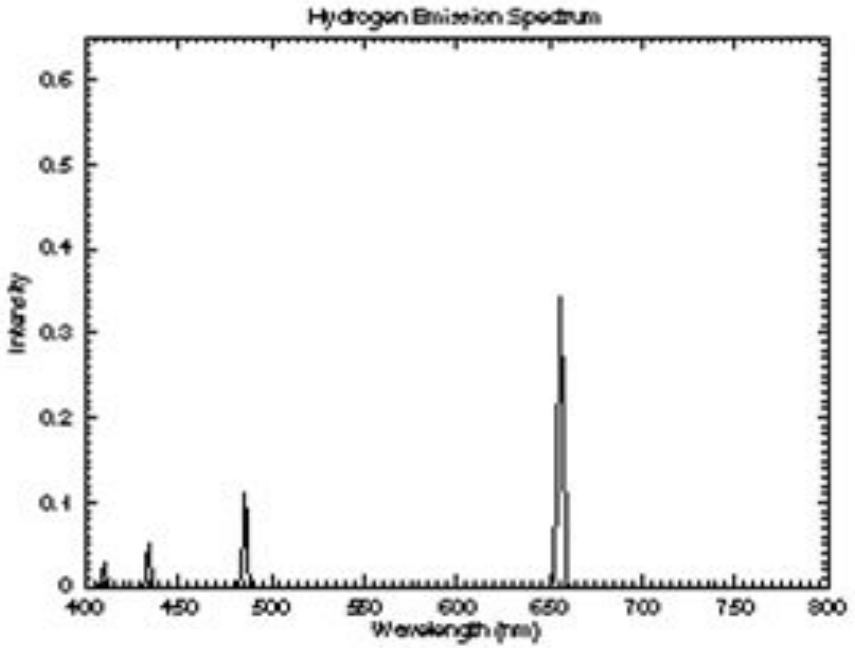
Lo Spettro di Emissione, questo spettro può essere generato quando il mezzo (eccitato in qualche maniera) è in grado di emettere solo determinate lunghezze d'onda, e quindi l'aspetto è quello mostrato con la presenza solo di alcune "*righe di emissione*"

Esempi di spettri di assorbimento



....ed emissione





Gli Spettri Stellari

I Tipi Spettrali fondamentali sono 7: **O, B, A, F, G, K, M**

La classificazione spettrale di Harvard (1885-1936)



Suddivisi a loro volta in 10 sottotipi in ordine di Temperatura decrescente: 0,1,...,9

Inoltre si distinguono 5 classi di luminosità in ordine di Raggio decrescente: I, II, III, IV, V

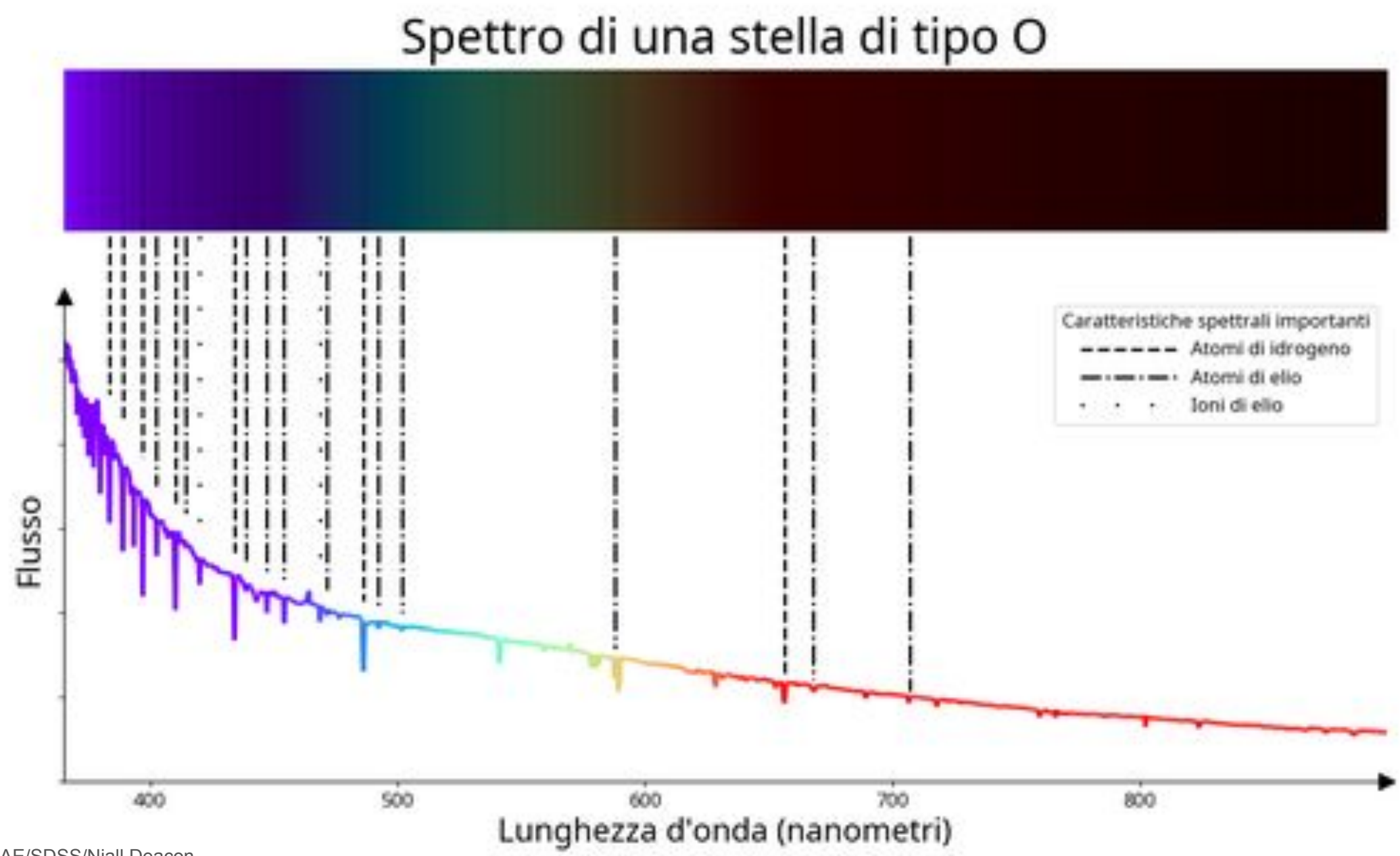
Esempio:

il Sole è una G2-V (stella nana di Sequenza Principale)

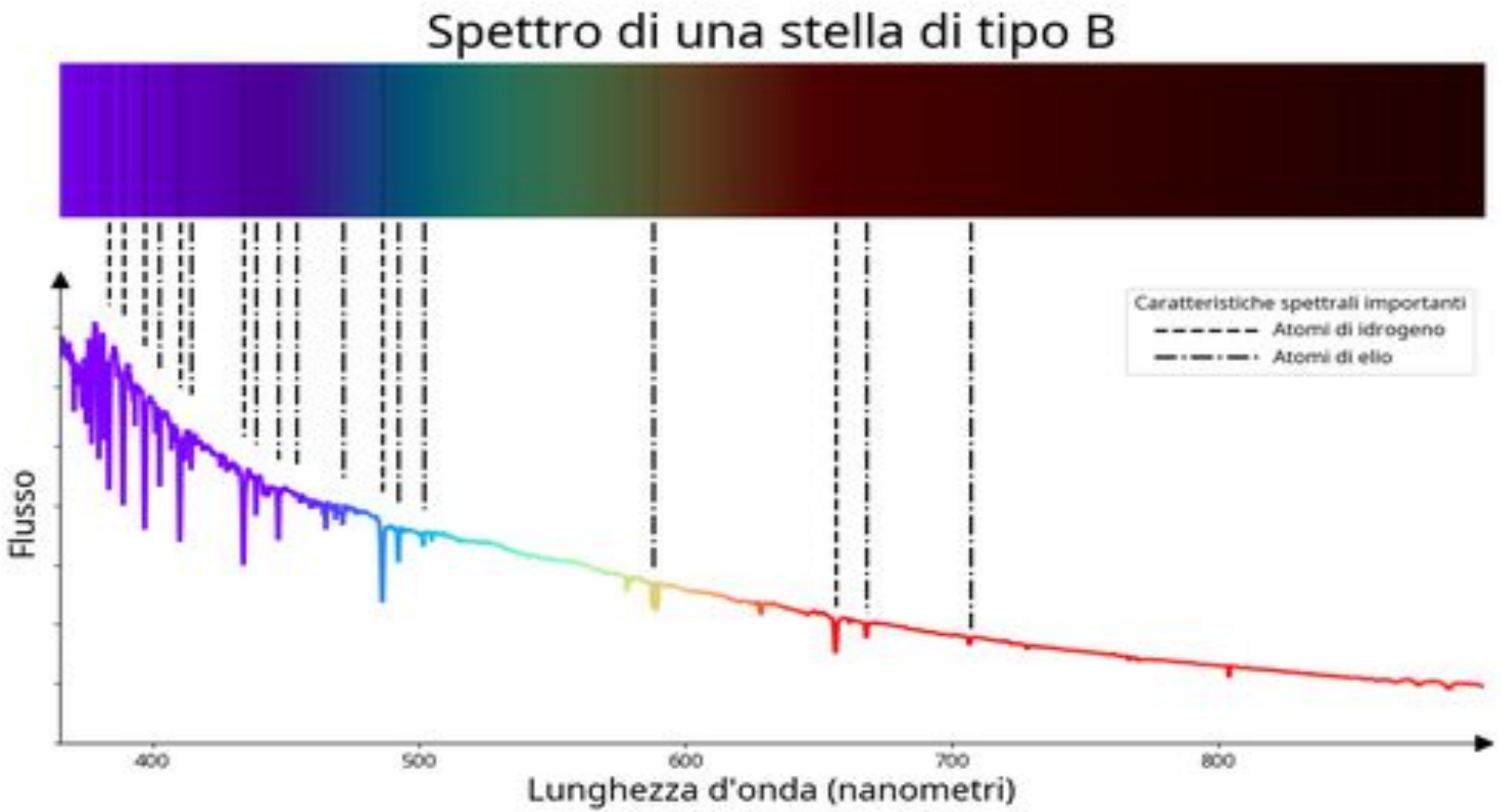
Gli Spettri Stellari

Classe	Temperatura (K)	Righe
O	25000-50000	He II
B	12000-25000	He I, H I
A	~ 9000	H I, Ca II
F	~ 7000	H I, banda G
G	~ 5500	H I, Ca II, CN,...
K	~ 4500	Ca II, Ca I,...
M	~ 3000	TiO

