

# NGC3198

## Analisi morfologica

### Obiettivi e procedure

Analizzare la morfologia della galassia NGC 3198, determinandone le sue caratteristiche principali e confrontandole con quelle delle galassie di tipo simile.

### Isote

Le isote sono delle linee che uniscono tutti i punti di uguale intensità superficiale.



### Classificazione morfologica della galassia



### Approssimazione ellissi

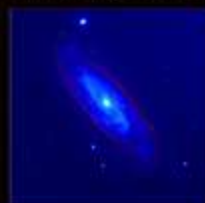


- È stata individuata la curva che meglio approssima la forma del corpo da studiare
- I dati sono stati inseriti nel programma IRAF



### Elaborazione isofote

Con IRAF sono state calcolate le isofote e sulla base di quelle le ellissi che meglio le approssimano.



Filtro Red



Filtro Green

### Calcolo scala angolare

La dimensione angolare della galassia è stata calcolata in base alla sua distanza e alla sua scala angolare.

$$\theta = \frac{D}{d} \approx \frac{17.5 \text{ kpc}}{100 \text{ Mpc}} \approx 0.175 \text{ arcsec}$$

| Parametro           | Valore       |
|---------------------|--------------|
| Dimensione angolare | 0.175 arcsec |
| Scala angolare      | 0.175 arcsec |

Prendendo come riferimento la scala angolare della galassia, si può calcolare la scala angolare di qualsiasi oggetto.

### Calcolo scala spaziale



Utilizzando la distanza della galassia e la sua scala angolare, si può calcolare la scala spaziale della galassia.

$$r = \theta \cdot d \approx 0.175 \text{ arcsec} \cdot 100 \text{ Mpc} \approx 17.5 \text{ kpc}$$

### Stima del contributo del cielo

Utilizzando il programma IRAF, si può stimare il contributo del cielo alla intensità della galassia.

$$I_{\text{gal}} = I_{\text{tot}} - I_{\text{sky}}$$

$$I_{\text{gal}} = \frac{I_{\text{tot}} - I_{\text{sky}}}{N}$$

### Calcolo intensità superficiale

Utilizzando il programma IRAF, si può calcolare l'intensità superficiale della galassia.



$$I_{\text{surf}} = \frac{I_{\text{gal}}}{A}$$



### Stima del tipo morfologico secondo de Vaucouleurs

Utilizzando il tipo morfologico della galassia, si può stimare il tipo morfologico secondo de Vaucouleurs.

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

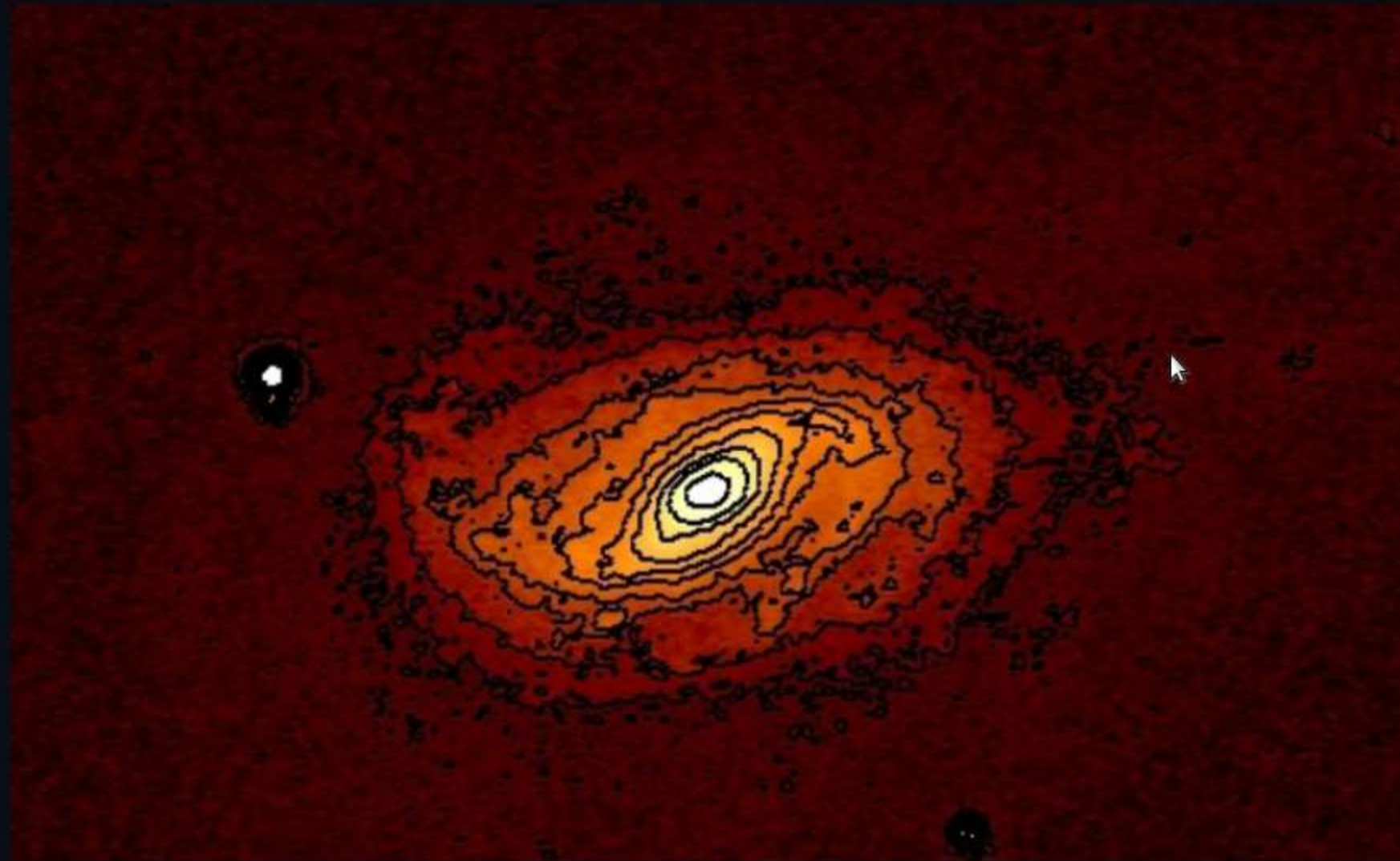
$$r_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{gal}}}{I_{\text{surf}}}$$