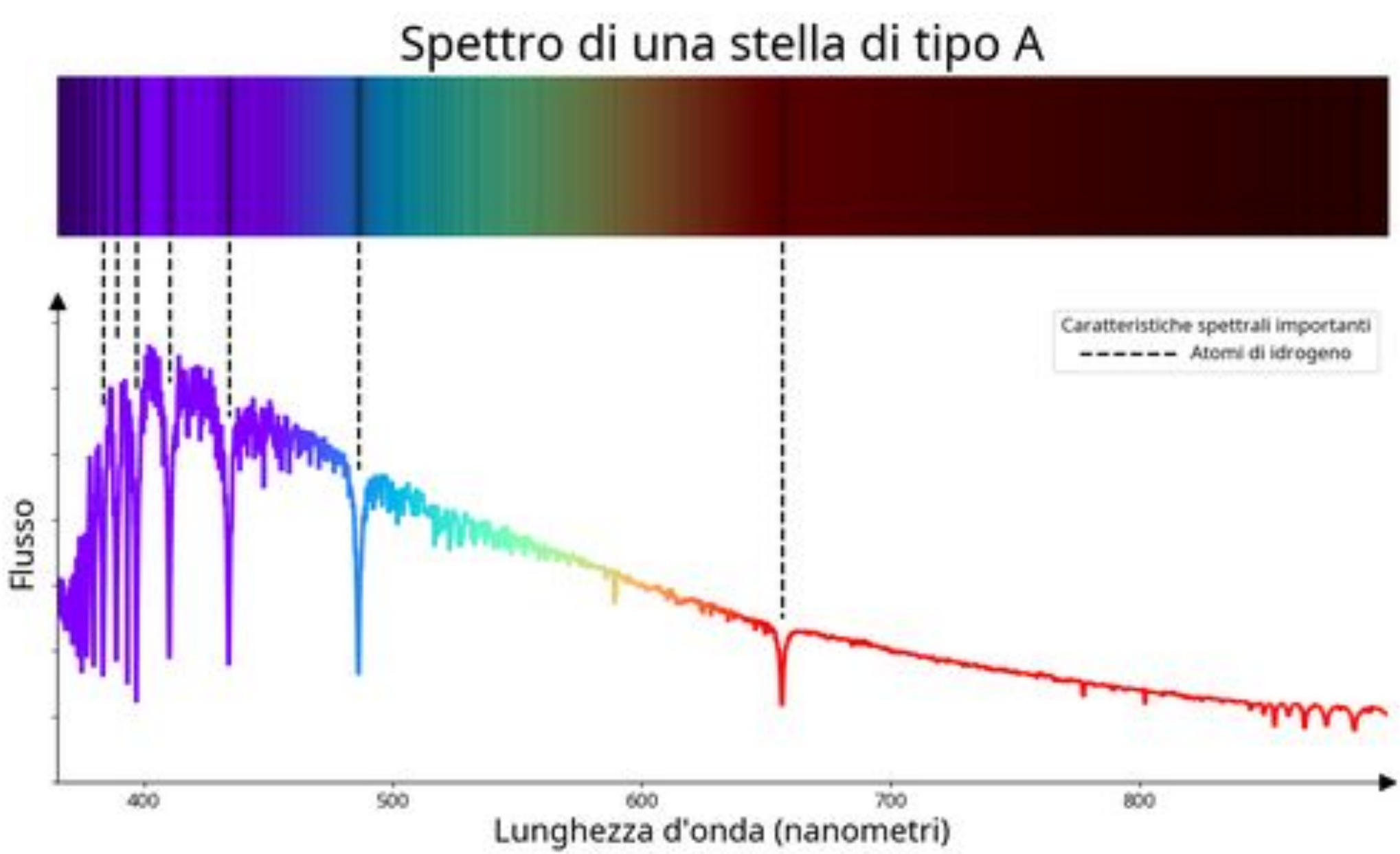
1 K=-273.15 °C



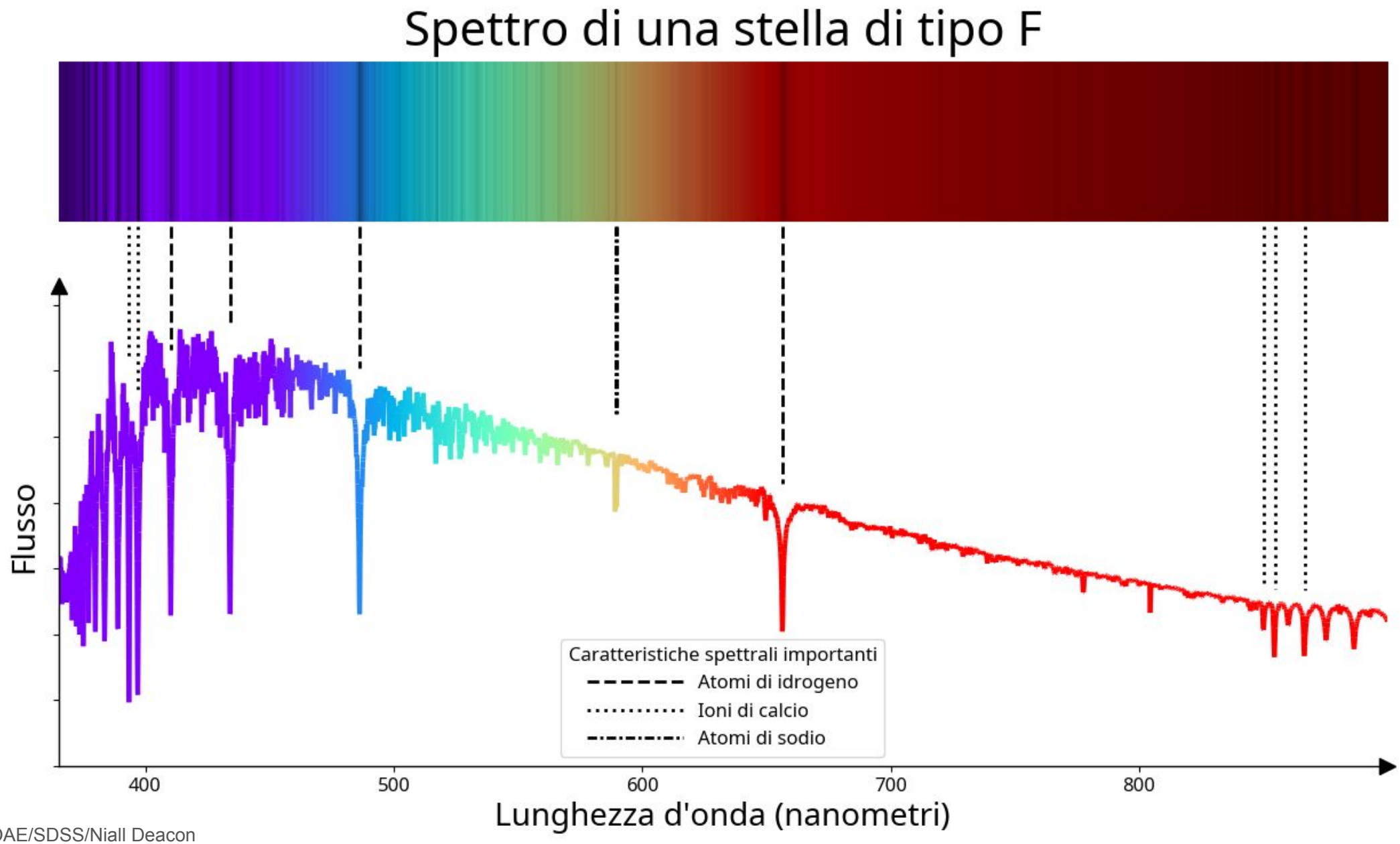
Crediti: IAU OAE/SDSS/Niall Deacon



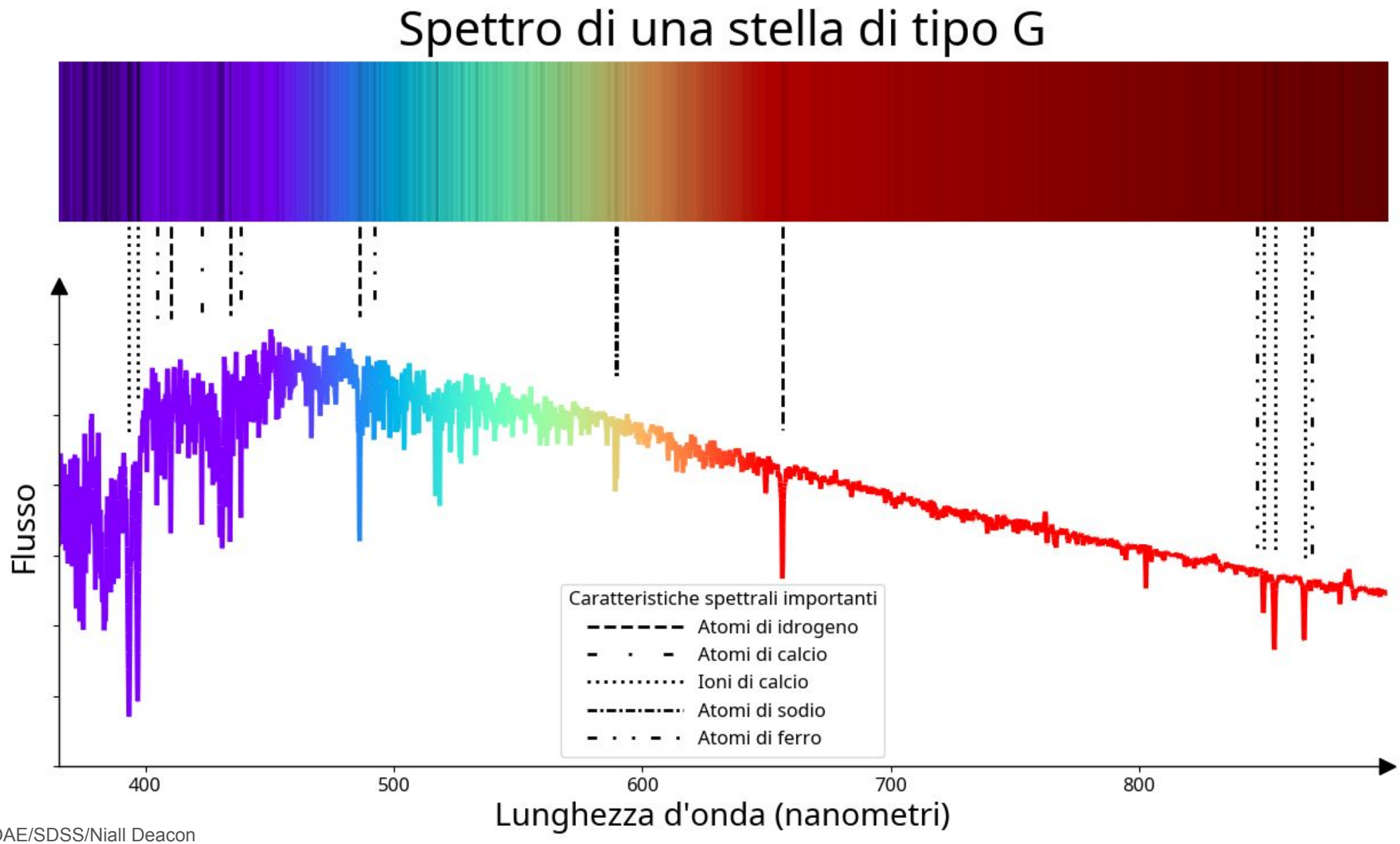
Crediti: IAU OAE/SDSS/Niall Deacon



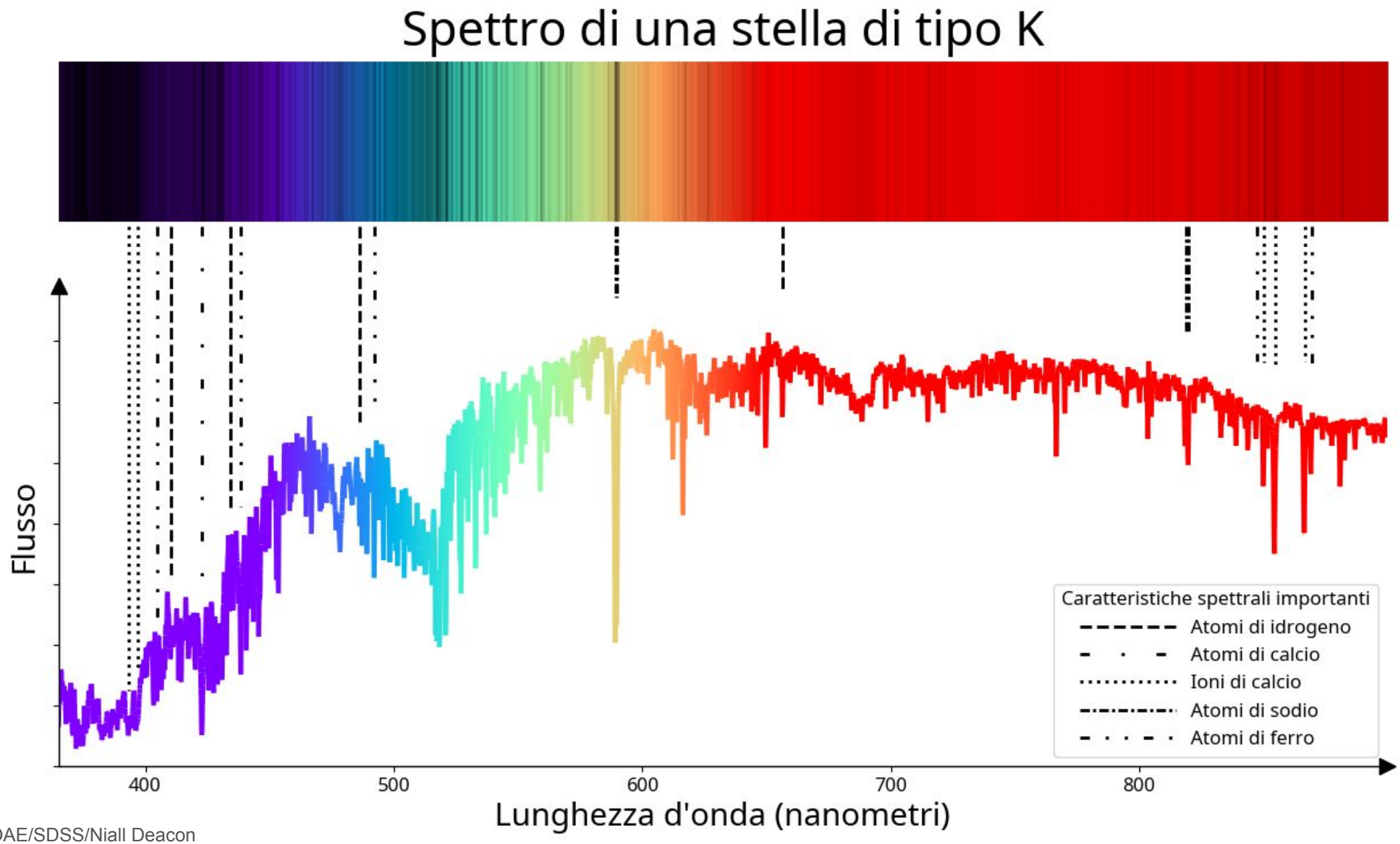
Crediti: IAU OAE/SDSS/Niall Deacon



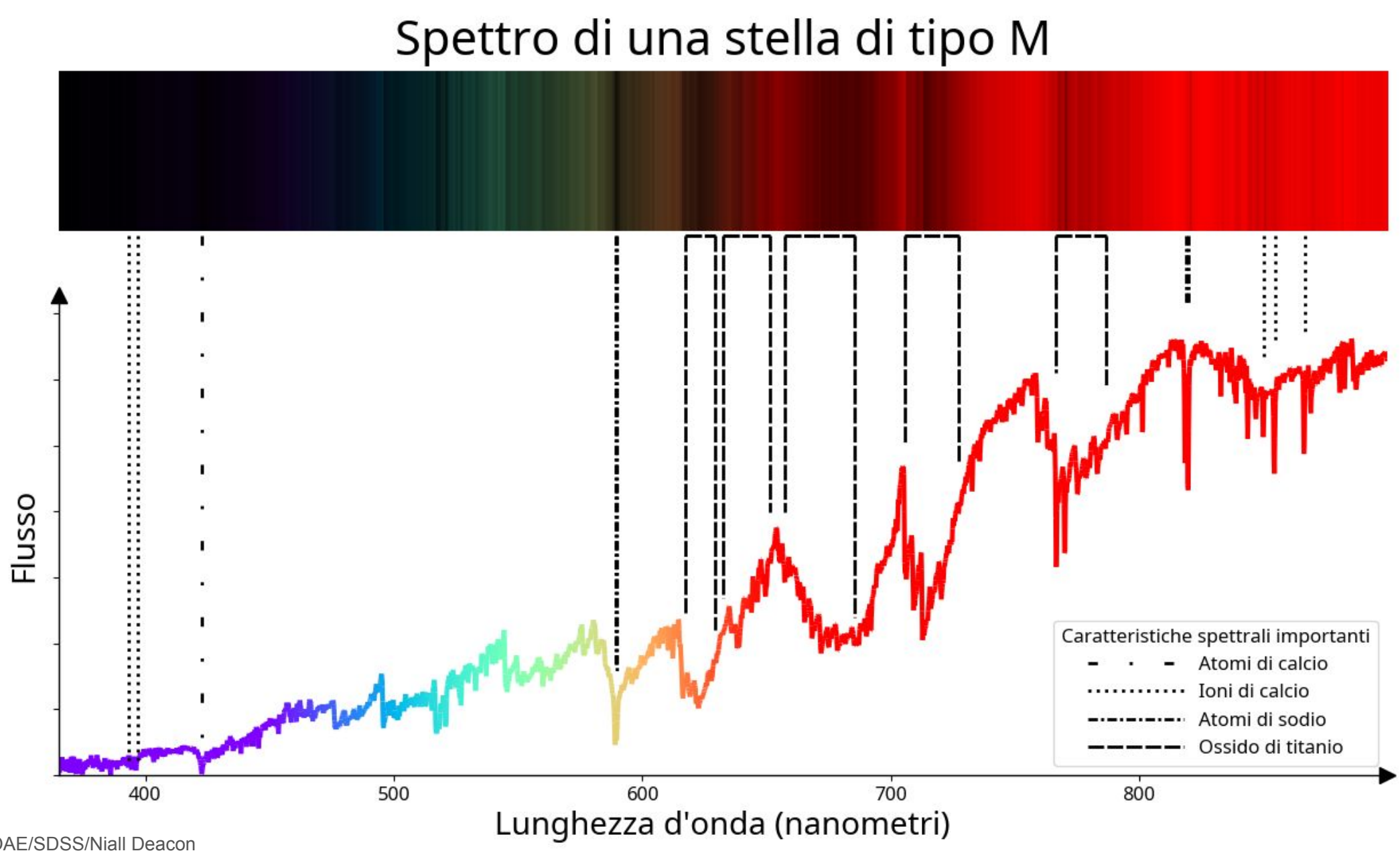
Crediti: IAU OAE/SDSS/Niall Deacon



Crediti: IAU OAE/SDSS/Niall Deacon

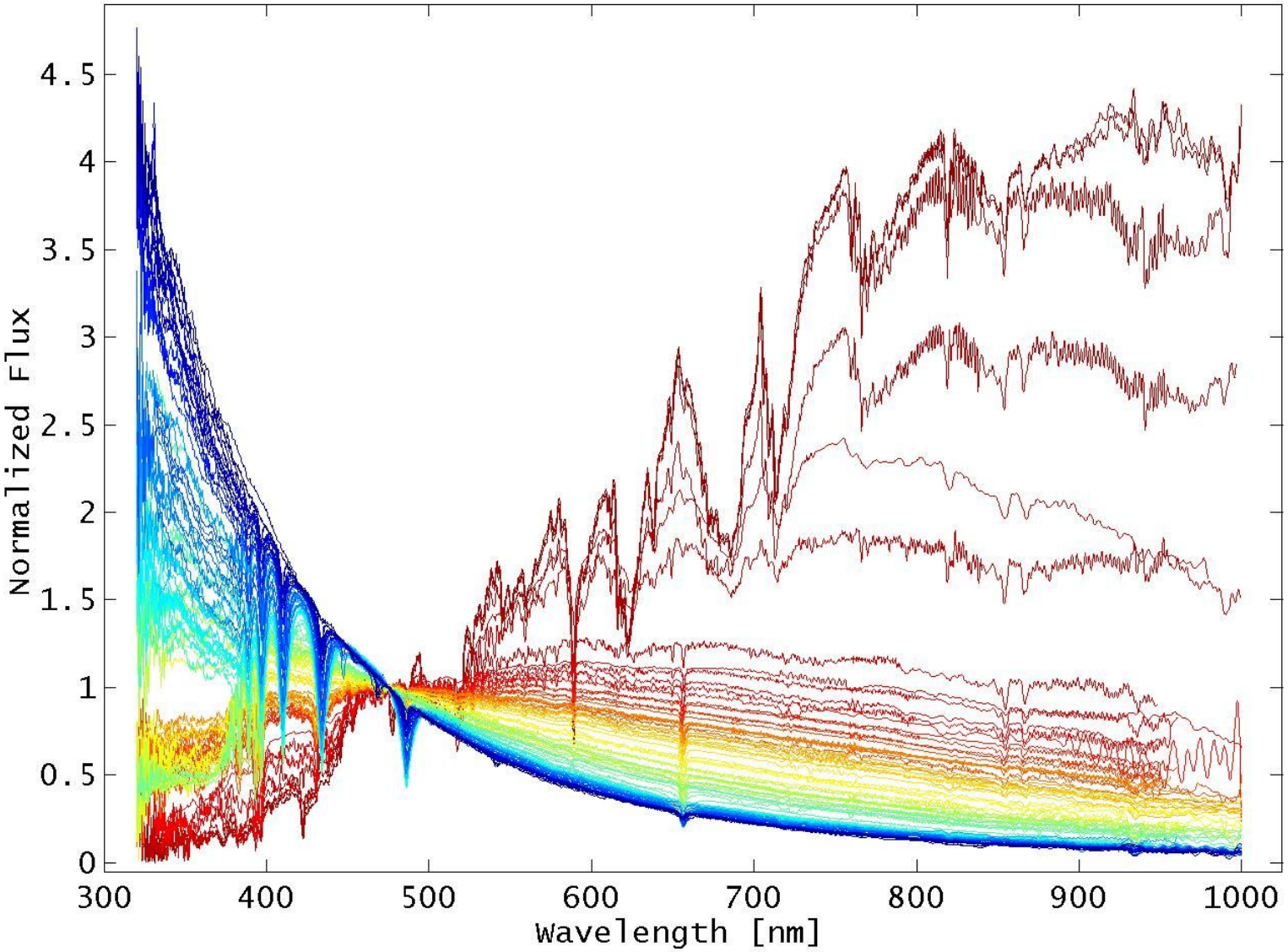


Crediti: IAU OAE/SDSS/Niall Deacon



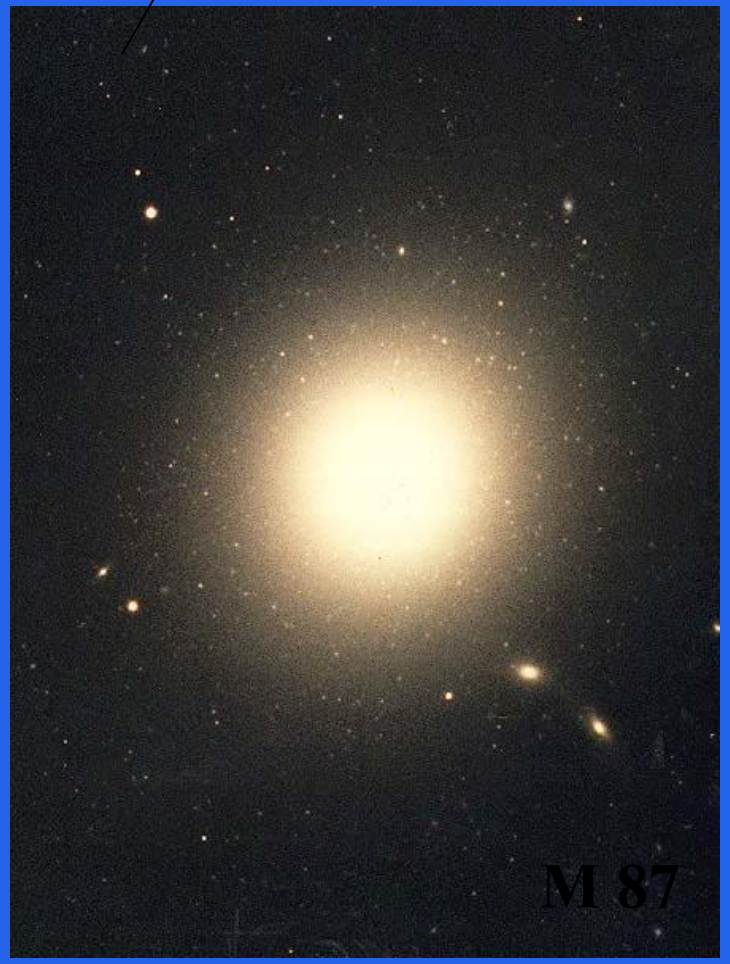
Crediti: IAU OAE/SDSS/Niall Deacon

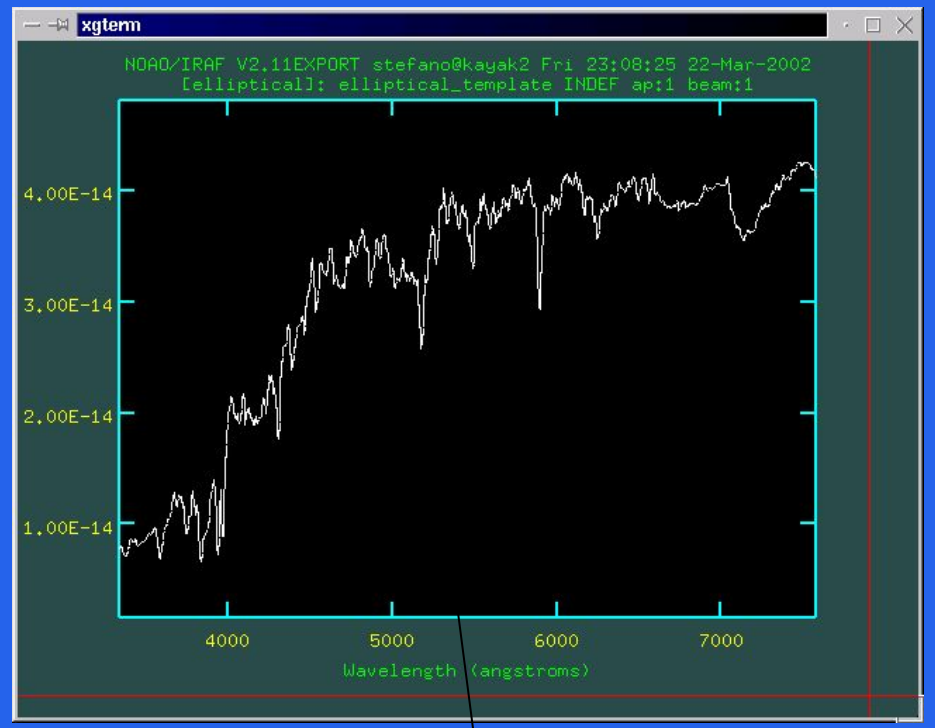
Spettri delle stelle



Esempi di spettri di galassie

Galassia ellittica



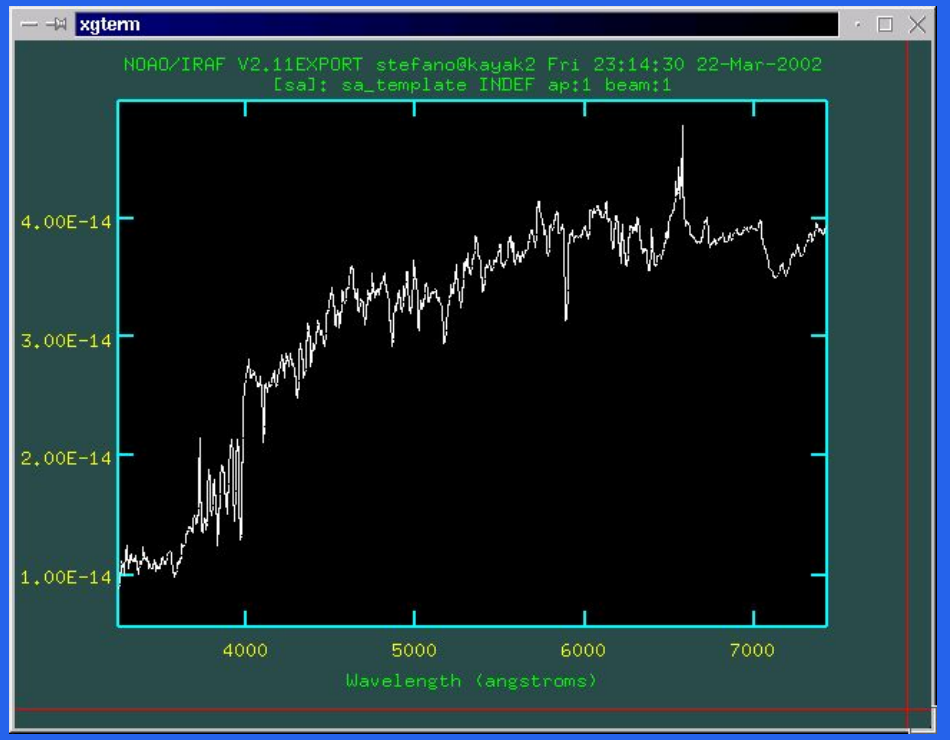