# Obiettivi e procedure:

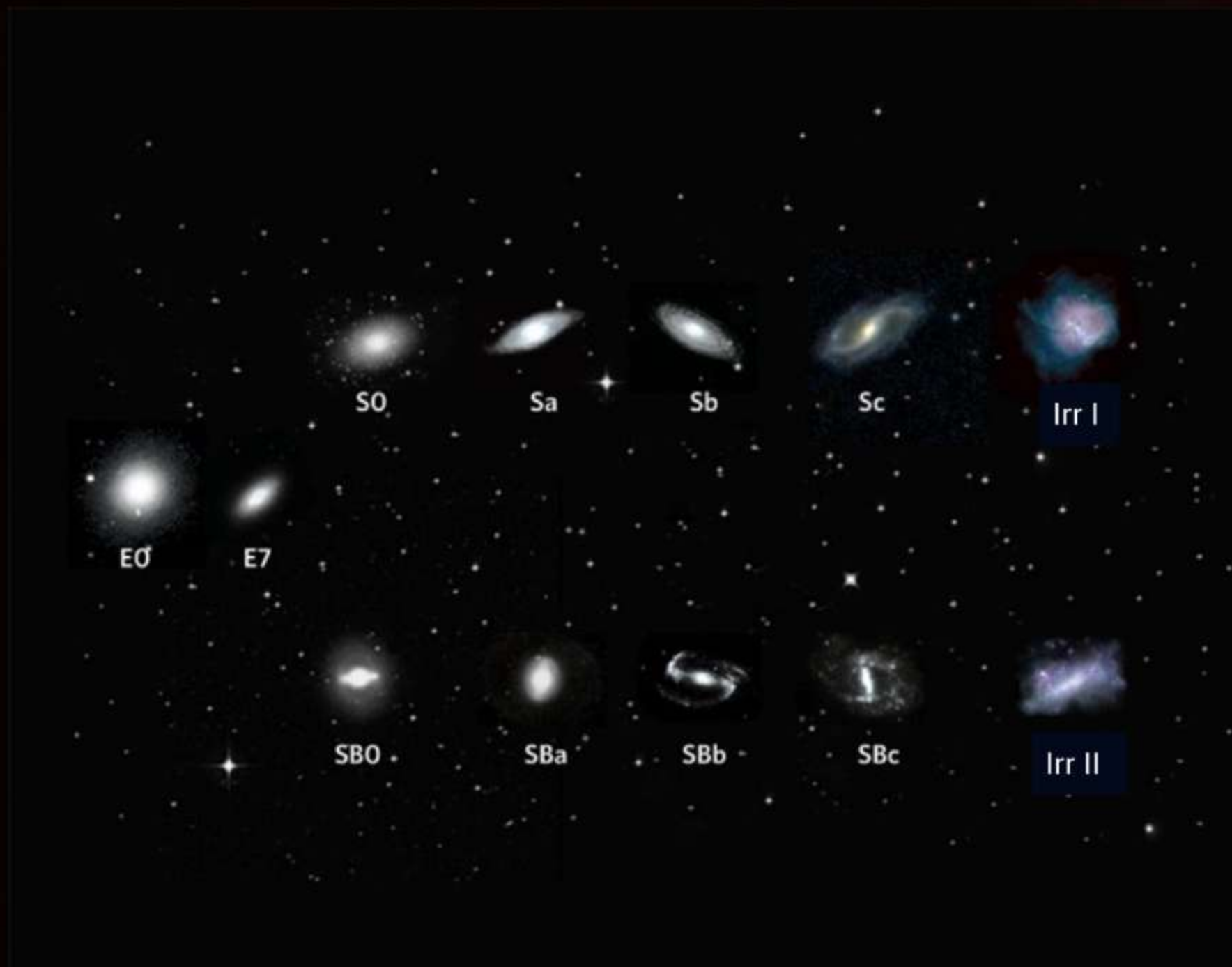
- Riprodurre le isofote della galassia NGC3198 approssimandole con un modello matematico (ellisse)
- Analizzare l'intensità media di ogni anello ellittico
- Tracciare il grafico brillanza-semiasse maggiore della galassia interpolando il profilo con leggi empiriche, individuando le componenti principali della galassia
- Determinare il rapporto tra intensità del bulge e intensità totale della galassia (B/T)
- Stimare il tipo morfologico secondo Hubble della galassia

# Isofote

Le isofote sono delle linee che uniscono tutti i punti ad uguale intensità superficiale