Assorbimenti stellari

Galassia spirale, tipo Sa

Galassia spirale, tipo Sa

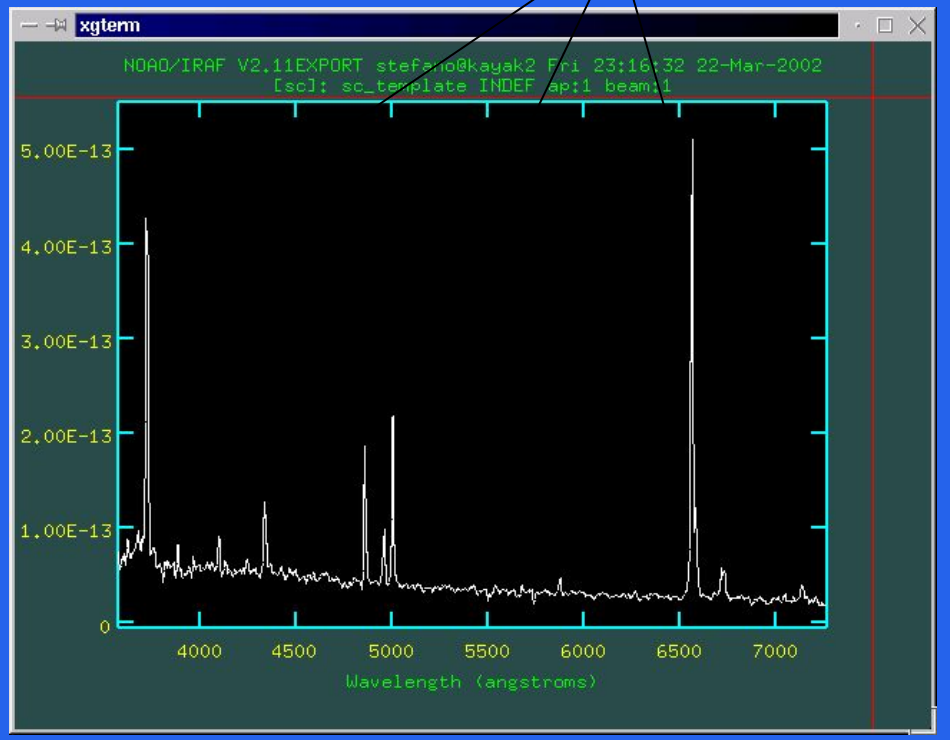


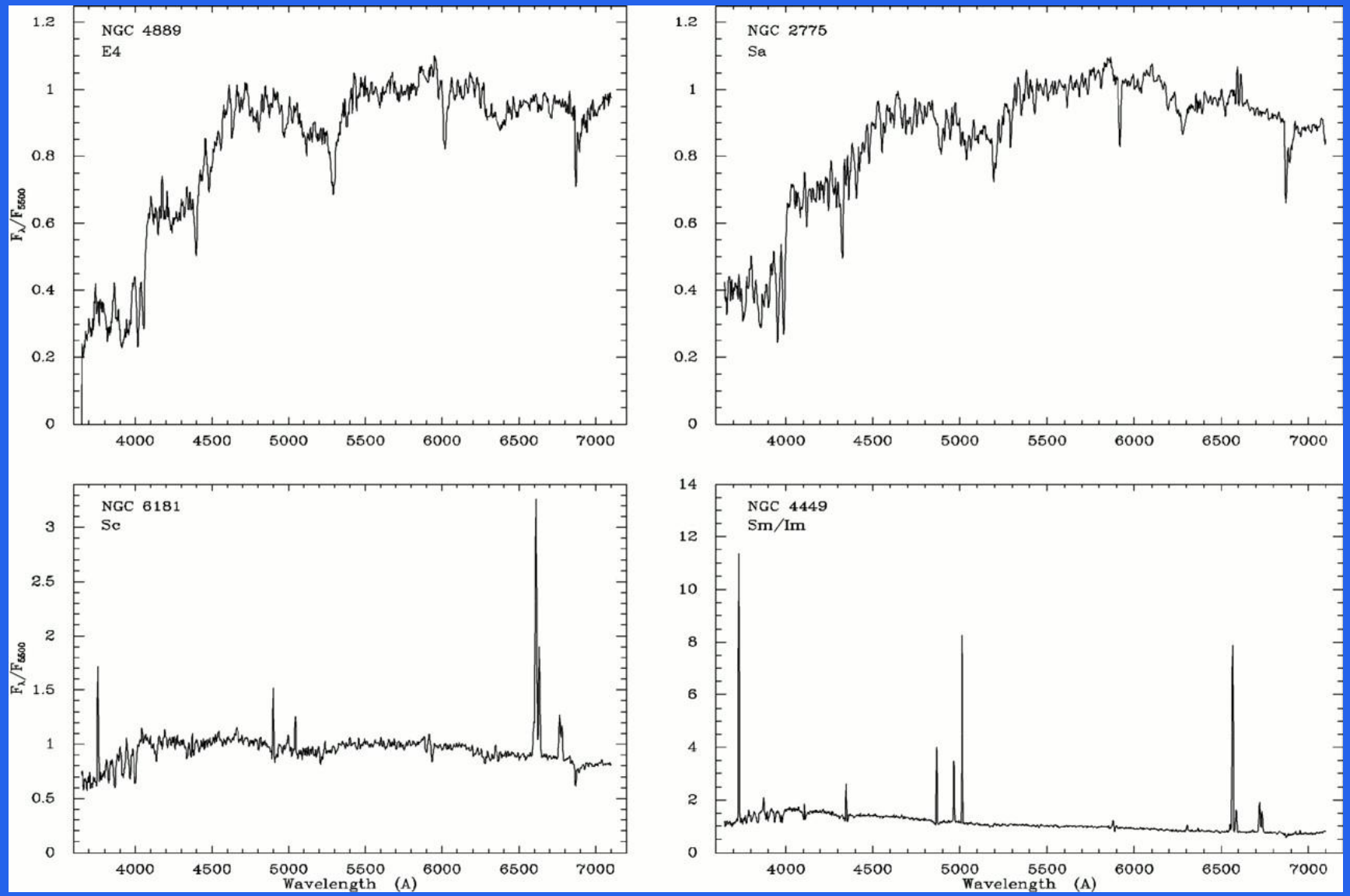


Galassia spirale, tipo Sc



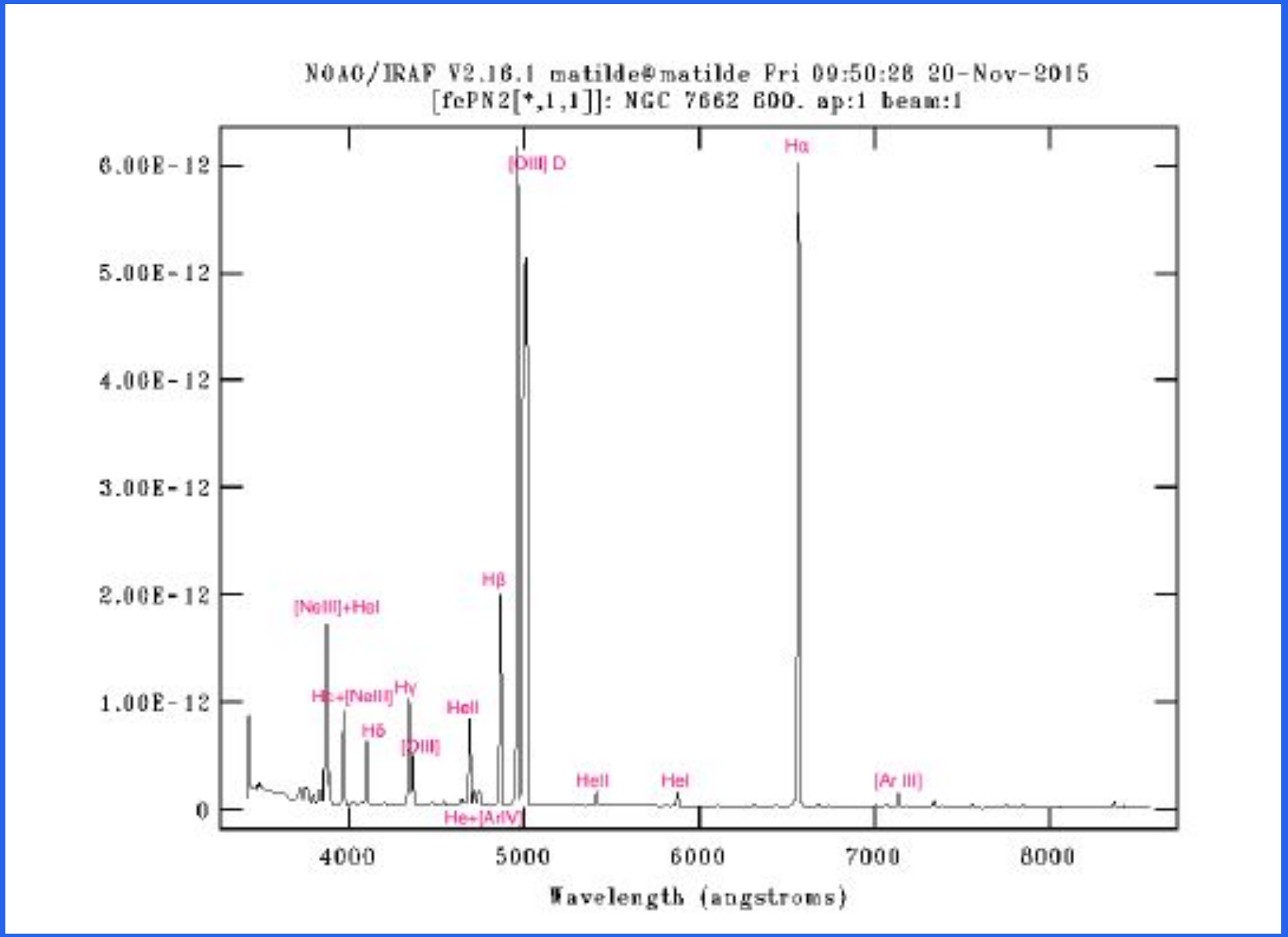
Righe di emissione da regioni di formazione stellare



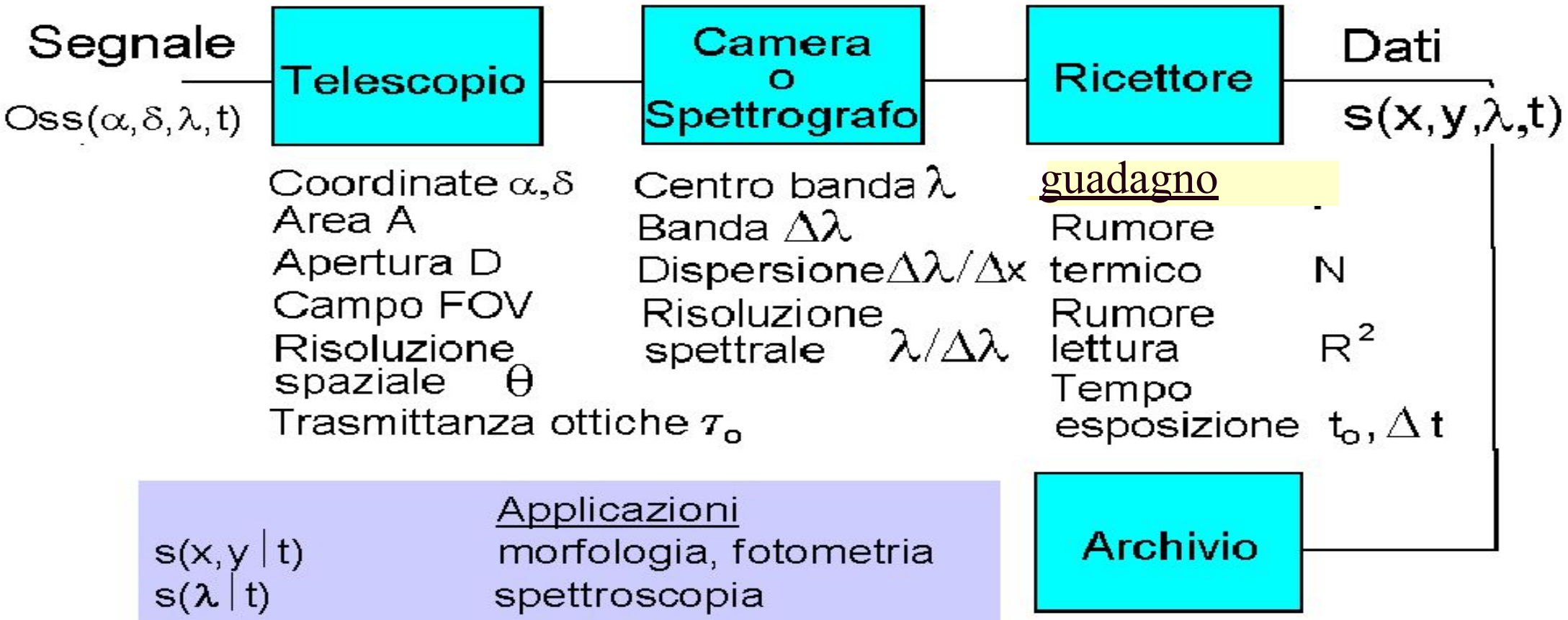


Spettri tipici di galassie: E, Sa, Sc, Sm/Irr

Spettro nebulosa planetaria



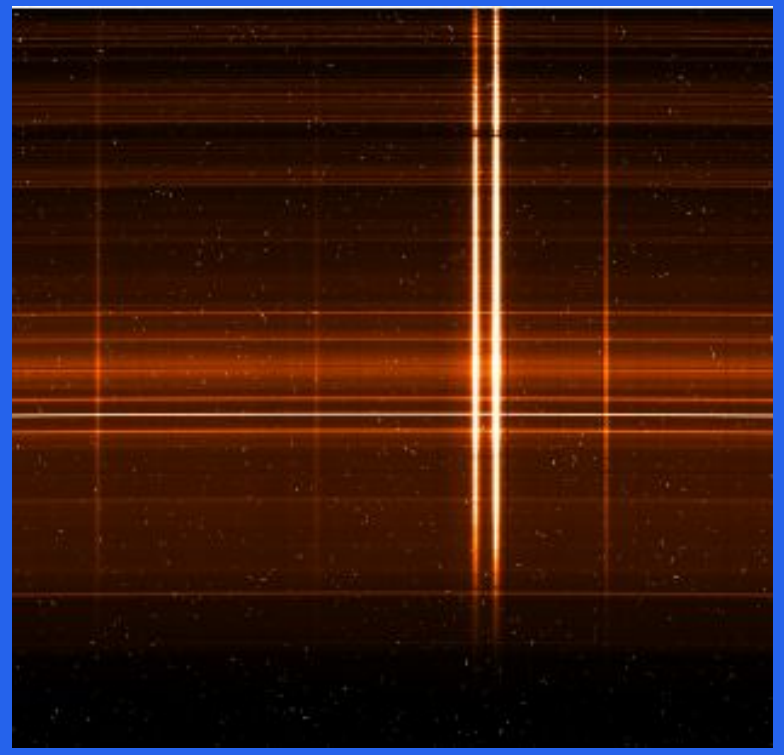
Struttura del sistema di osservazione

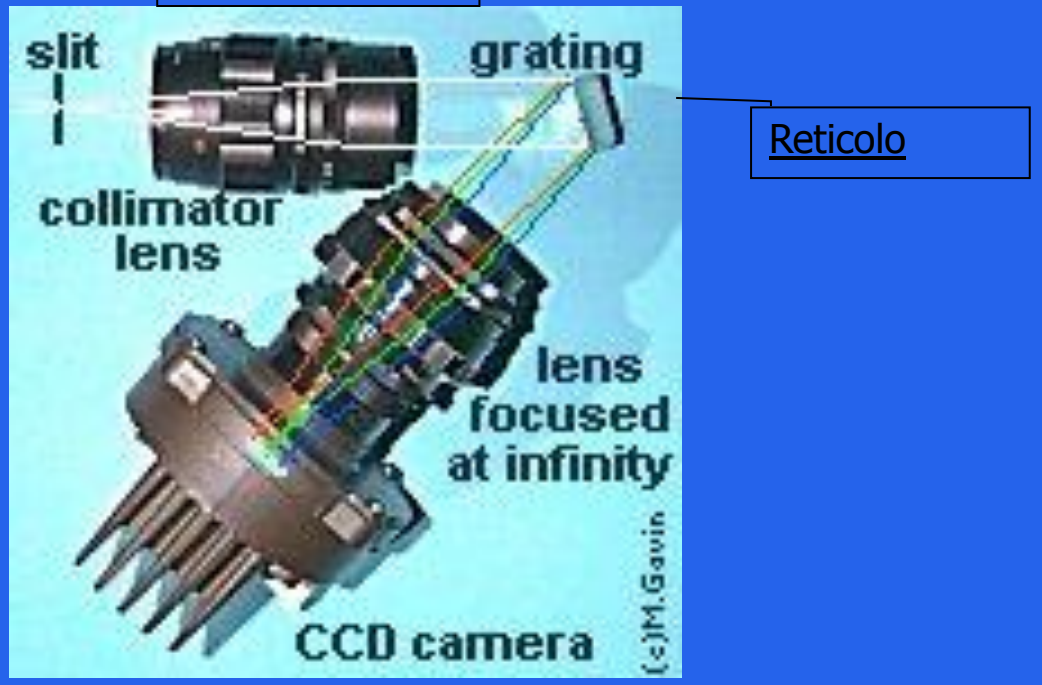


schema spettrografo:
fenditura + reticolo di dispersione + CCD

Produce dati in 2 dimensioni:

- spaziale (x) lungo la fenditura
- spettrale (λ=lunghezza d'onda)

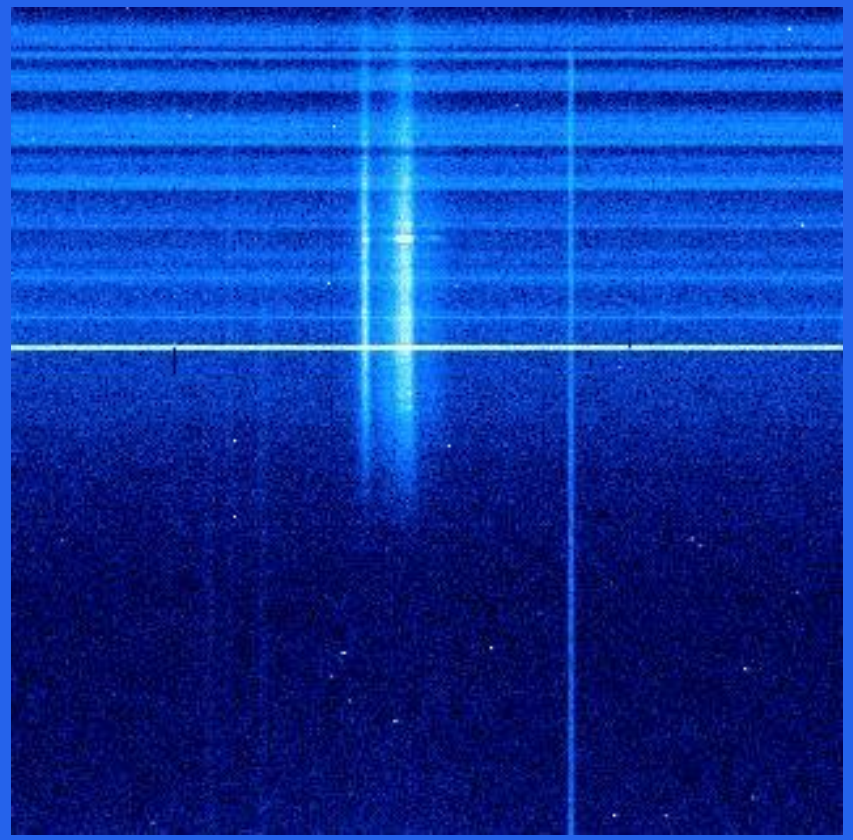






Fenditura

Spettro della galassia



Galassia

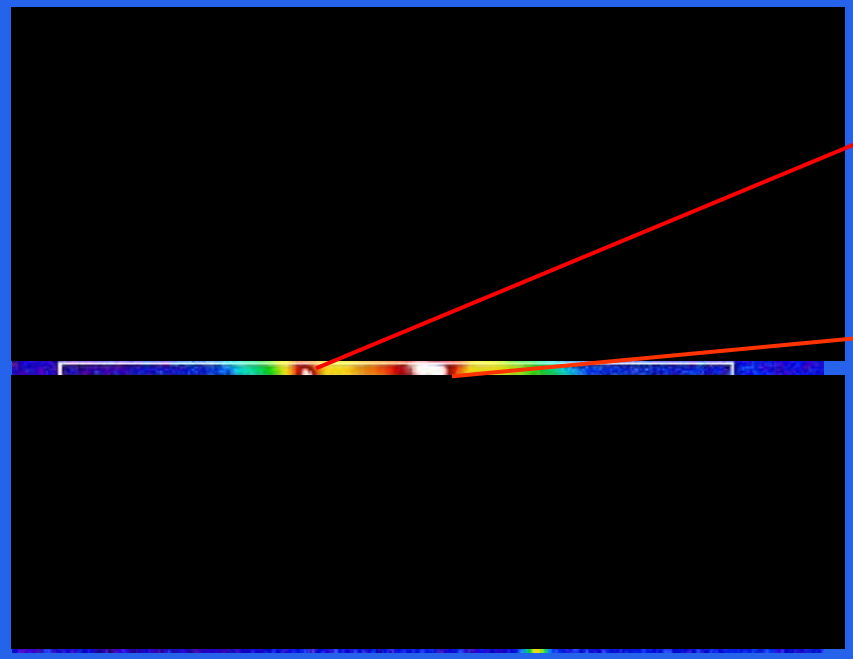
Riga di emissione del cielo

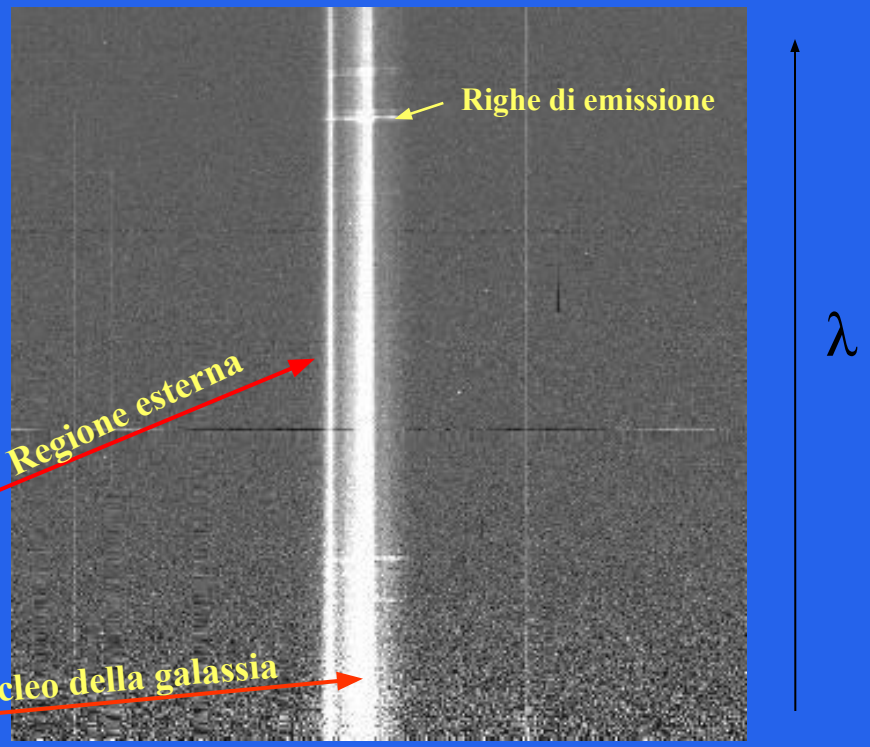
Asse di dispersione

y

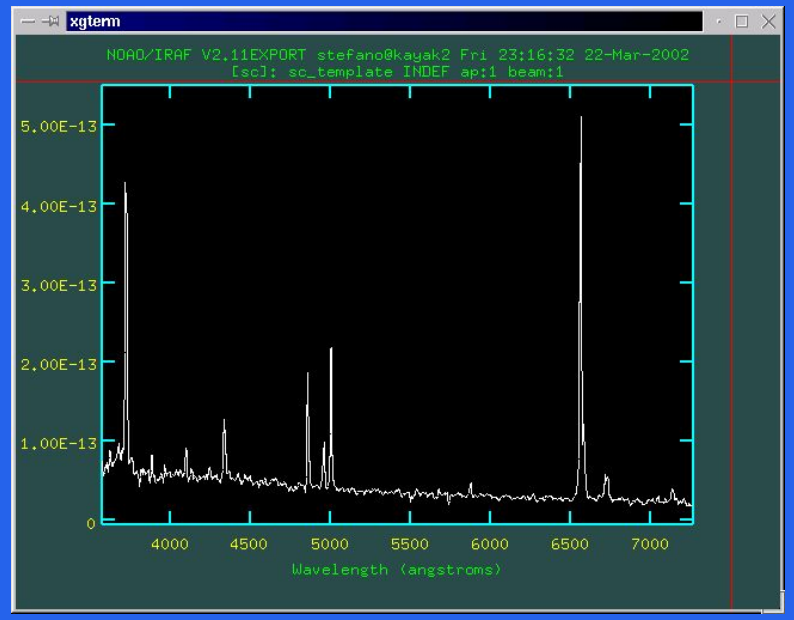
x

Spettro di un oggetto esteso





Spettro del nucleo



Procedura di Riduzione Spettroscopica

Fase 1: Preparazione e Calibrazione CCD

1. Fit and subtract overscan
Stima e sottrazione del livello di offset elettronico del sensore

2. Trim
Taglio delle regioni non utili e dei bordi di calibrazione del CCD

3. bad pixels
Correzione mediante maschera dei pixel difettosi

4. Bias subtraction: master bias frame
Rimozione della struttura 2D del segnale di lettura a tempo zero

5. Flat-fielding: master normalized flat
Correzione delle variazioni di sensibilità pixel-per-pixel e ottica

Fase 2: Estrazione e Calibrazione Spettro

7. Identification of Object and Sky
Separazione del profilo dello spettro dell'oggetto dal fondo cielo.

8. Extraction
Somma dei flussi lungo la traccia 2D per generare lo spettro 1D finale.

9. Wavelength calibration
Calibrazione delle lunghezze d'onda (Å) con spettri di lampade note.

10. Normalization or flux calibration
Conversione dei conteggi in unità di flusso fisico o al continuo.

Procedura riduzione spettri

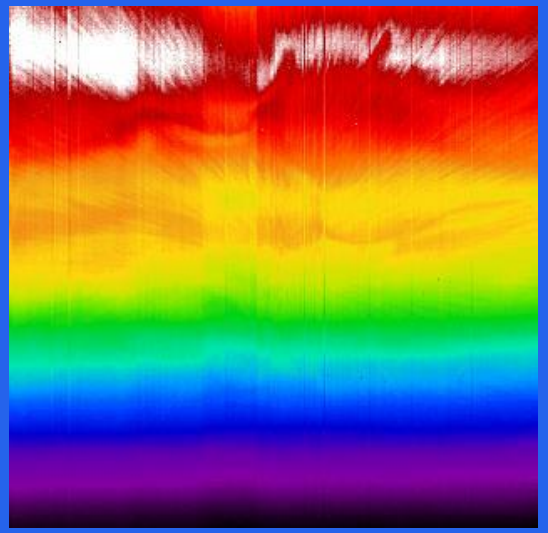
- pre-riduzione: master_bias, master_flat
- “pulizia”
- Estrazione
- Calibrazione
- Analisi

Riduzione:
procedura per trasformare il dato osservativo grezzo in dato scientifico

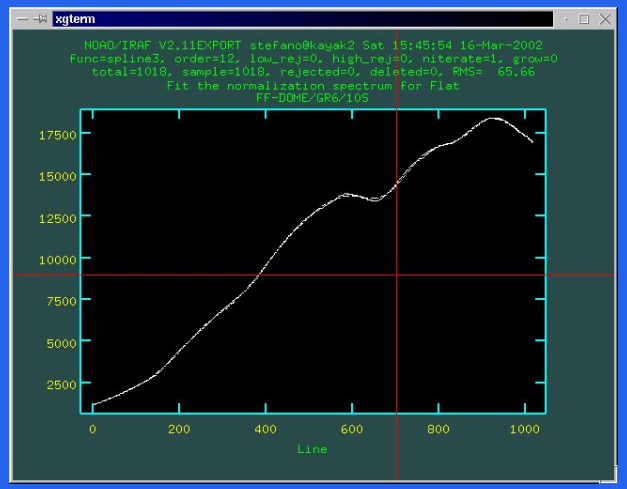
Sequenza:

- sottrazione del master_bias
- correzione per master_flat-field
- posizione e larghezza dello spettro
- sottrazione del cielo
- tracciatura dello spettro sul CCD
- calibrazione in lunghezza d'onda
- calibrazione in flusso

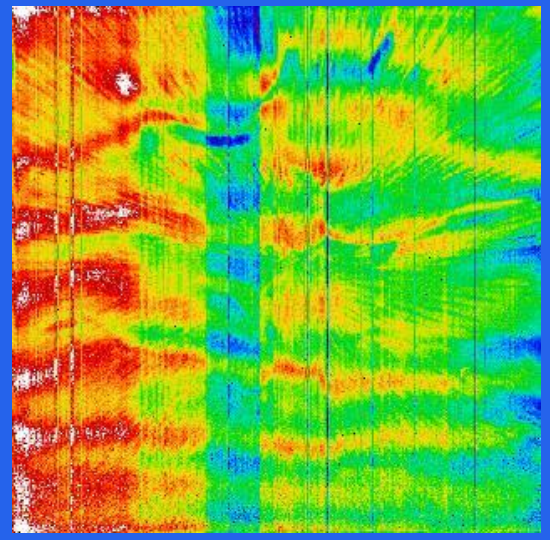
Pre-riduzione: Master_Flat-field: la normalizzazione



Flat



Media di colonne del flat in una sezione



Flat normalizzato

Per gli **spettri** DEVE essere normalizzato (=reso mediamente 1) colonna x colonna o riga x riga per eliminare la dipendenza dalla λ

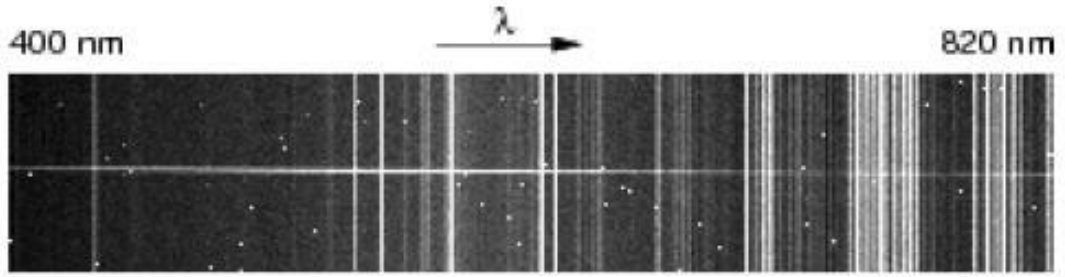
ImaBF = ImaB / flatN

Media=1.00 ± 0.03

Data reductions: spectroscopic data in 2D

Raw target frame
(narrow slit)

a)



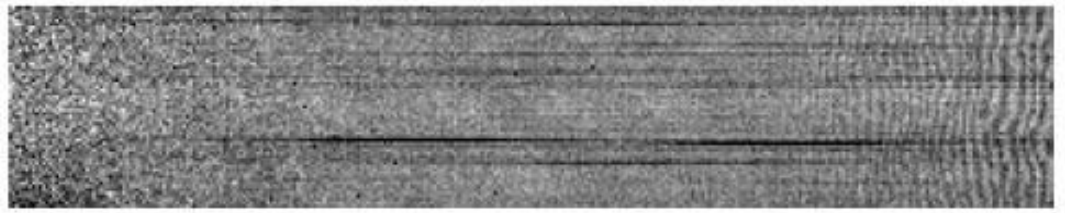
Bias frame

d)

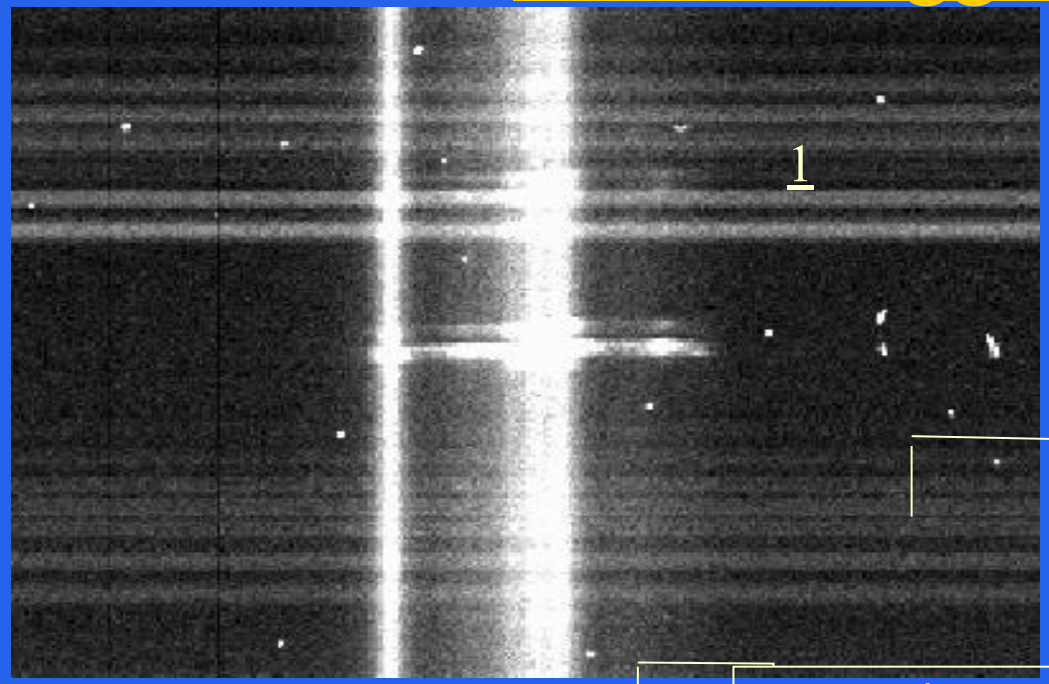


Normalised
flat field frame

e)



Pulizia: raggi cosmici



Raggi cosmici

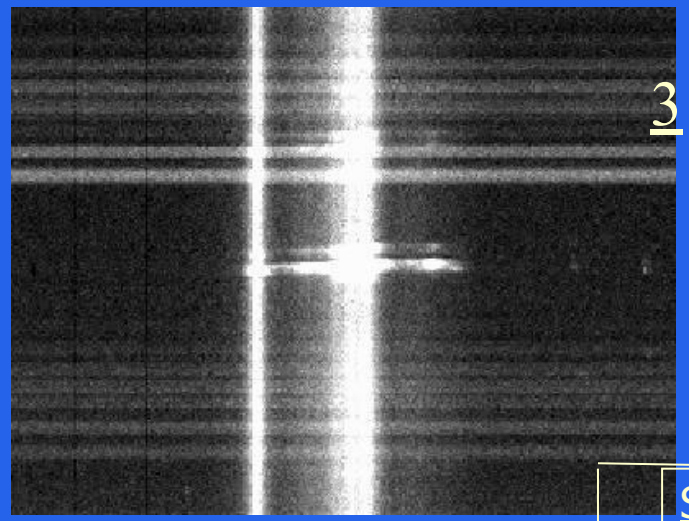
Sezione di spettro



Maschera

Raggi cosmici:
radiazione cosmica che colpisce il CCD con eventi casuali

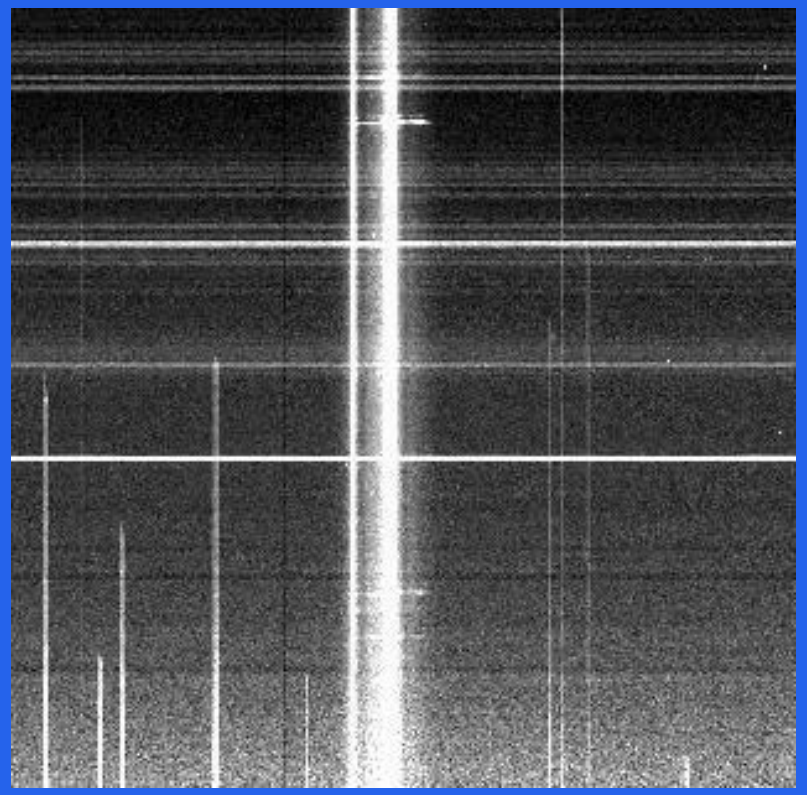
Si notano pixel o gruppi di pixel molto brillanti