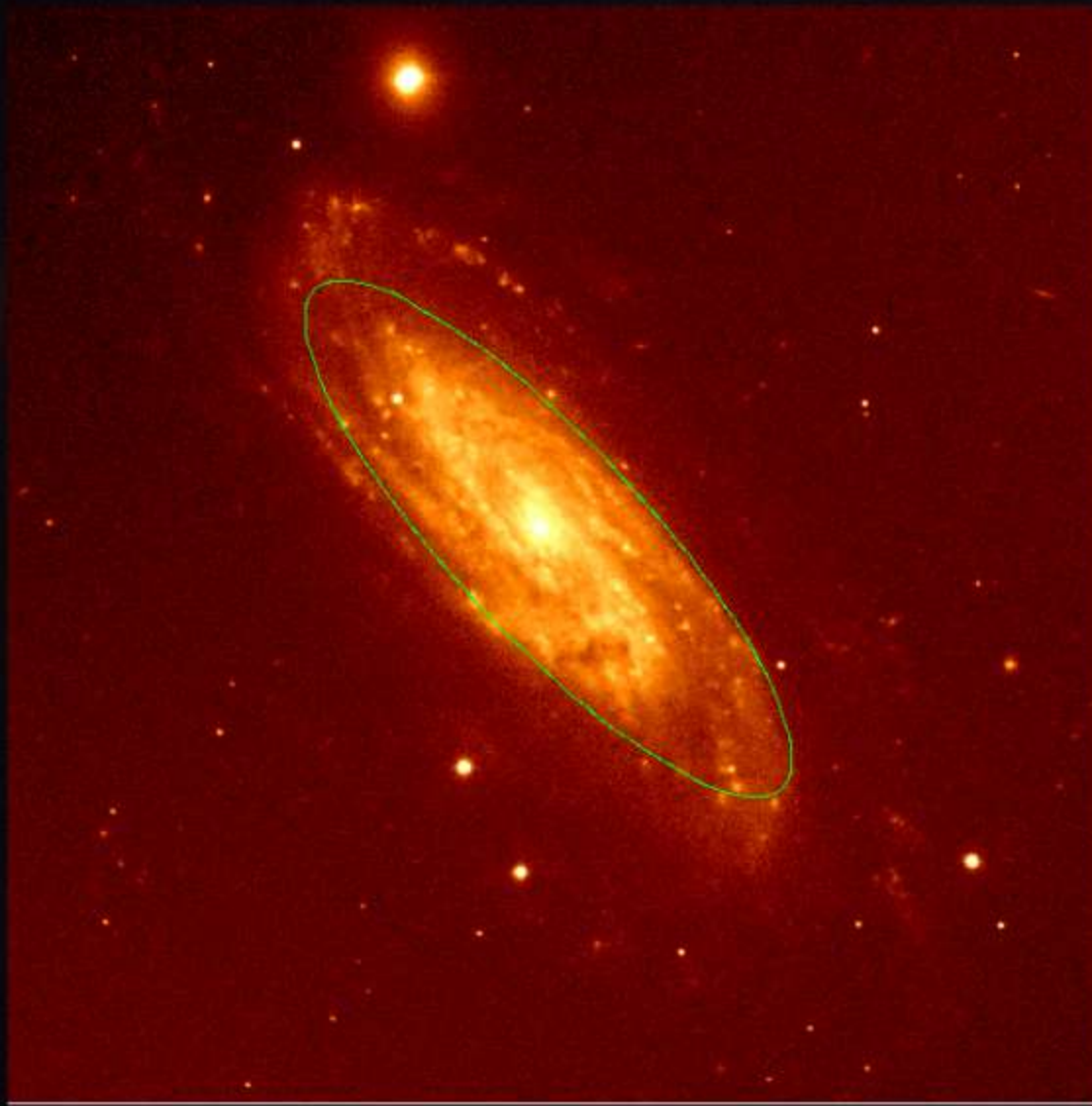
# Classificazione morfologica delle galassie



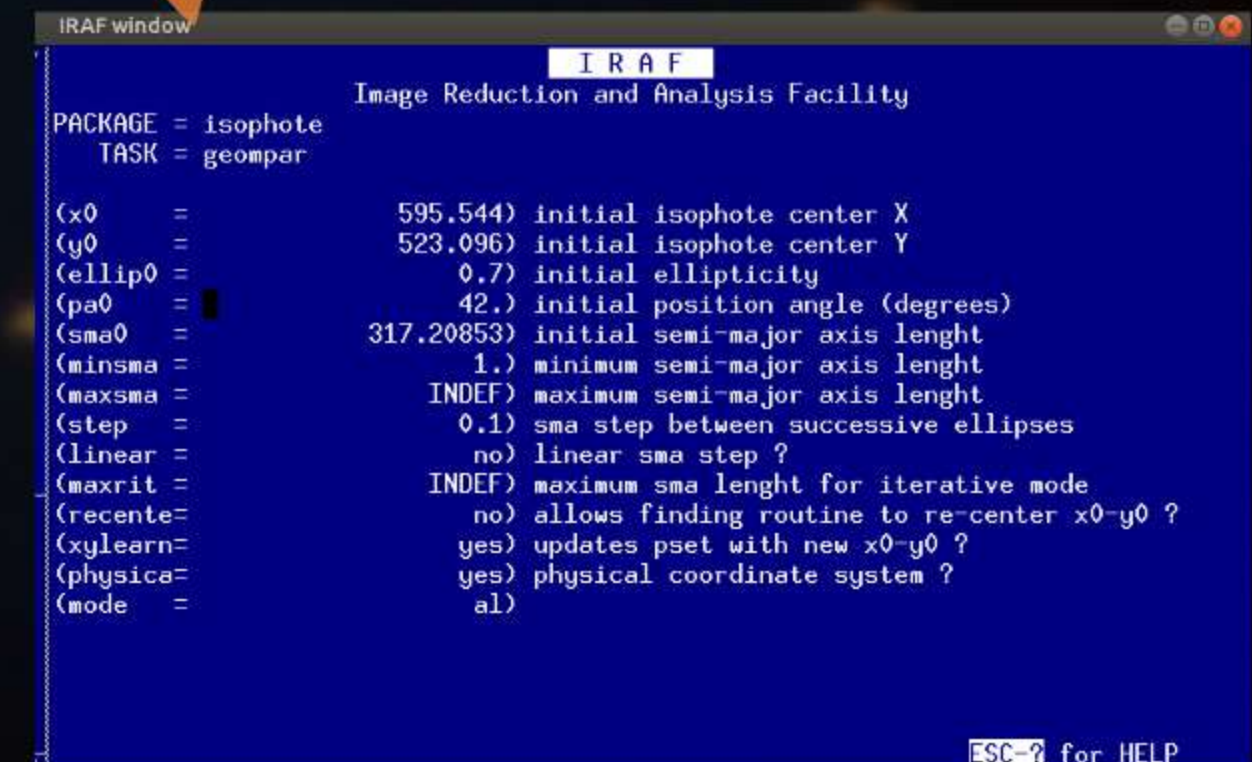
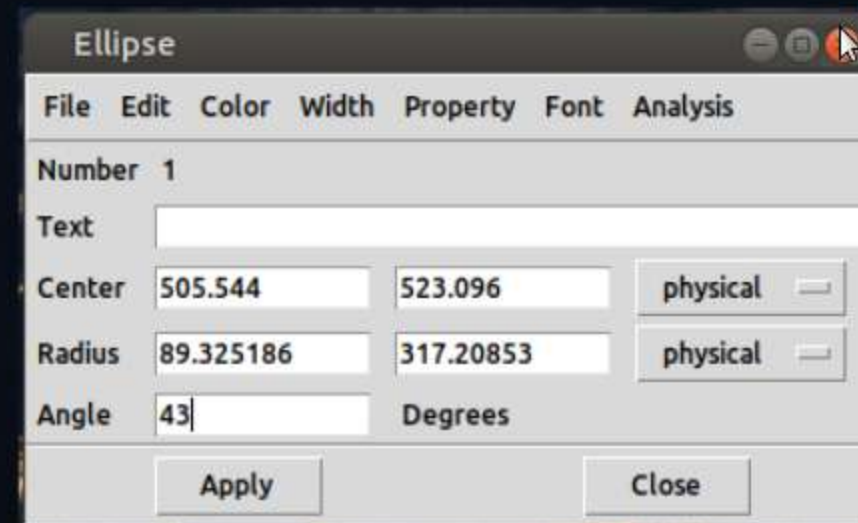
Classificazione di Hubble:

- ellittiche
- lenticolari
- spirali
- irregolari

# Approssimazione ellissi

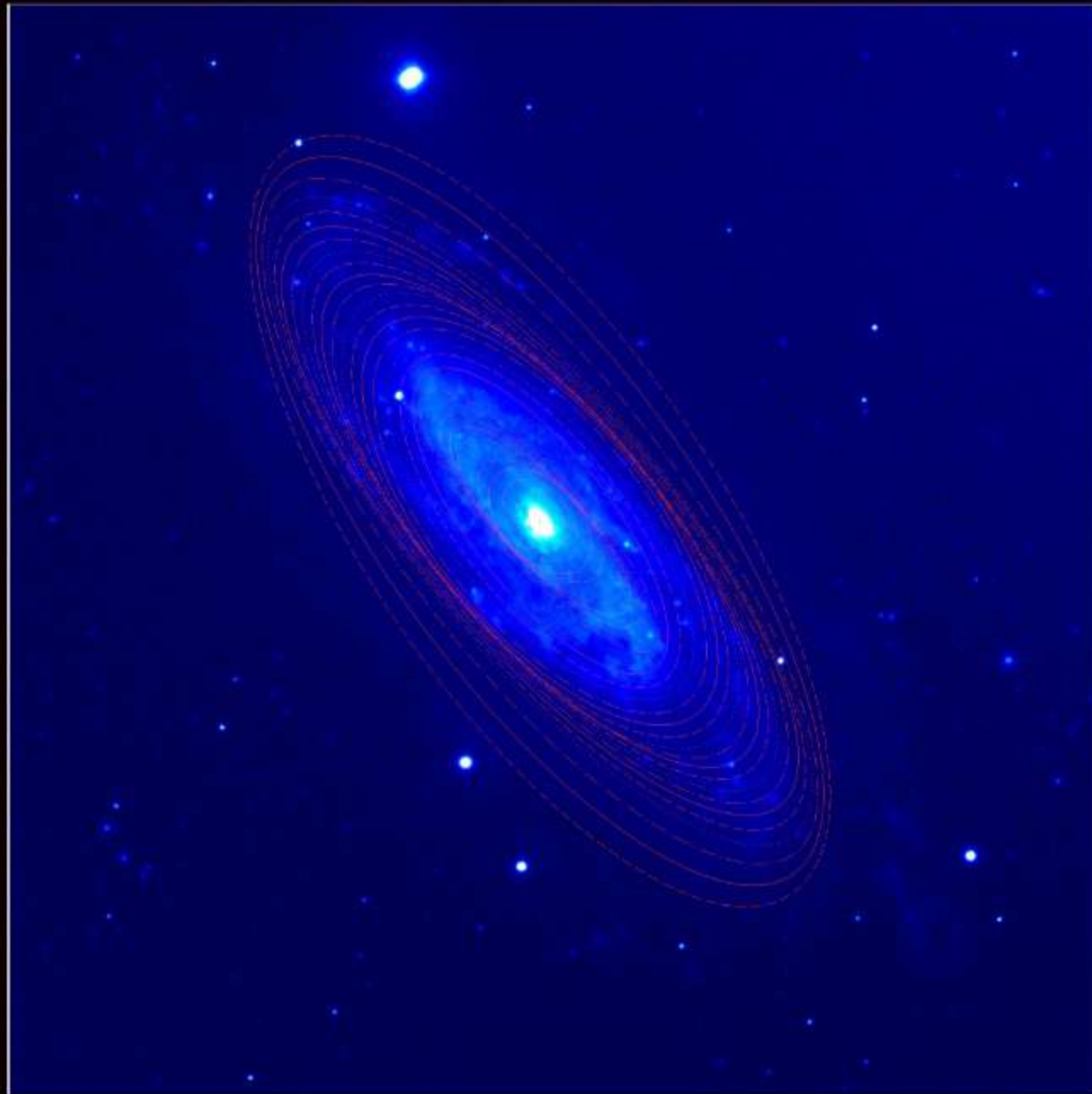


- E' stata individuata la curva che meglio approssima la forma del corpo da studiare
- I dati sono stati inseriti nel programma IRAF

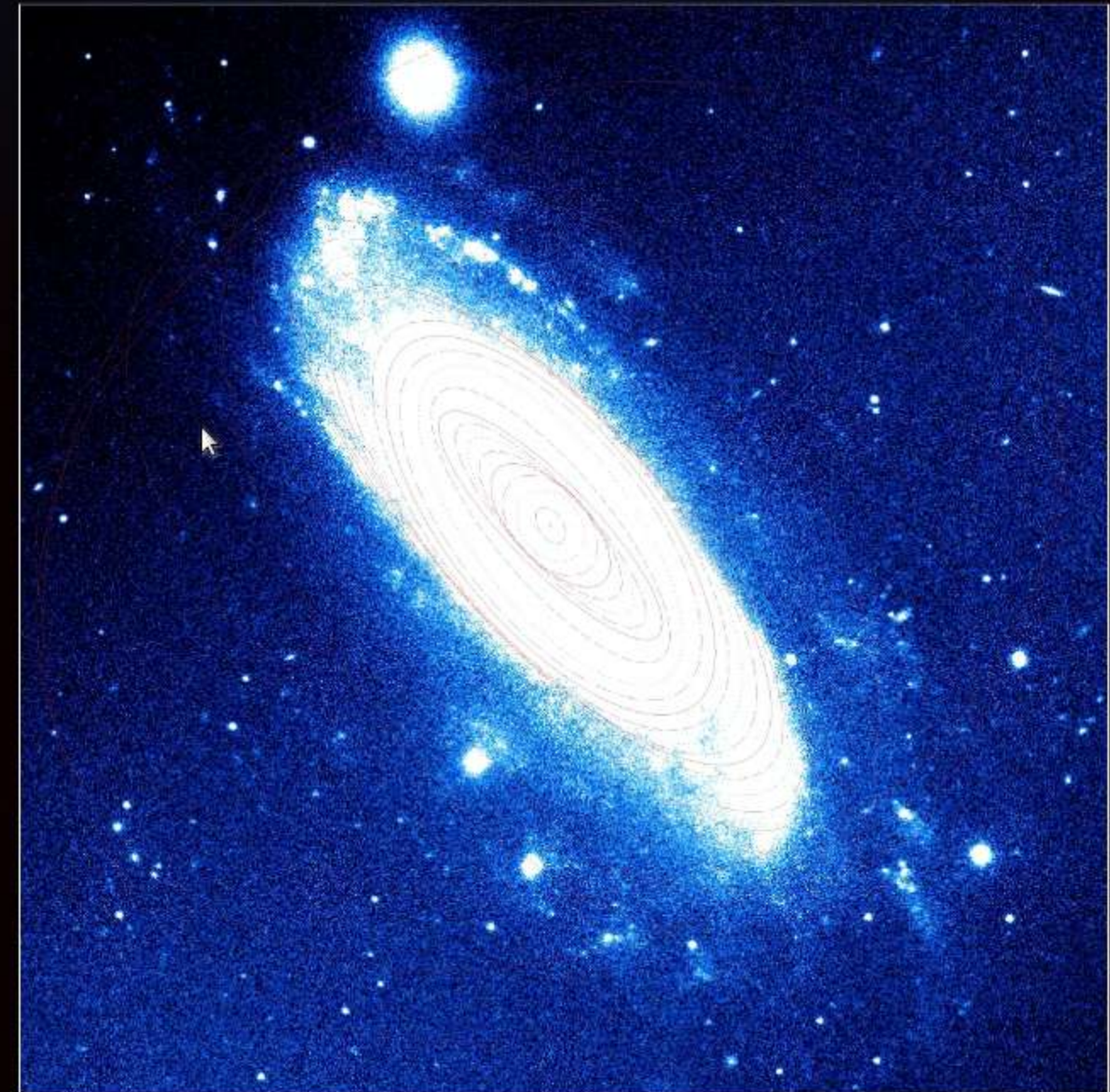


# Elaborazione isofote

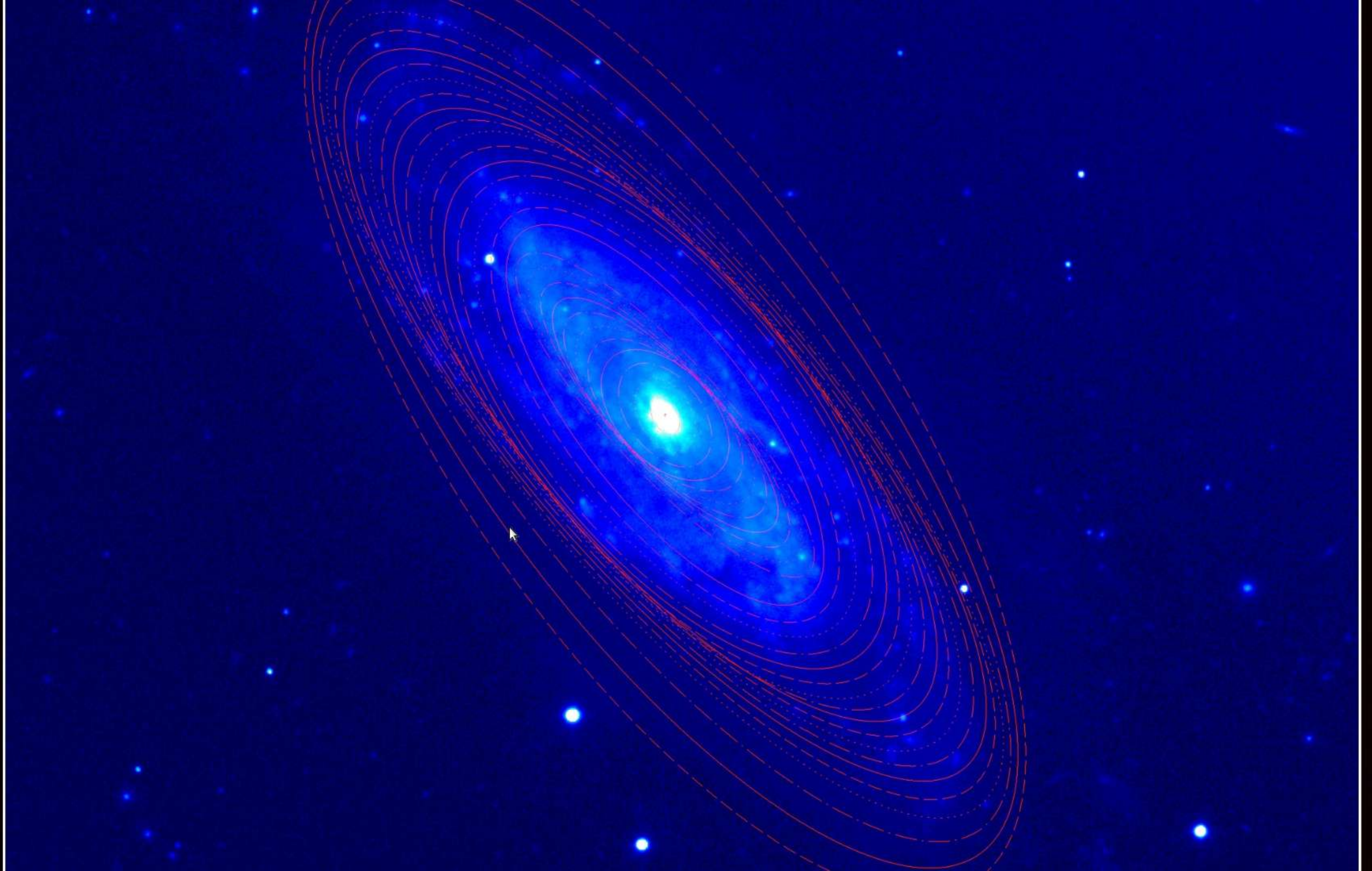
Con IRAF sono state calcolate le isofote e sulla base di quelle le ellissi che meglio le approssimano