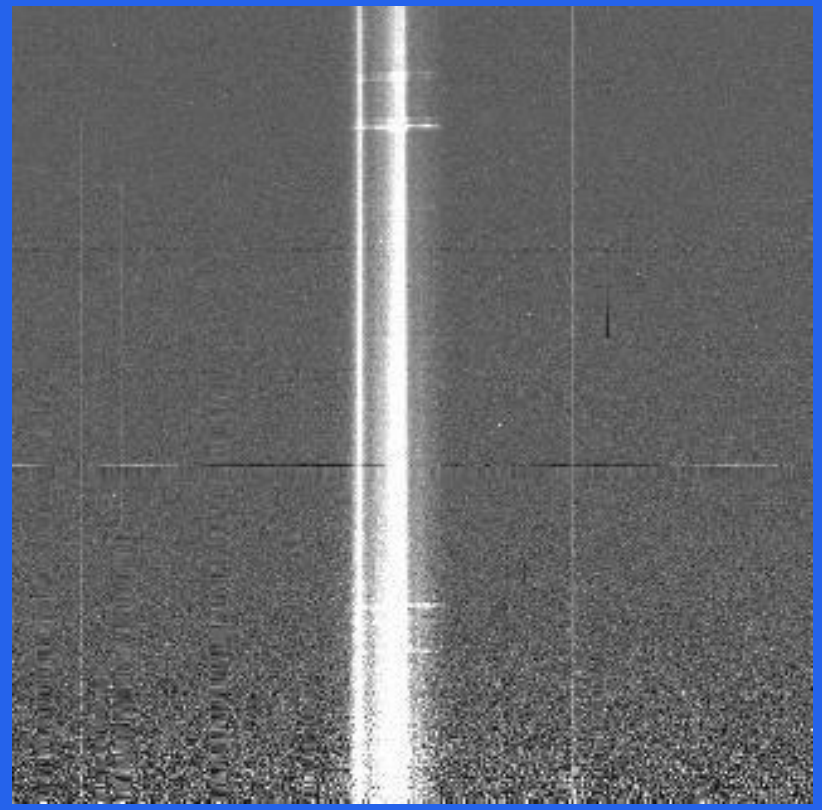


Spettro ripulito

Estrazione spettro e sottrazione del cielo

Spettro della galassia+cielo





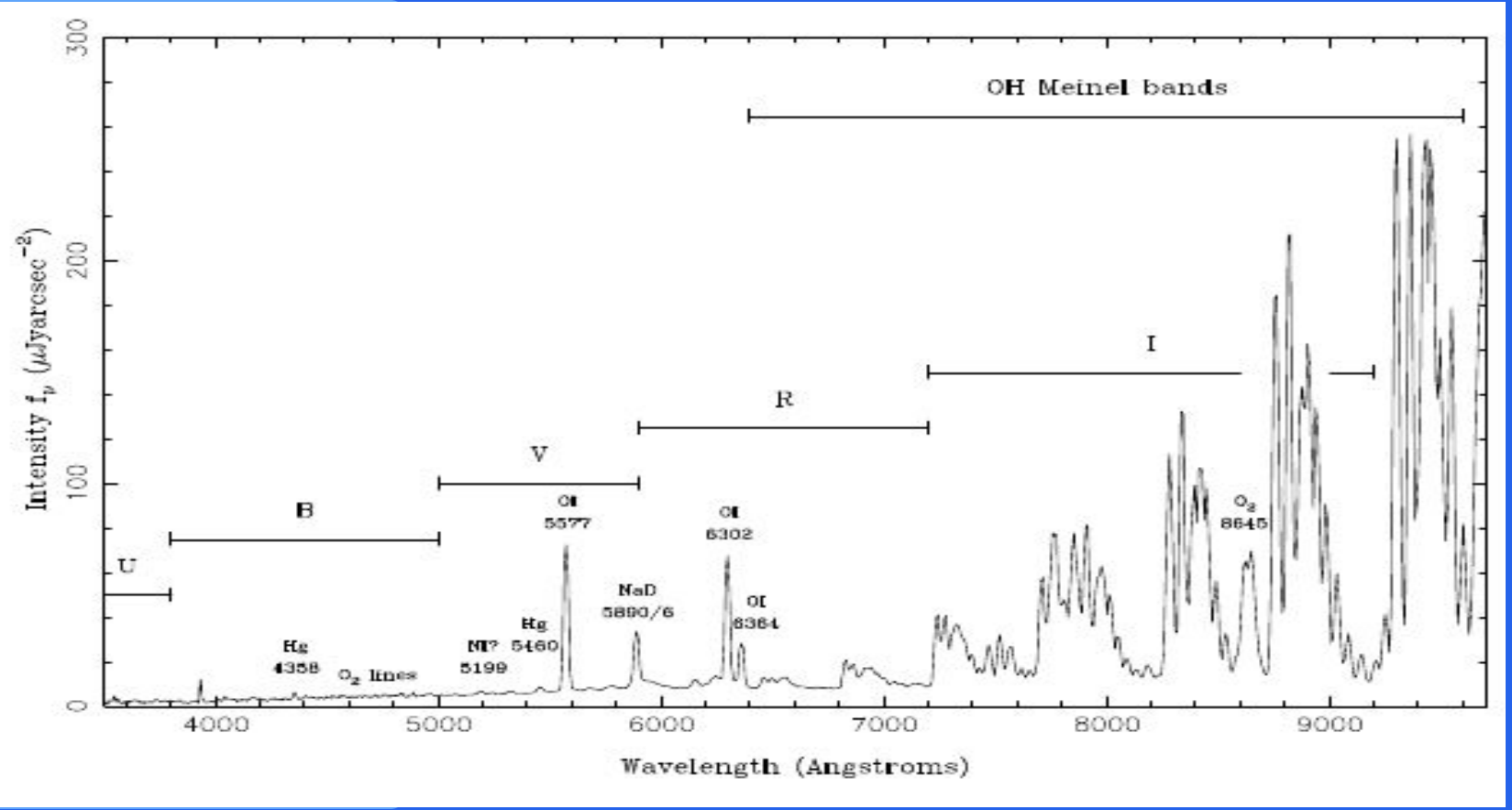
Spettro senza cielo

Spettro del Cielo di La Palma (ORM)

Caratterizzazione delle righe di emissione atmosferiche ed inquinamento luminoso presso l'Osservatorio del Roque de los Muchachos

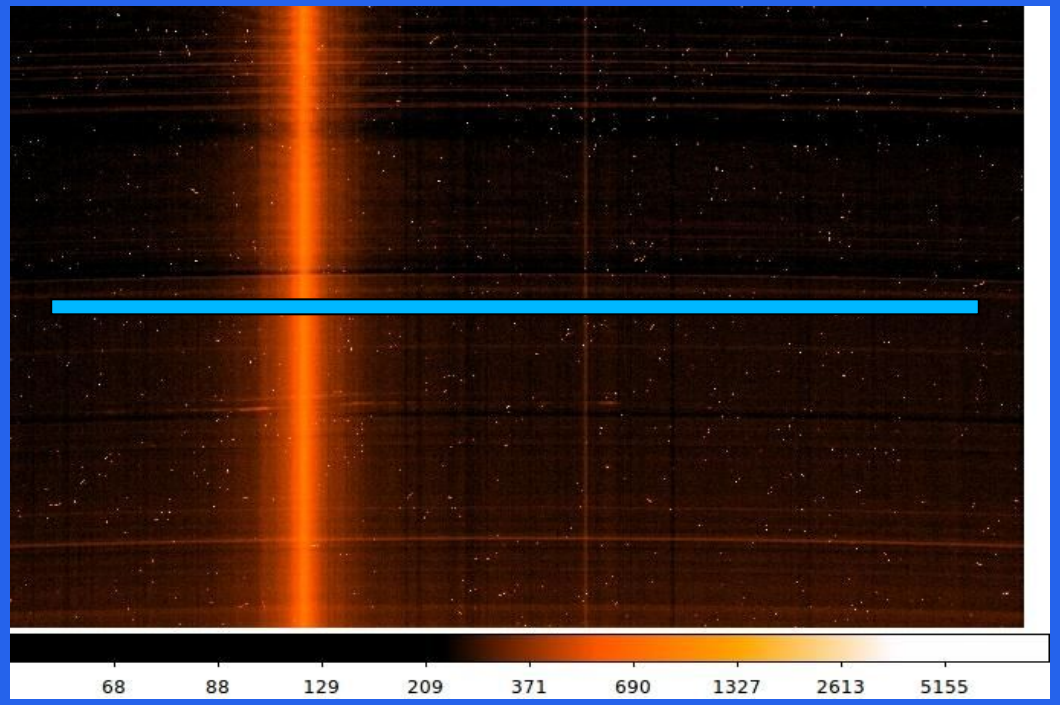
Spettro del Cielo Notturno Naturale

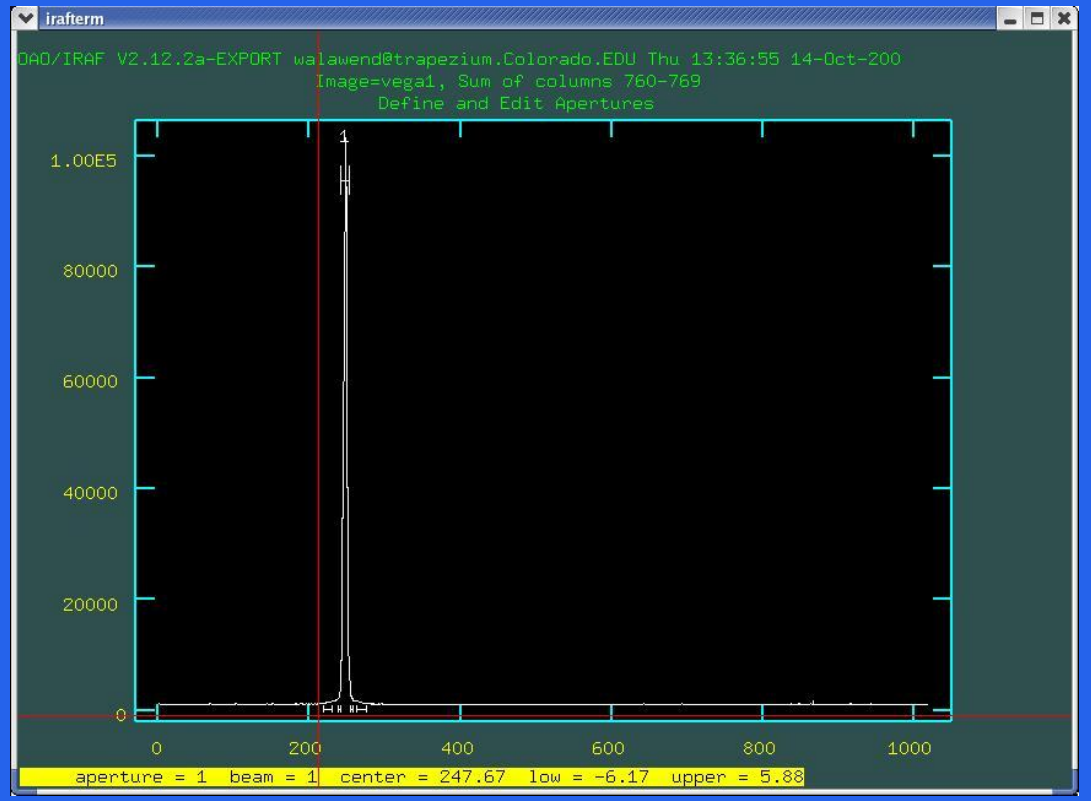
- Dominato dalle emissioni dell'alta atmosfera (Airglow).
- Righe intense di emissione dell'Ossigeno [OI] e Sodio [NaI].
- Fondo cielo visibile estremamente scuro grazie all'altitudine (2400m) e inversione termica.



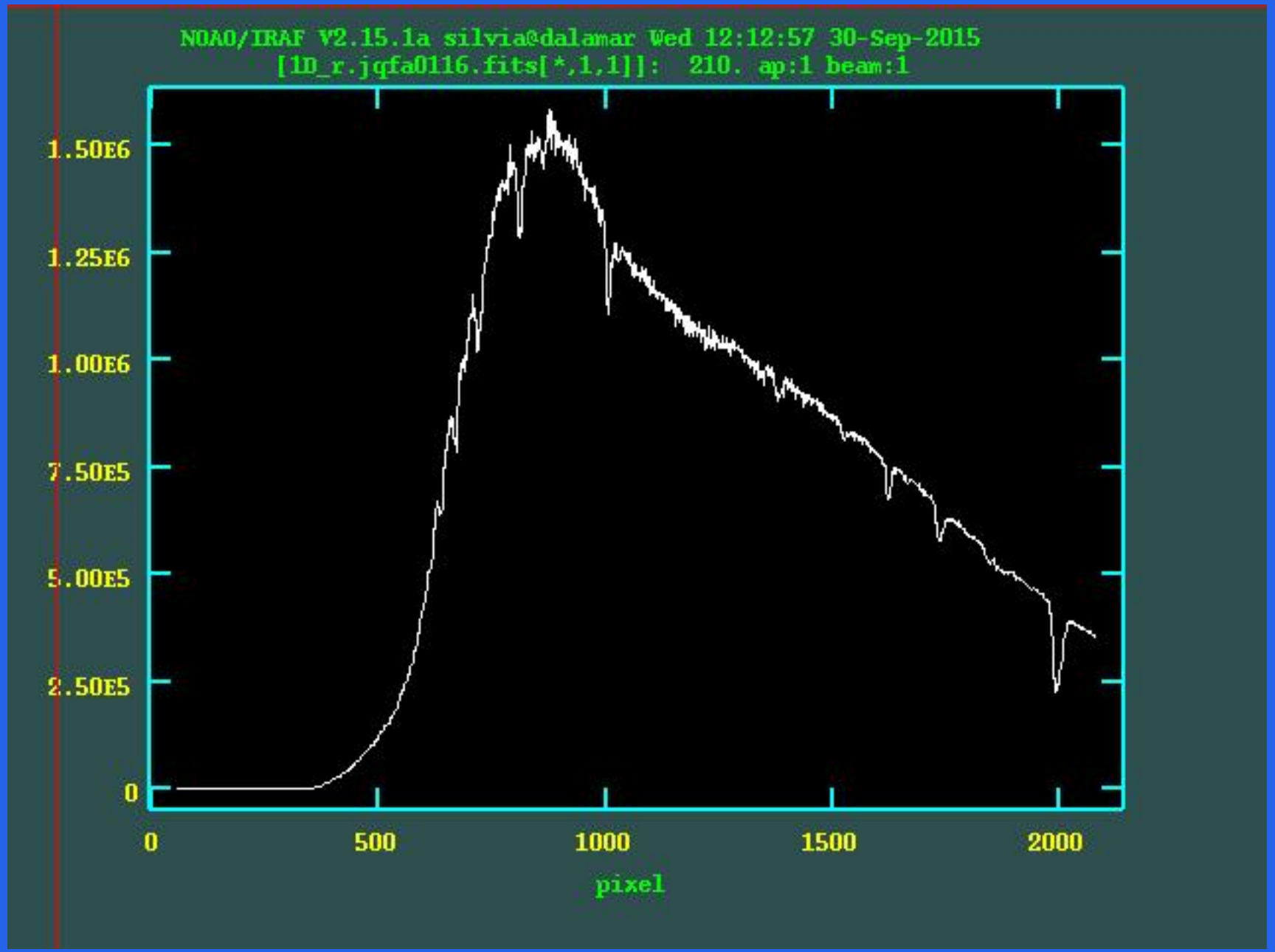
Chris R. Benn, Sara L. Ellison

Estrazione Spettro Long Slit

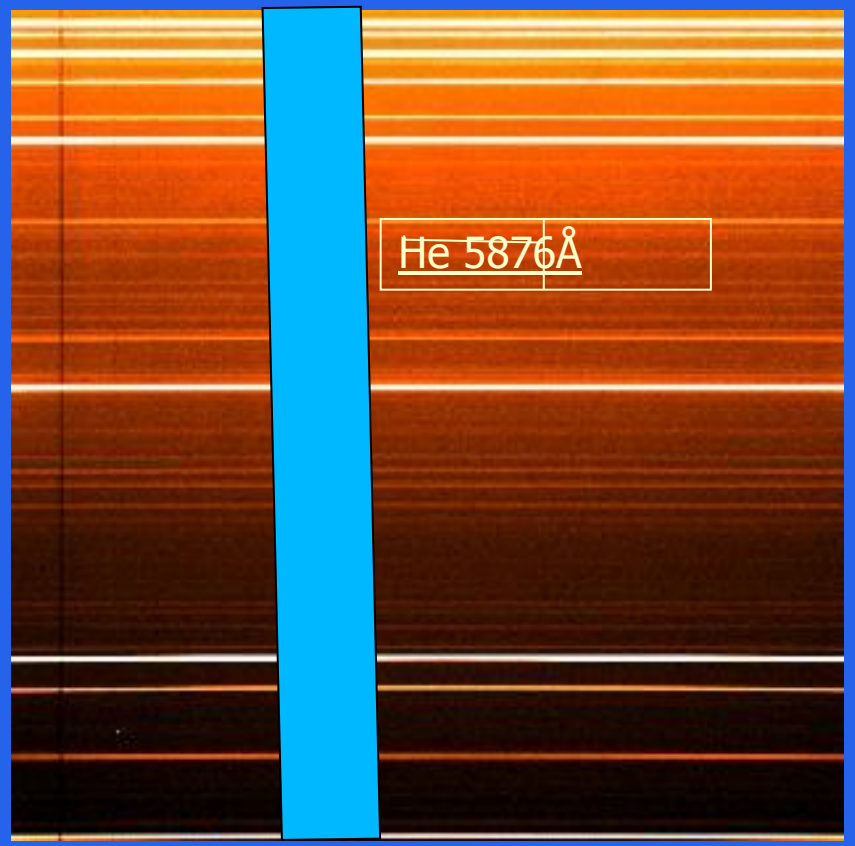




Profilo


NOAO/IRAF V2.15.1a silvia@dalamar Wed 12:12:57 30-Sep-2015
[1D_r.jqfa0116.fits[*,1,1]]: 210. ap:1 beam:1
1.50E6
1.25E6
1.00E6
7.50E5
5.00E5
2.50E5
0
0
500
1000
1500
2000
pixel