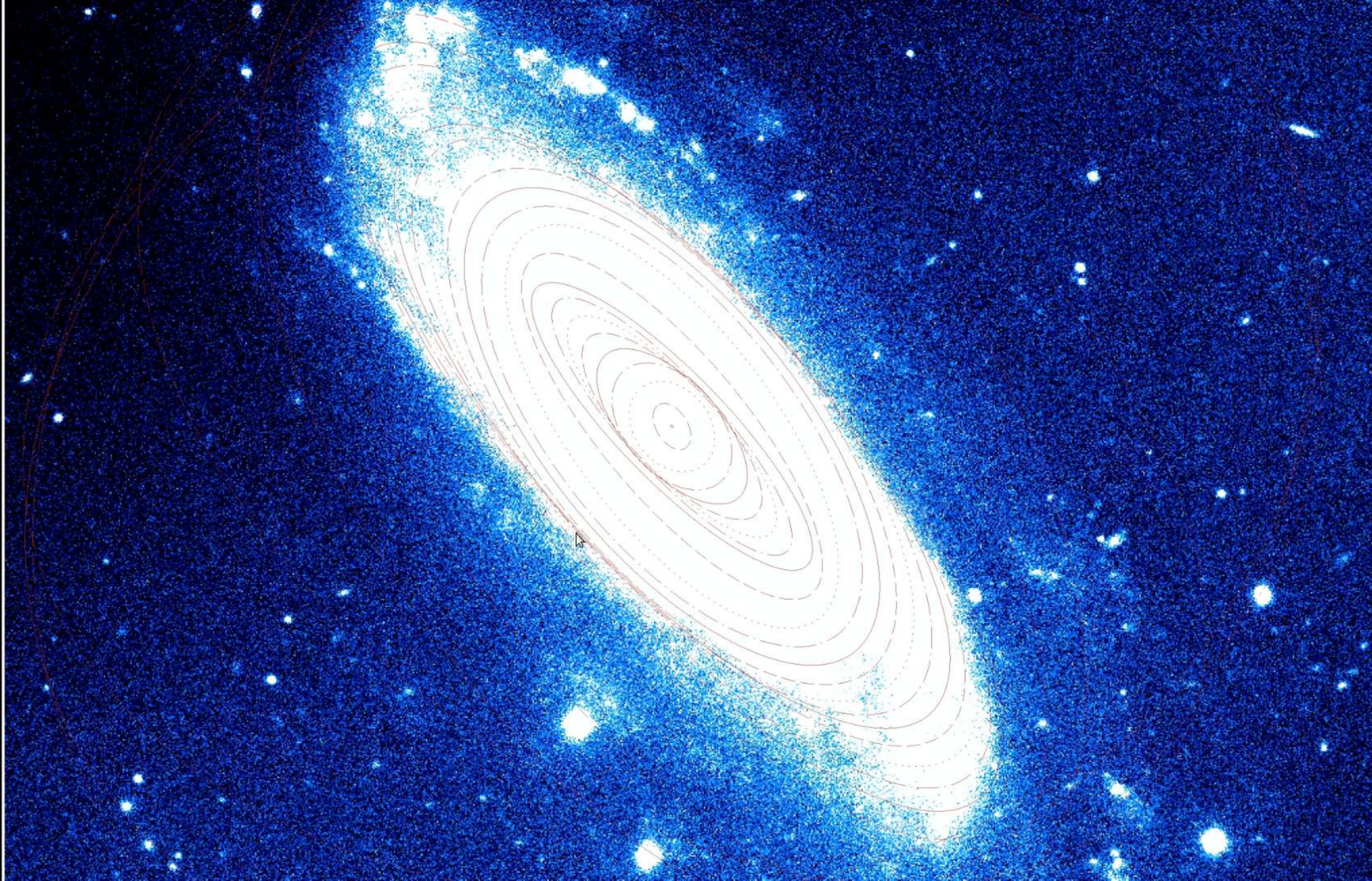


Filtro Red



Filtro Green





# Calcolo scala angolare

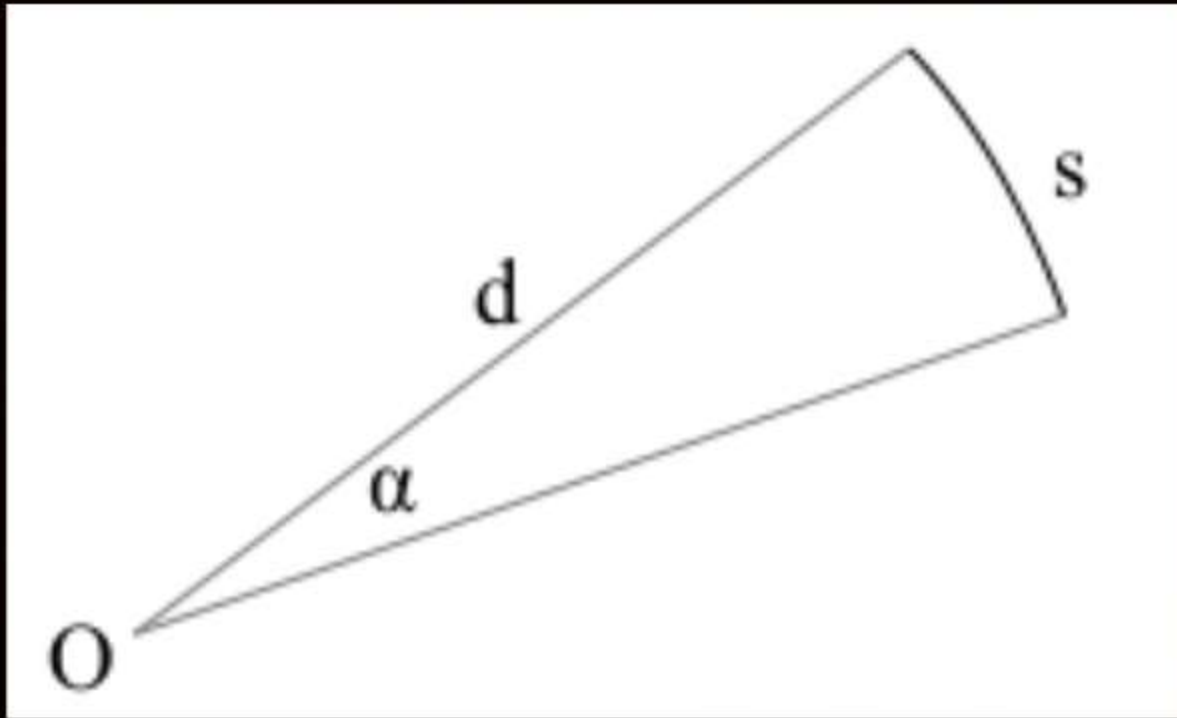
Le dimensioni dei pixel sono state convertite in misure angolari (arcsec), trovando la scala angolare dell'immagine

$$1 \text{ px} \Rightarrow \theta (") = \frac{206265 (")}{f (\text{mm})} \times d_{\text{px}} (\text{mm})$$

```
BINX      =          2 / Horizontal Binning factor used
BINY      =          2 / Vertical Binning factor used
GAIN      =       1.91 / [e/ADU] CCD Camera gain
RDNOISE   =       7.10 / [e] CCD Camera readout noise
CCDSCALE=       0.25 / [arcsec/px] unbinned CCD camera scale
```