Calibrazione in lunghezza d'onda

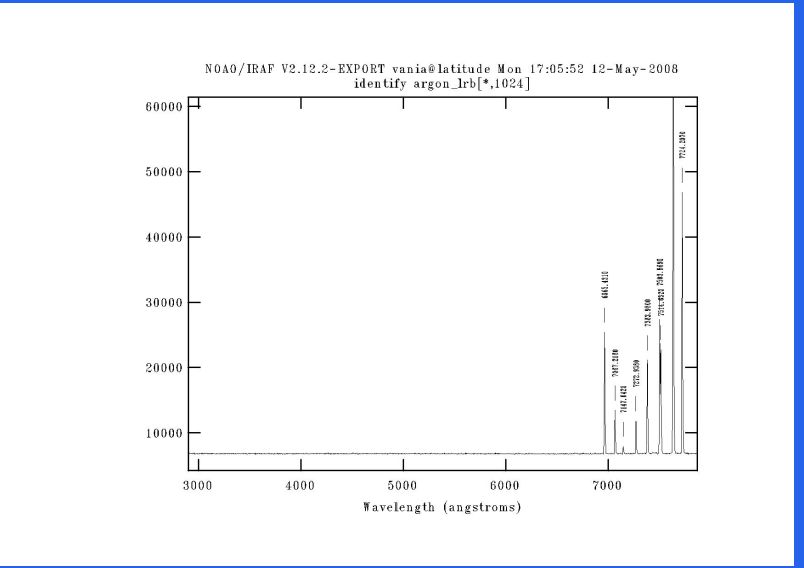


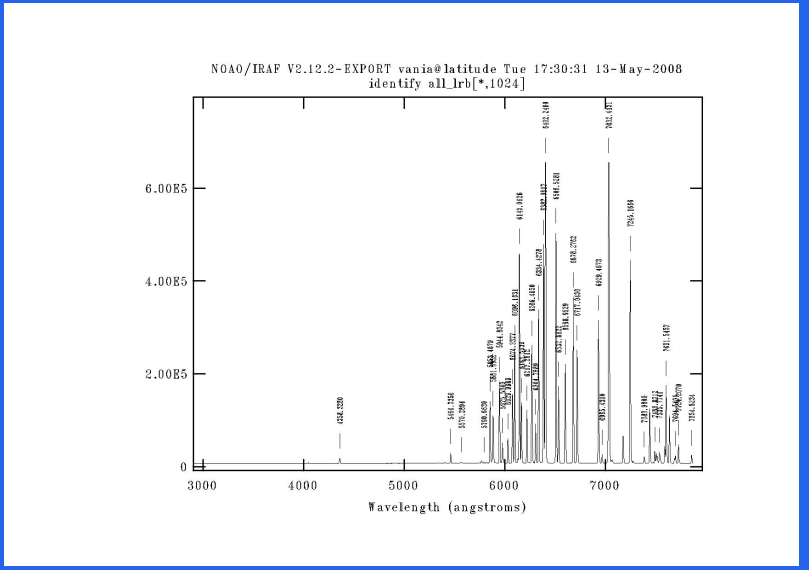
es. Spettro di He-Ar

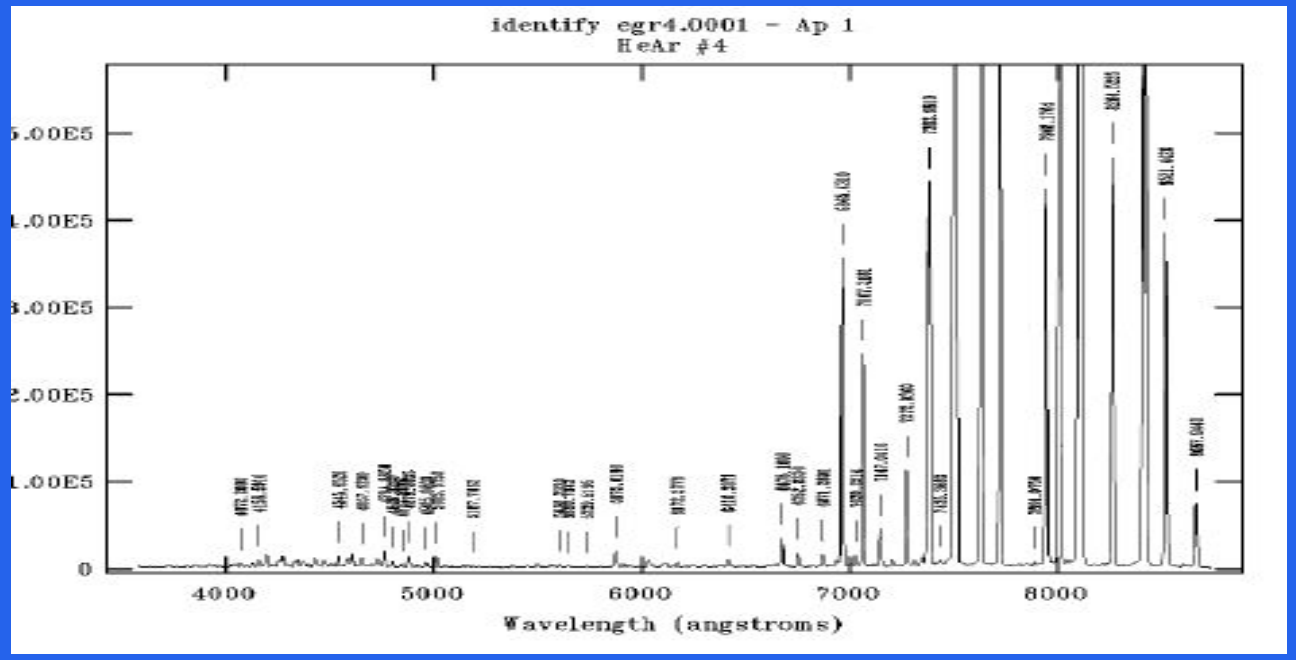
Serve lo spettro a righe di emissione (note) di una lampada
di un gas o di un miscuglio di gas

La posizione di ogni riga di emissione sull'immagine (in pixel) viene messa in relazione alla sua λ (in Å)

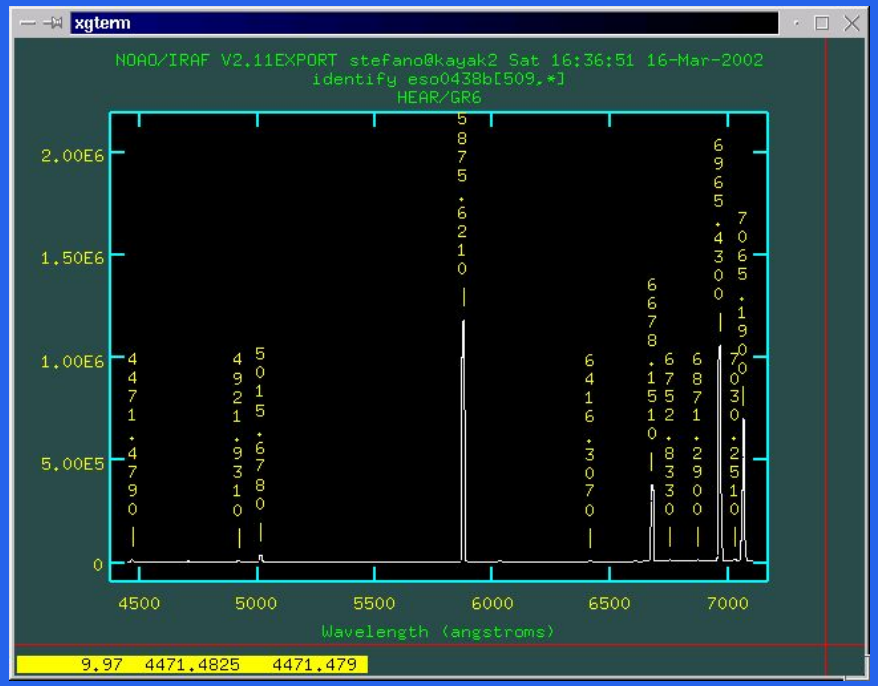
La funzione che converte da pixel in Å è detta soluzione in dispersione









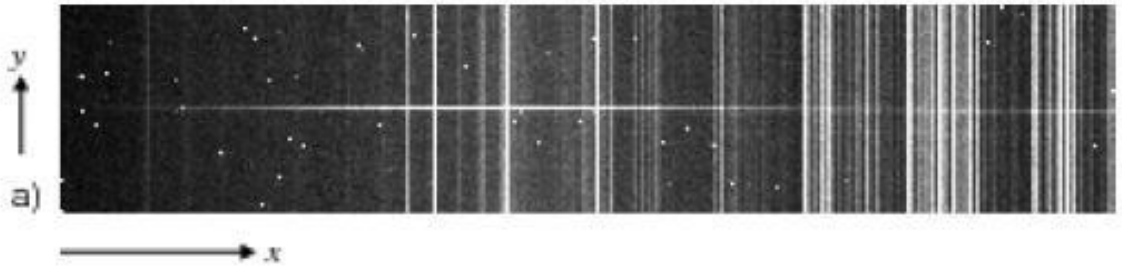


Si trova la miglior soluzione utilizzando dei polinomi (partendo dai gradi più bassi) si ottiene uno spettro con Una $\lambda_{iniziale}$ Å e un intervallo dλ Å/px

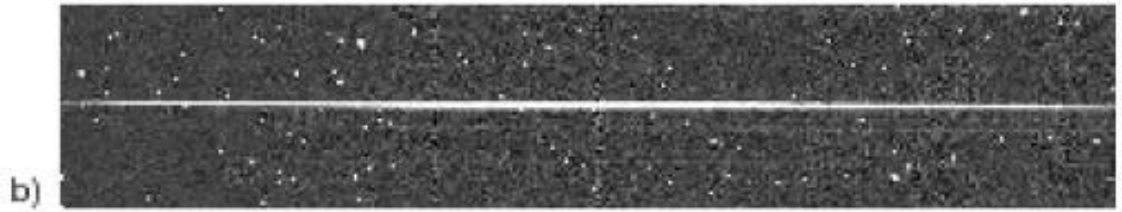
Identificazione delle righe

Data reductions: spectroscopic data 2D to 1D

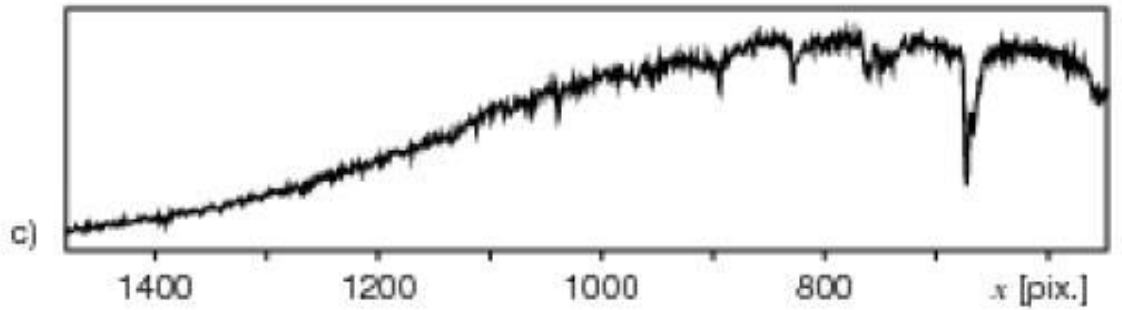
Raw target frame



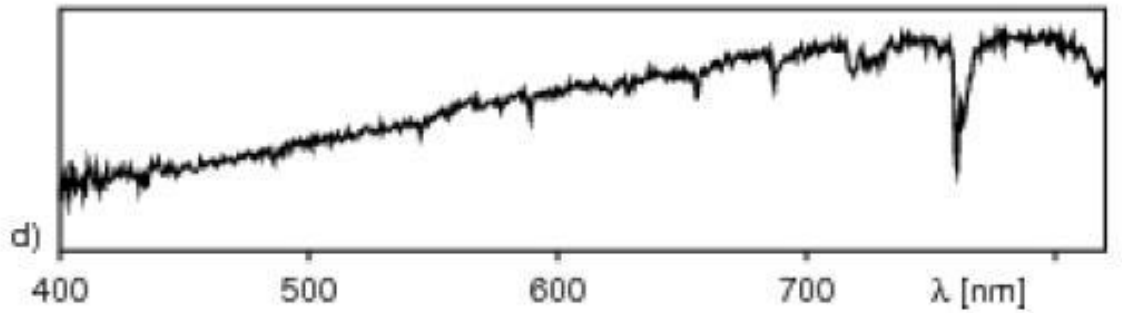
Background subtracted target frame



Extracted spectrum

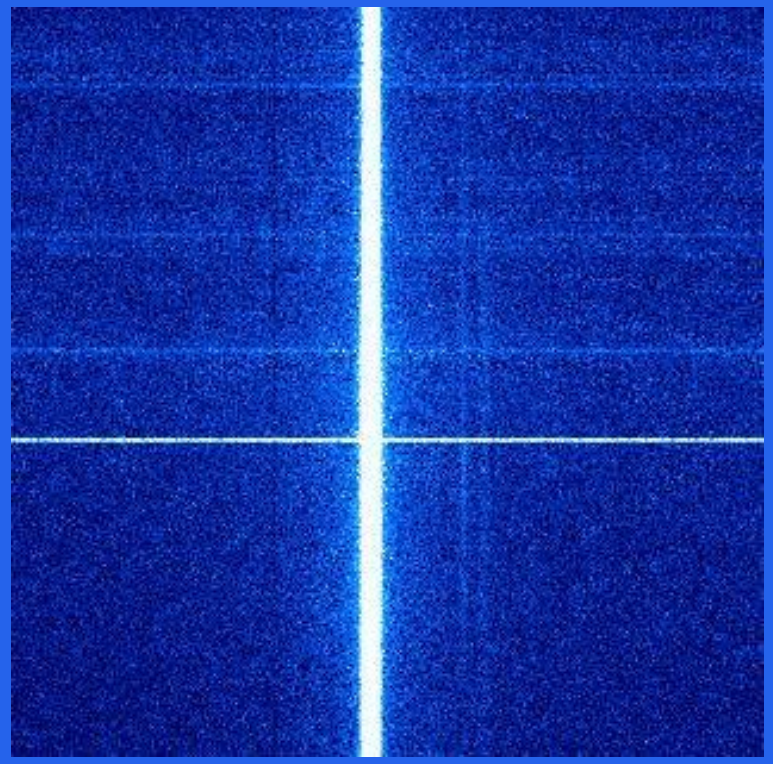


Wavelength calibrated



Calibrazione in flusso

Spettro della stella standard

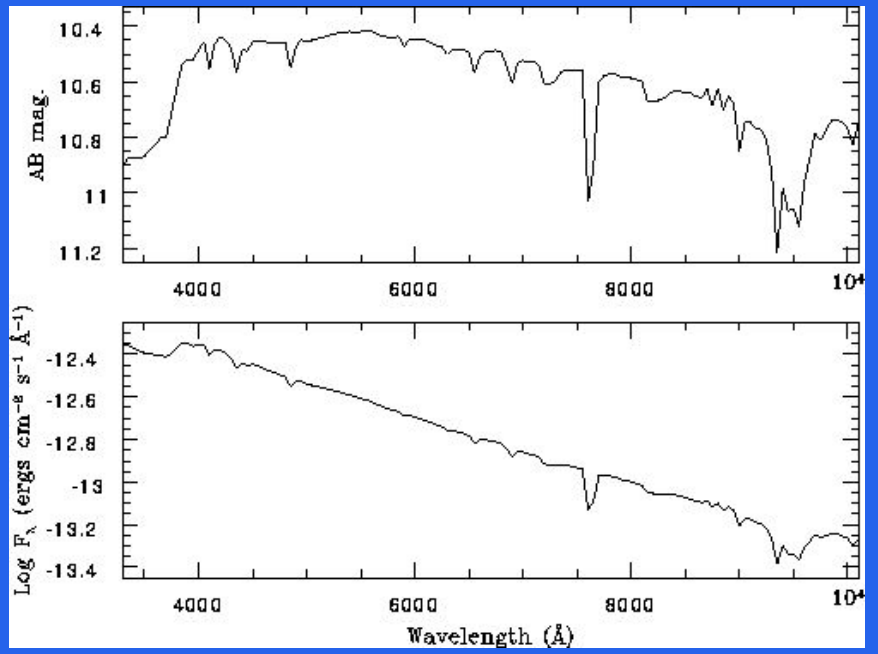


spettro di una stella standard spettrofotometrica di cui è noto il flusso in funzione della λ

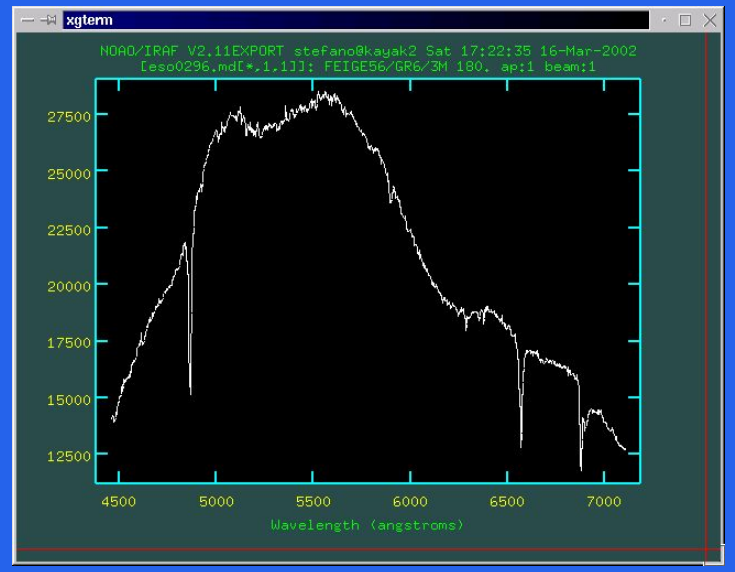
Viene rifatta la procedura di Riduzione e misurato il flusso (in conteggi di fotoni) a varie λ

Si determina la funzione di calibrazione che converte da conteggi in erg cm^{-2} sec^{-1} $Å^{-1}$

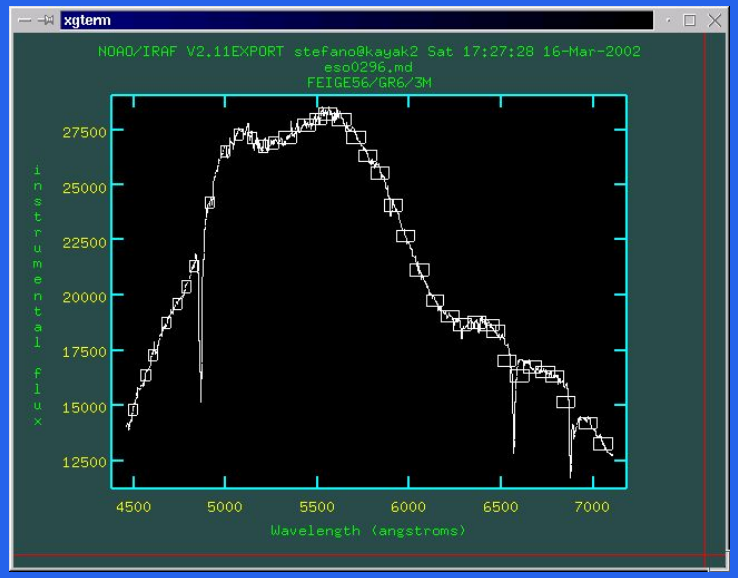
Hiltner 600



Hamuy et al (1992, 1994) data (50A bins)



Spettro 1D della stella

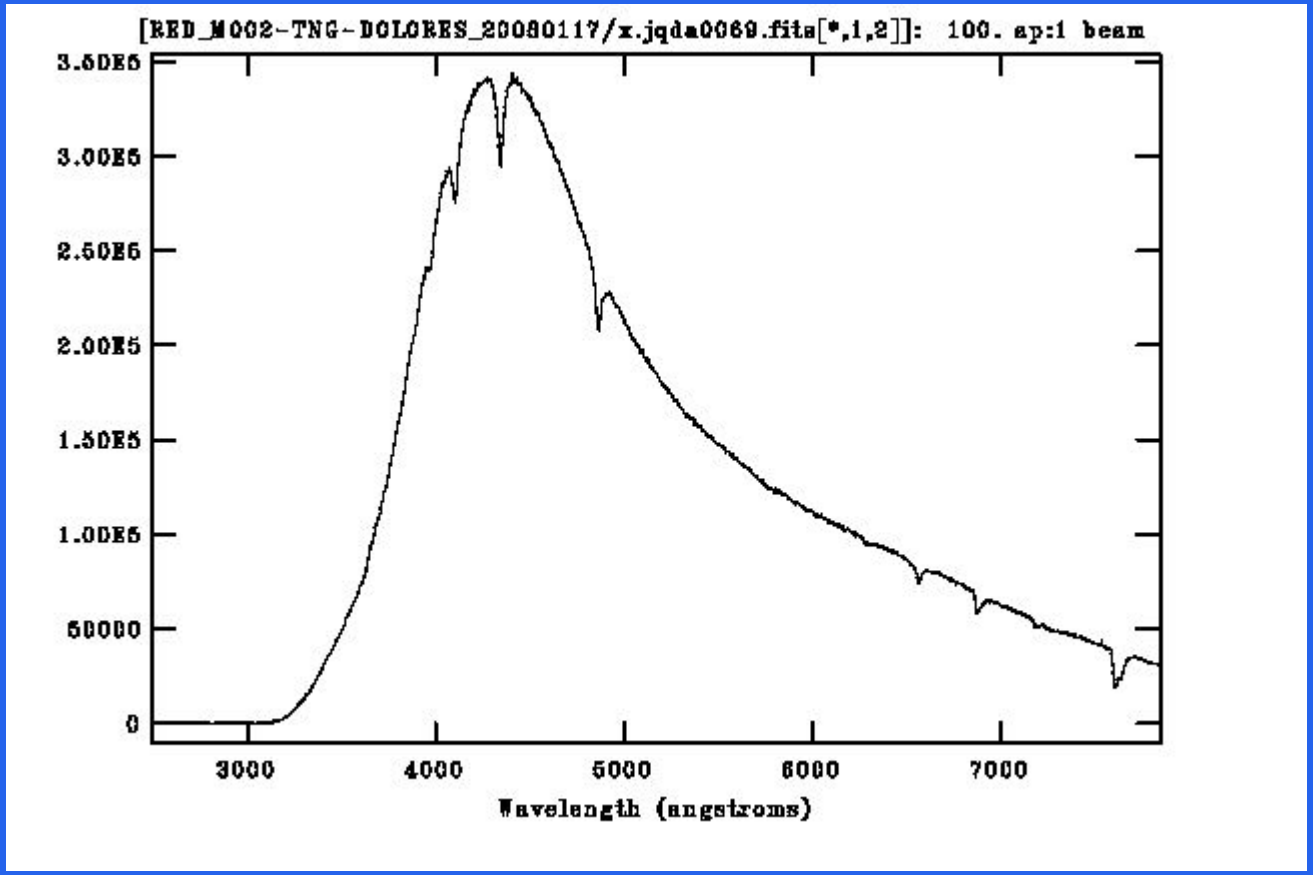


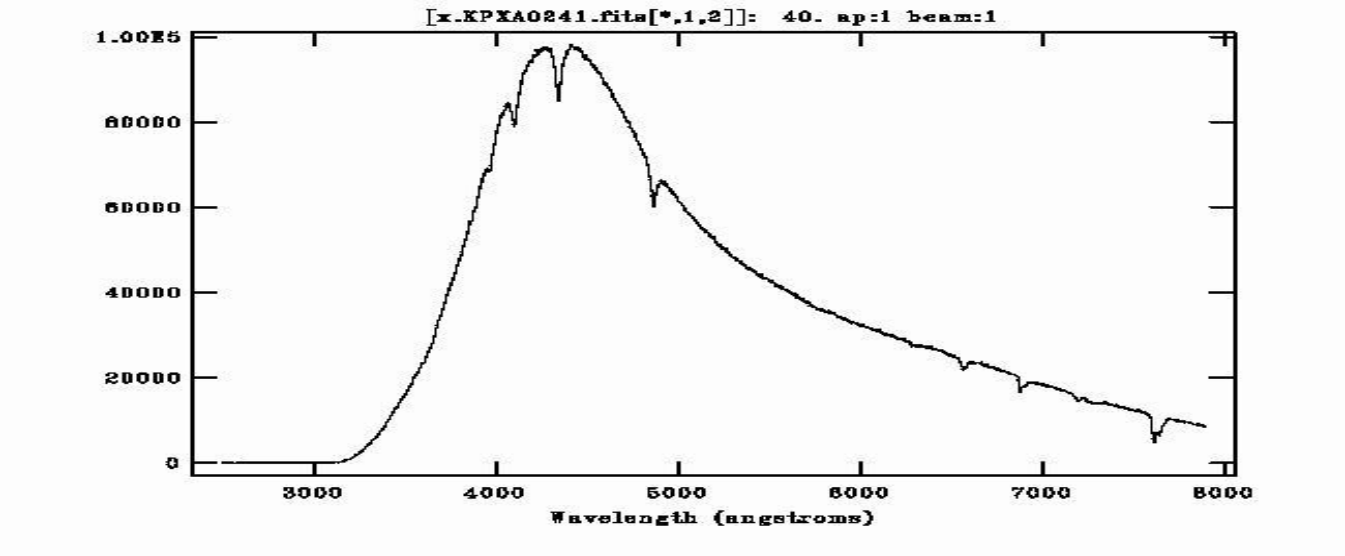
Misura dei flussi



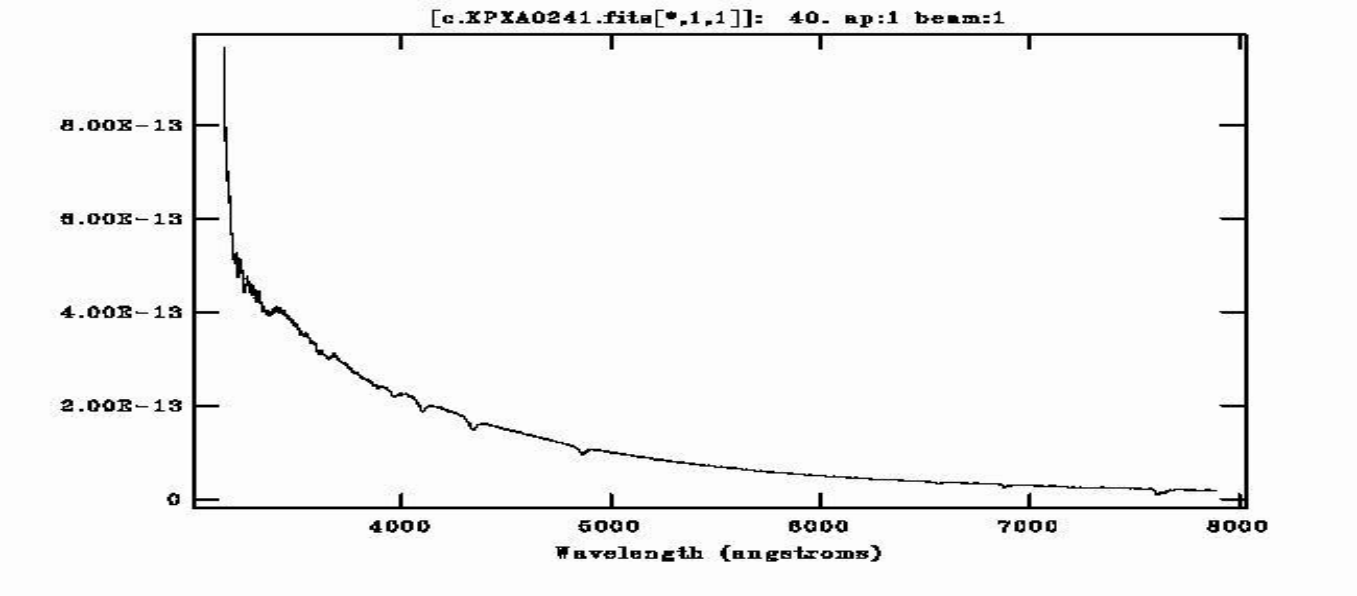
Curva di calibrazione

Spettro calibrato



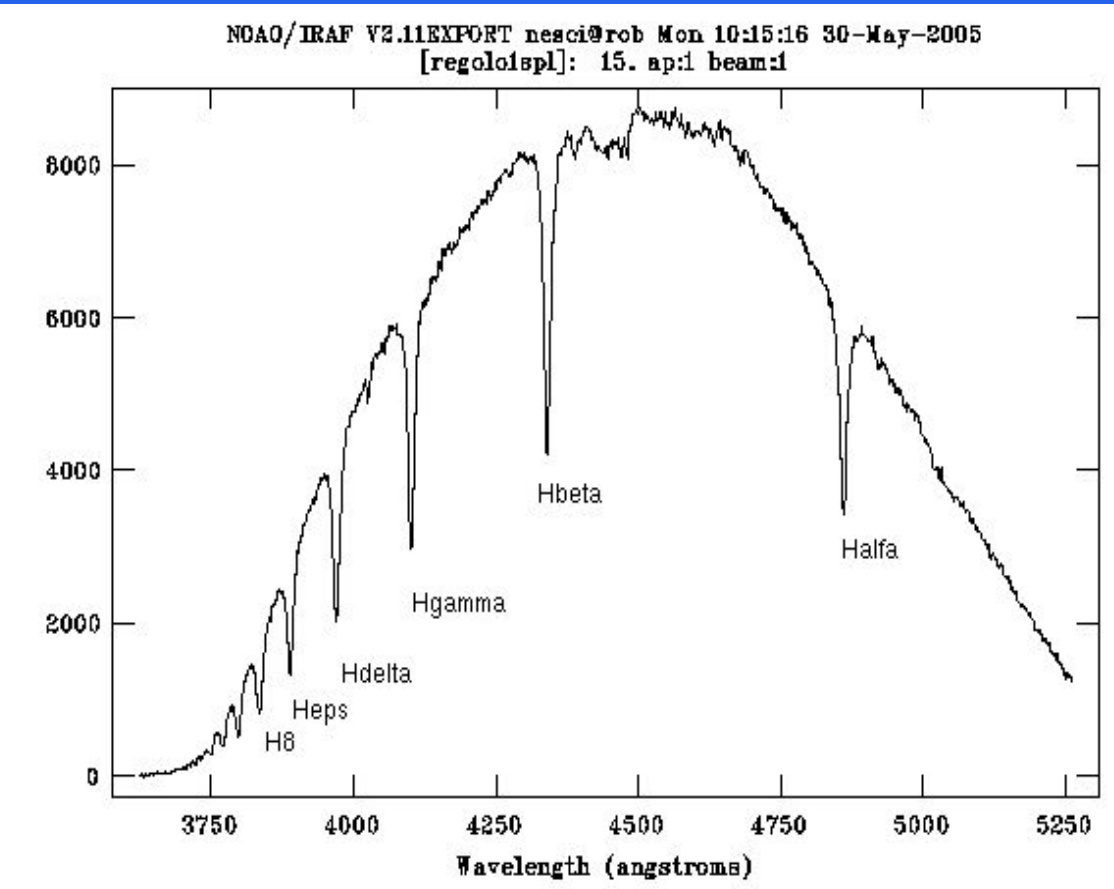


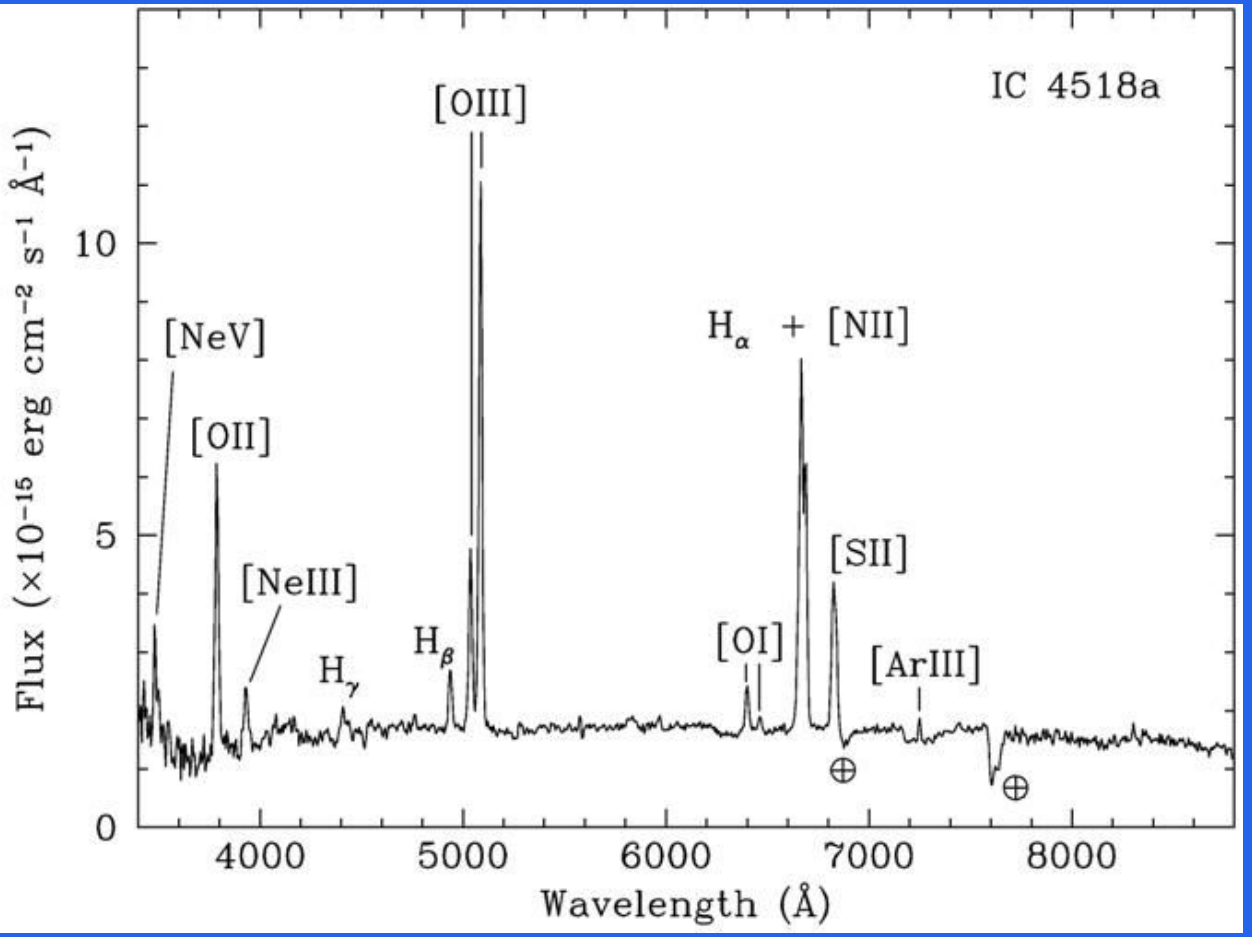
Spettro prima della calibrazione in flusso



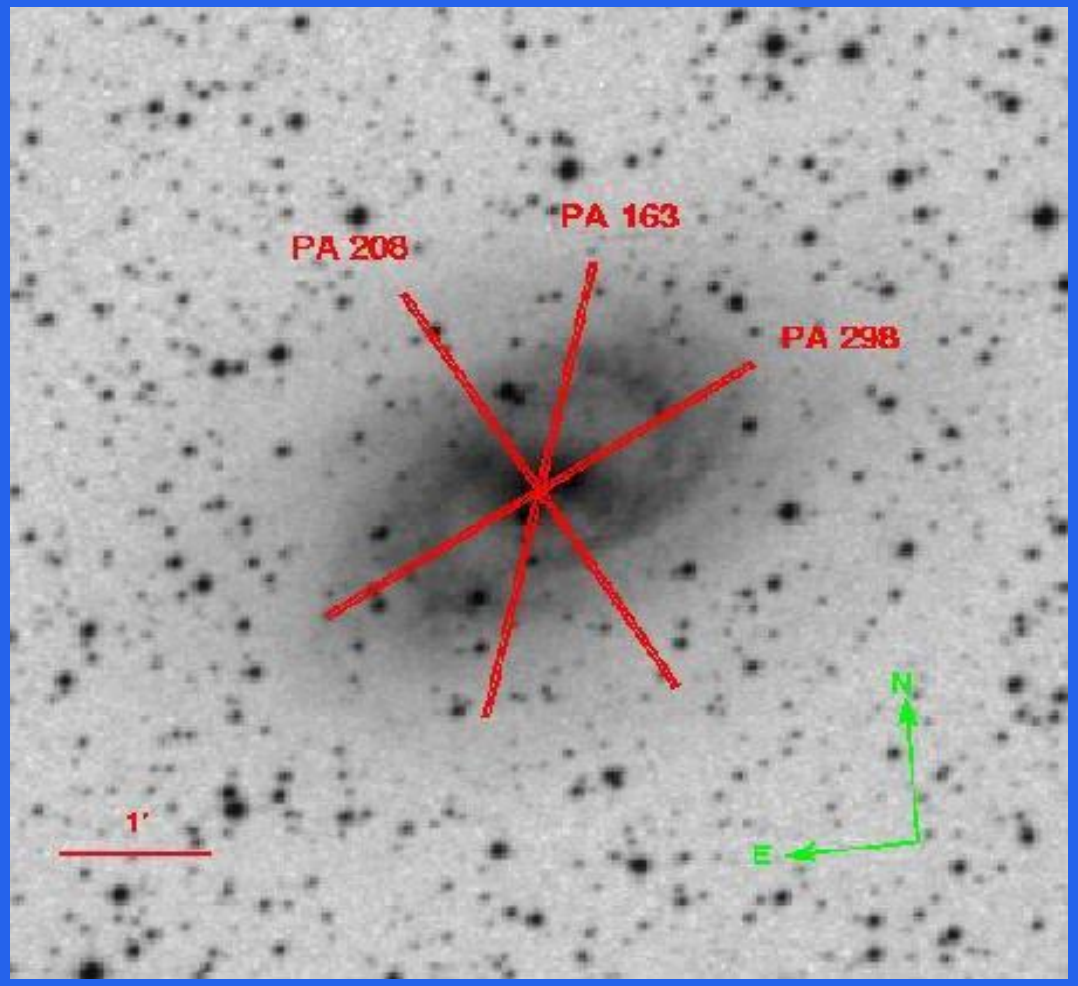
Con la calibrazione in flusso viene rimossa la non uniforme sensibilità del CCD alle varie lunghezze d'onda

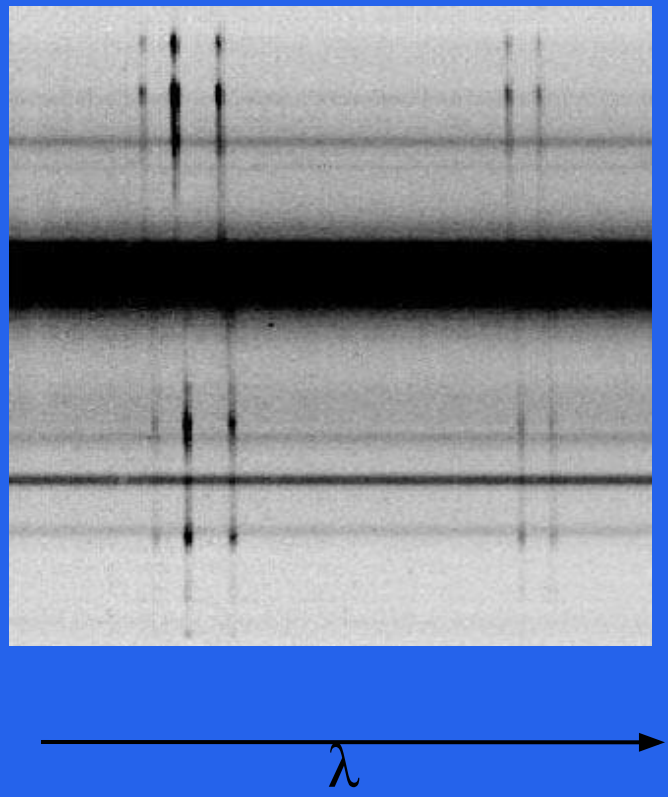
Spettro dopo la calibrazione in flusso


NOAO/IRAF V2.11EXPORT nesci@rob Mon 10:15:16 30-May-2005
[regoloispl]: 15. ap:1 beam:1
8000
6000
4000
2000
0
3750
4000
4250
4500
4750
5000
5250
Wavelength (angstroms)
H8
Heps
Hdelta
Hgamma
Hbeta
Halfa


IC 4518a
Flux (×10⁻¹⁵ erg cm⁻² s⁻¹ Å⁻¹)
10
5
0
4000
5000
6000
7000
8000
Wavelength (Å)
[NeV]
[OII]
[NeIII]
Hγ
Hβ
[OIII]
[OI]
Hα + [NII]
[SII]
[ArIII]
⊕
⊕

Cinematica delle galassie a spirale





Righe Telluriche negli Spettri?