Facendo questo si deve considerare il fattore di binning dell'immagine

# Calcolo scala spaziale



Utilizzando la distanza della galassia e la misura dell'angolo ottenuto in precedenza in radianti è possibile calcolare la scala spaziale dell'immagine, ovvero la quantità di kiloparsec per pixel

$$1'' \Rightarrow s(\text{kpc}) = d(\text{kpc}) \times \frac{1}{206265}(\text{rad})$$

# Stima del contributo del cielo

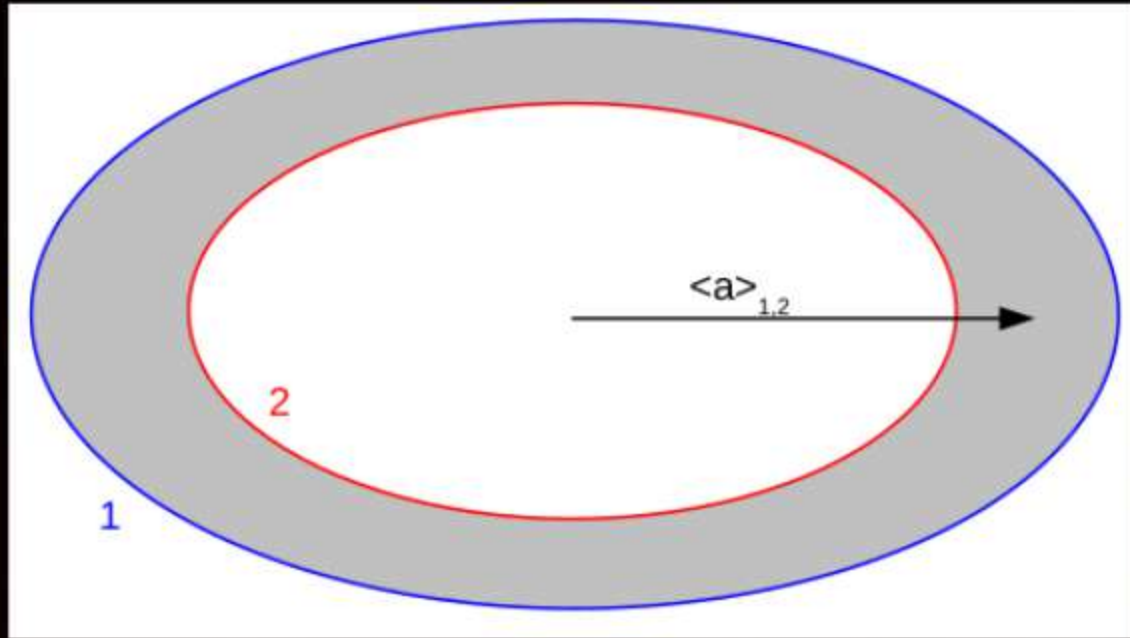
Utilizzando il programma IRAF, abbiamo individuato l'intensità media del cielo circostante e la sua deviazione standard.

$$\bar{I}_{\text{cielo}} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}$$

$$\sigma_{\text{cielo}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I}_{\text{cielo}})^2}{n-1}}$$

# Calcolo intensità superficiale

Con un programma Python, attraverso alcuni passaggi, è stata ricavata l'intensità superficiale in funzione del semiasse maggiore medio.



$$\text{Flux} = \frac{I_{\text{iso}} - N_{\text{px}} \times \bar{I}_{\text{cielo}}}{T_{\text{exp}}}$$

Rimozione del rumore di fondo

$$I_{1,2} = \frac{\text{Flux}_1 - \text{Flux}_2}{\text{area}_1 - \text{area}_2}$$

Calcolo intensità superficiale dei singoli settori ellittici.

| 1  | # | sma    | intsup   | relerr  |
|----|---|--------|----------|---------|
| 2  |   | 0.000  | 131.2753 | 0.01081 |
| 3  |   | 0.764  | 135.6585 | 0.00850 |
| 4  |   | 1.060  | 140.6682 | 0.00825 |
| 5  |   | 1.227  | 136.6070 | 0.00845 |
| 6  |   | 1.411  | 137.3868 | 0.00718 |
| 7  |   | 1.552  | 147.0367 | 0.00796 |
| 8  |   | 1.796  | 142.2353 | 0.00697 |
| 9  |   | 2.174  | 147.6272 | 0.00630 |
| 10 |   | 2.499  | 141.5337 | 0.00631 |
| 11 |   | 2.749  | 146.4670 | 0.00611 |
| 12 |   | 3.024  | 140.9283 | 0.00633 |
| 13 |   | 3.326  | 137.2617 | 0.00649 |
| 14 |   | 4.062  | 114.2858 | 0.00692 |
| 15 |   | 4.870  | 94.9788  | 0.00845 |
| 16 |   | 5.357  | 88.6793  | 0.00903 |
| 17 |   | 5.893  | 83.1476  | 0.00959 |
| 18 |   | 6.482  | 78.5057  | 0.01016 |
| 19 |   | 7.131  | 74.1239  | 0.01070 |
| 20 |   | 7.844  | 69.5035  | 0.01139 |
| 21 |   | 8.628  | 64.1891  | 0.01226 |
| 22 |   | 9.491  | 59.4881  | 0.01321 |
| 23 |   | 10.440 | 55.9211  | 0.01406 |
| 24 |   | 11.484 | 53.0959  | 0.01481 |
| 25 |   | 12.632 | 50.1924  | 0.01565 |
| 26 |   | 13.896 | 47.8736  | 0.01641 |
| 27 |   | 15.285 | 45.2380  | 0.01735 |