Bande di assorbimento prodotte dall'atmosfera terrestre sovrapposte alla luce degli oggetti celesti.

01. ORIGINE

L'Atmosfera Terrestre

Durante il percorso verso i telescopi a terra, la luce di un oggetto attraversa i gas dell'atmosfera della Terra.

Le molecole atmosferiche assorbono la radiazione a lunghezze d'onda specifiche, lasciando la loro "impronta digital".

02. COMPOSIZIONE

Molecole Responsabili

I principali agenti di assorbimento tellurico sono:

- **Vapore Acqueo (H_2O):** domina nel rosso e nel Vicino Infrarosso (NIR).
- **Ossigeno (O_2):** causa profonde bande di assorbimento (es. Banda A e B nel visibile).
- **Ozono (O_3), CO_2 e CH_4:** ultravioletto e infrarosso.

03. IMPATTO

Effetti sull'Analisi

Le righe telluriche mascherano o alterano le vere caratteristiche dello spettro astrofisico.

Possono essere sovrapposte a righe di emissione o di assorbimento.

Si possono togliere osservando stelle standard telluriche.

Passaggi per la Rimozione delle Righe Telluriche

FASE 01

Acquisizione Standard Tellurica

Osservazione di una stella standard (es. stella calda di tipo A o B) ad altitudine (massa d'aria) simile a quella dell'oggetto scientifico.

• Spettro dominato dal continuo con poche righe intrinseche note.

• Registra le bande di assorbimento atmosferico (O_2 e H_2O) nelle stesse condizioni osservative.

FASE 02

Costruzione del Modello Atmospheric

Isolamento e modellizzazione delle righe telluriche dallo spettro della stella standard.

• Rimozione delle righe di assorbimento intrinseche della stella (es. righe di Balmer dell'Idrogeno).

• Normalizzazione del continuo per ottenere la funzione di trasmittanza atmosferica pura (valori 0–1).

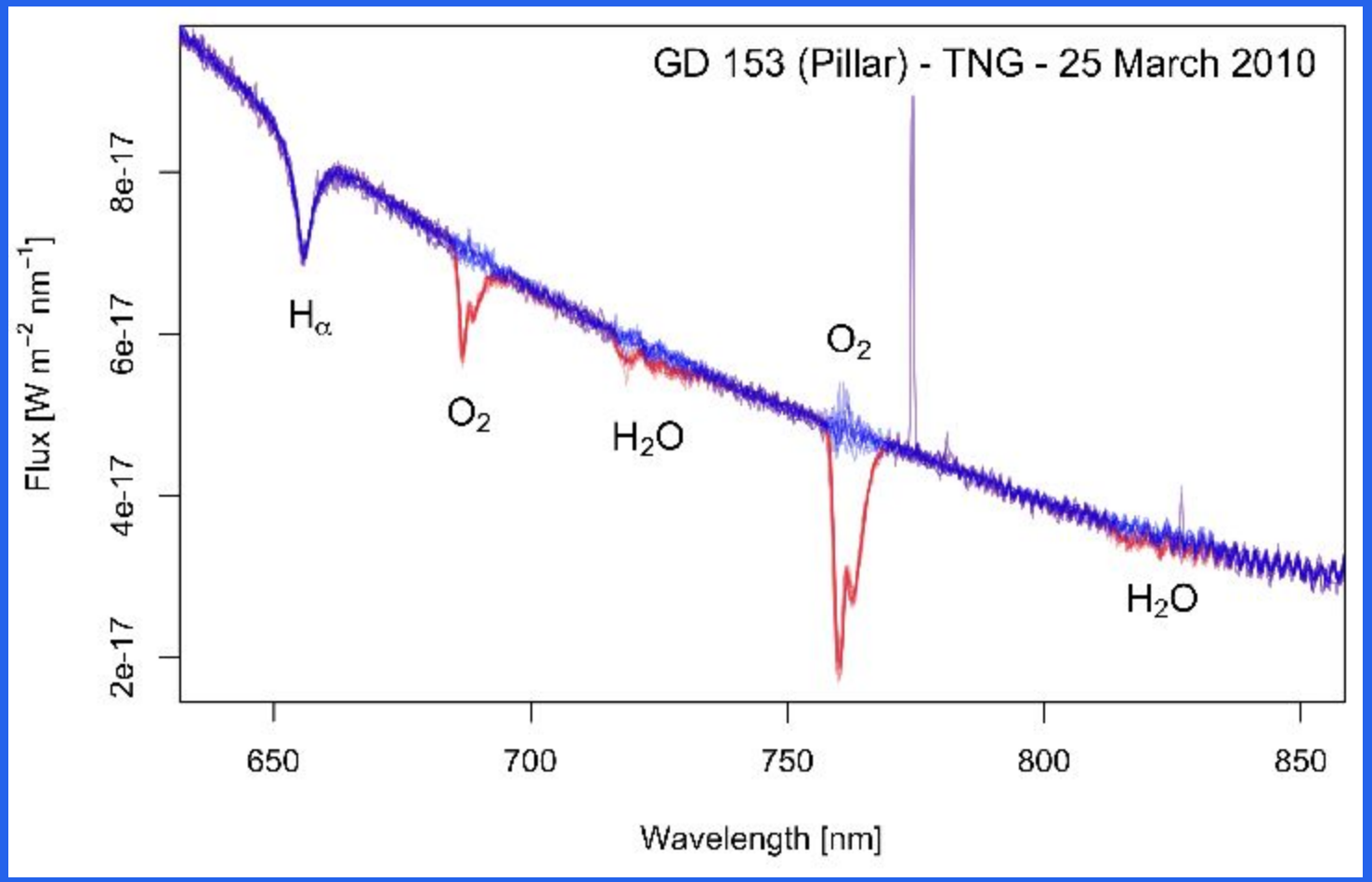
FASE 03

Correzione dello Spettro Oggetto

Divisione dello spettro del target scientifico per il modello di trasmittanza atmosferica ottenuto.

• Scalatura per la differenza residua di massa d'aria tra target e standard.

• Eliminazione delle bande di assorbimento da O_2 e H_2O nel visibile e vicino infrarosso (NIR).



Example of telluric correction for the Pillar GD 153 (SPSS 003), observed repeatedly with DoLoRes at the TNG on 25 March 2010.

E. Pancino et al

DOI:10.48550/arXiv.2103.07154

Software

- **PypeIt**: Un moderno pacchetto basato su **Python** per la riduzione semi-automatizzata di dati spettroscopici a fenditura (long-slit, multi-slit ed echelle) per grandi telescopi (c'è anche DOLORES)

- **IRAF (Image Reduction and Analysis Facility)**: Storico e potente pacchetto del NOAO (oggi gestito tramite distribuzioni aggiornate in Python come *Pyraf*

- **ESO-MIDAS**: Pacchetto storico sviluppato dall'ESO per la riduzione di imaging e spettroscopia dei propri telescopi

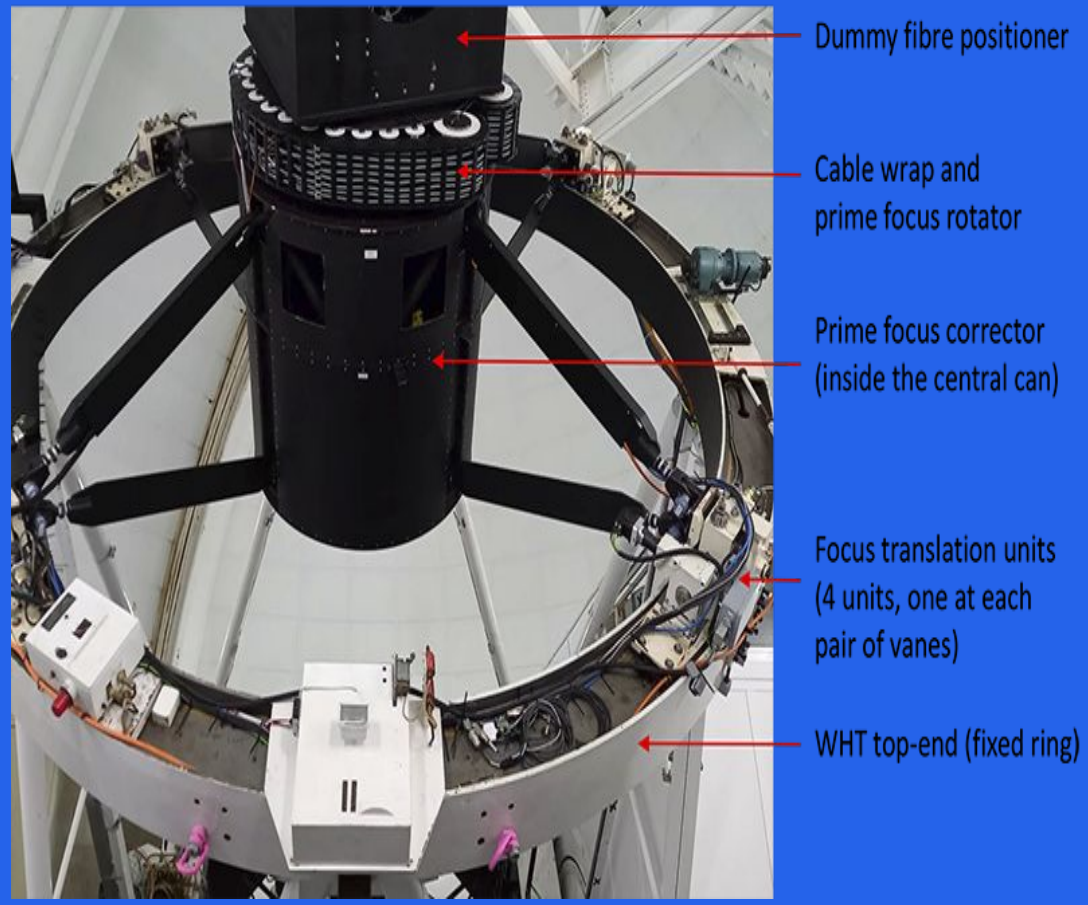
Spettrografi Multi-Fibra

Tecnologia & Caratteristiche Principali

Gli spettrografi multi-fibra consentono l'osservazione spettroscopica simultanea di centinaia o migliaia di oggetti celesti in un singolo campo di vista.

Vantaggi (es. WEAVE):

- **Elevata Efficienza:** Posizionamento robotico di molte fibre ottiche ad alta precisione.
- **Flessibilità Spettrale:** Capacità di commutare tra bassa (R~5000) ed alta risoluzione (R~20000).
- **Modalità di Osservazione:** Per il fondo cielo vengono dedicate fibre apposite
- **Perdita dell'informazione spaziale dell'oggetto:** La fibra raccoglie la luce all'interno di un piccolo cerchio fisso

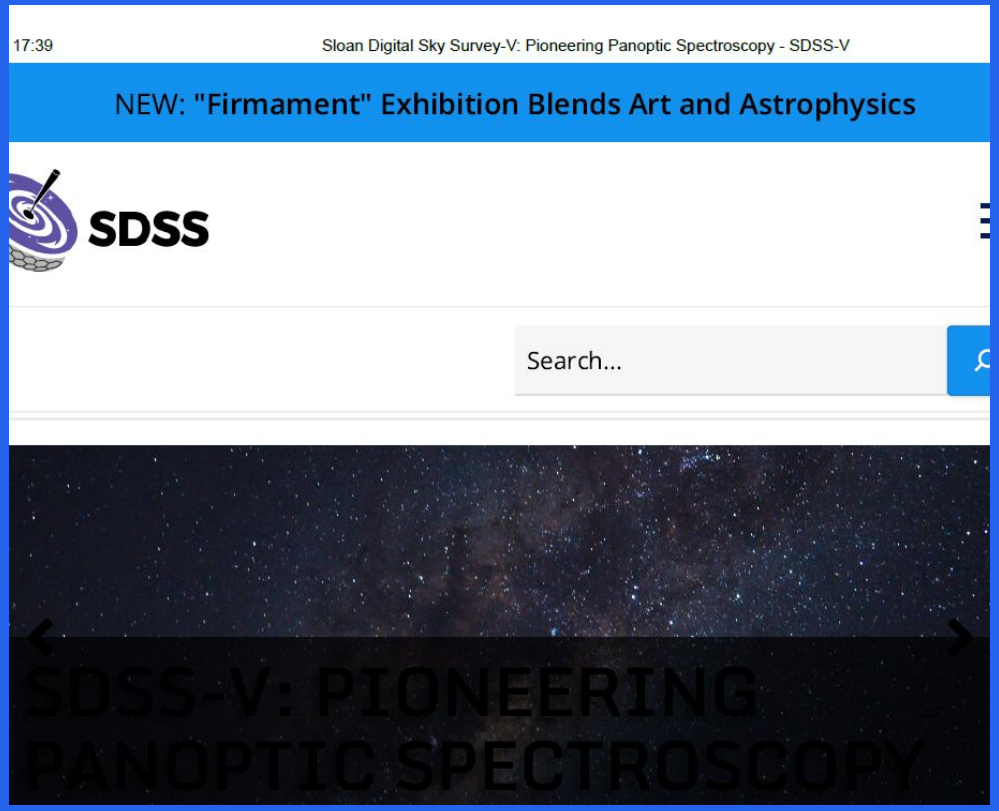


Sloan Digital Sky Survey (SDSS)

La **Sloan Digital Sky Survey (SDSS)** fornisce spettroscopia ottica e IR multi-epoca su tutto il cielo.

Caratteristiche principali:

- Composta da diverse survey con differenti prodotti dati.
- Acquisizione di imaging e spettroscopia di un'ampia porzione del cielo settentrionale.
- Sito web ufficiale: https://www.sdss.org/



https://dr17.sdss.org/optical/spectrum/search

SDSS Science Archive Server (SAS)

Basic Search | Bulk Search | Bitmasks

Spectrum Search

RUN2D v5_13_2 | 26 | 103 | 104

Spectrograph BOSS | SDSS **Class** GALAXY | QSO | STAR

Plate e.g., 3606

MJD e.g., 55182

FiberID(s)

e.g., 1-20, 24 (or leave empty for all fiberIDs)

Spec Primary

RA

NASA Astrophysics Data System (ADS)

Il Database Bibliografico Principale

L'**NASA ADS** è una banca dati digitale ad accesso libero gestita dal Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) per la NASA.

Caratteristiche principali:

- **Copertura Completa:** Indicizza milioni di articoli in Astronomia, Astrofisica, Fisica e Geofisica.
- **Strumenti di Ricerca Avanzati:** Permette di tracciare citazioni, metriche dell'impatto scientifico ed abstract.
- **Integrazione Dati:** Collegamento diretto a cataloghi astronomici come VizieR, NED e SIMBAD.
- **Accesso Diretto:** Link a preprint (arXiv) e articoli scientifici originali.

Sito ufficiale: https://ui.adsabs.harvard.edu/

Letteratura & Paper
Milioni di pubblicazioni e preprint

Metriche & Citazioni
Analisi delle citazioni e h-index

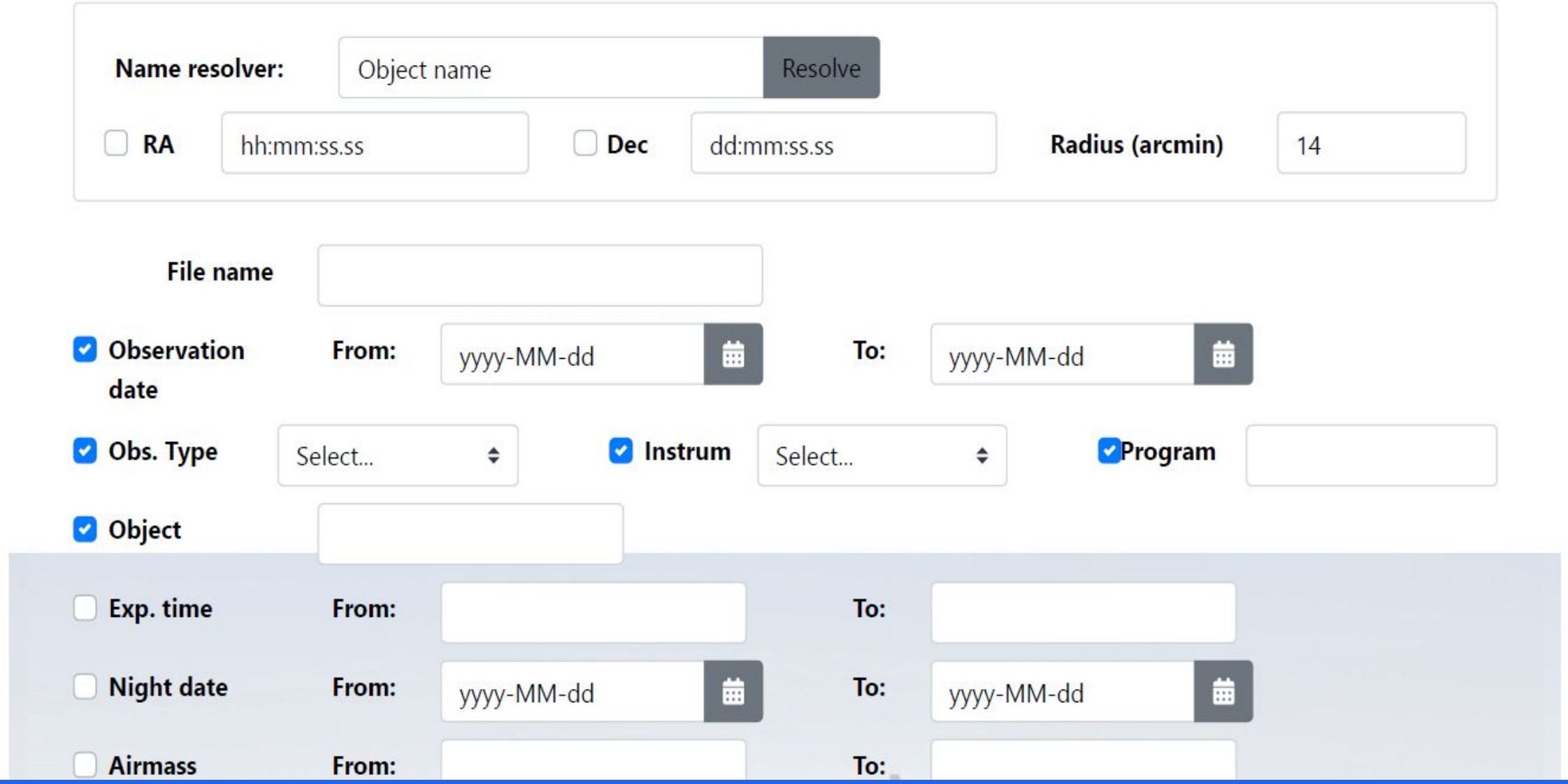
Connessione ai Dati
Link diretti ai dati osservativi

Uso Frequente per la Ricerca:

- Ricerca per autore, affiliazione o oggetto celeste.
- Esportazione citazioni in BibTeX, RIS, ed altri formati.
- Monitoraggio delle pubblicazioni

http://archives.ia2.inaf.it/tng/

https://ia2.inaf.it/en/archivi-ia2/



Grazie per l'attenzione!

Domande e Discussione

Contatti

Silvia Galleti

INAF - Istituto Nazionale di Astrofisica

Email: silvia.galleti@inaf.it