|    |         |         |         |
|----|---------|---------|---------|
| 28 | 16.814  | 41.3542 | 0.01897 |
| 29 | 18.495  | 38.4297 | 0.02042 |
| 30 | 20.344  | 36.4530 | 0.02152 |
| 31 | 22.379  | 33.5837 | 0.02333 |
| 32 | 24.617  | 31.0492 | 0.02525 |
| 33 | 27.078  | 29.2291 | 0.02682 |
| 34 | 29.786  | 28.2746 | 0.02773 |
| 35 | 32.765  | 26.0984 | 0.03006 |
| 36 | 36.041  | 27.9364 | 0.02805 |
| 37 | 39.646  | 27.5594 | 0.02845 |
| 38 | 43.610  | 28.8304 | 0.02719 |
| 39 | 47.971  | 27.8377 | 0.02815 |
| 40 | 52.768  | 27.7432 | 0.02825 |
| 41 | 58.045  | 27.0849 | 0.02893 |
| 42 | 63.850  | 25.8151 | 0.03035 |
| 43 | 70.235  | 23.6805 | 0.03309 |
| 44 | 77.258  | 21.4789 | 0.03648 |
| 45 | 84.984  | 16.7629 | 0.04673 |
| 46 | 93.482  | 13.5896 | 0.05765 |
| 47 | 102.831 | 9.5724  | 0.08184 |
| 48 | 113.114 | 6.6750  | 0.11736 |
| 49 | 124.425 | 5.3554  | 0.14627 |
| 50 | 136.868 | 5.9601  | 0.13144 |
| 51 | 150.554 | 4.8926  | 0.16011 |
| 52 | 165.610 | 3.9802  | 0.19681 |
| 53 | 182.171 | 3.1646  | 0.24753 |
| 54 | 200.388 | 1.7585  | 0.44546 |

Semiassse maggiore medio  
in arcosecondi

Errore relativo

Intensità superficiale

# Diagramma semiasse-brillanza

Un altro programma Python, data la tabella, calcola la brillantezza superficiale e genera un diagramma in funzione del semiasse maggiore medio.

$$\mu = -2.5 \times \log_{10} I$$

Calcolo brillantezza superficiale

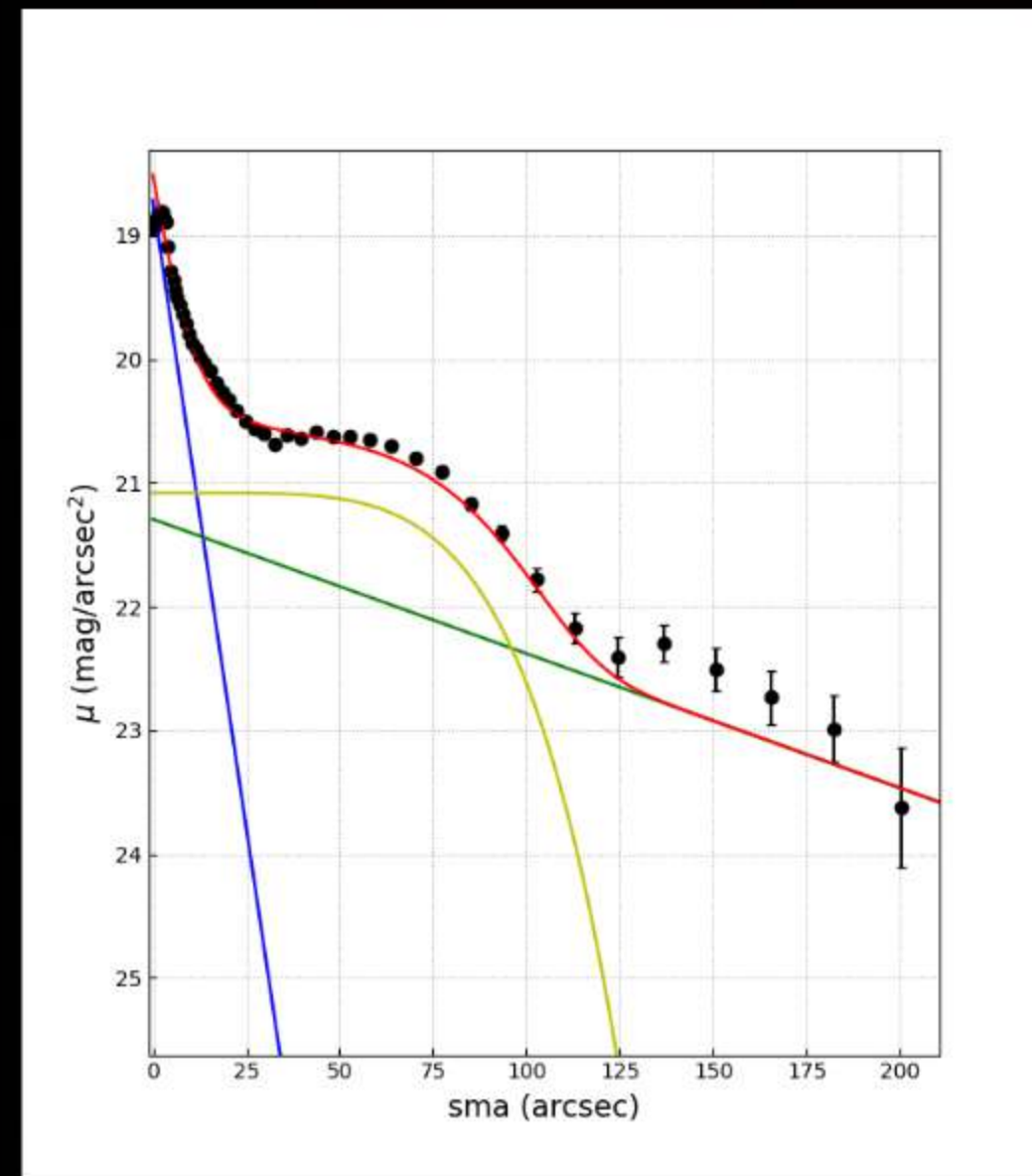
Punti neri: valori della tabella

Linea blu: bulge

Linea verde: disco

Linea gialla: barra / grande spirale

Linea rossa: curva complessiva



# Parametri della curva

Parametri utilizzati per approssimare la curva reale:

Bulge:

- Intensità effettiva
- Raggio effettivo

Disco:

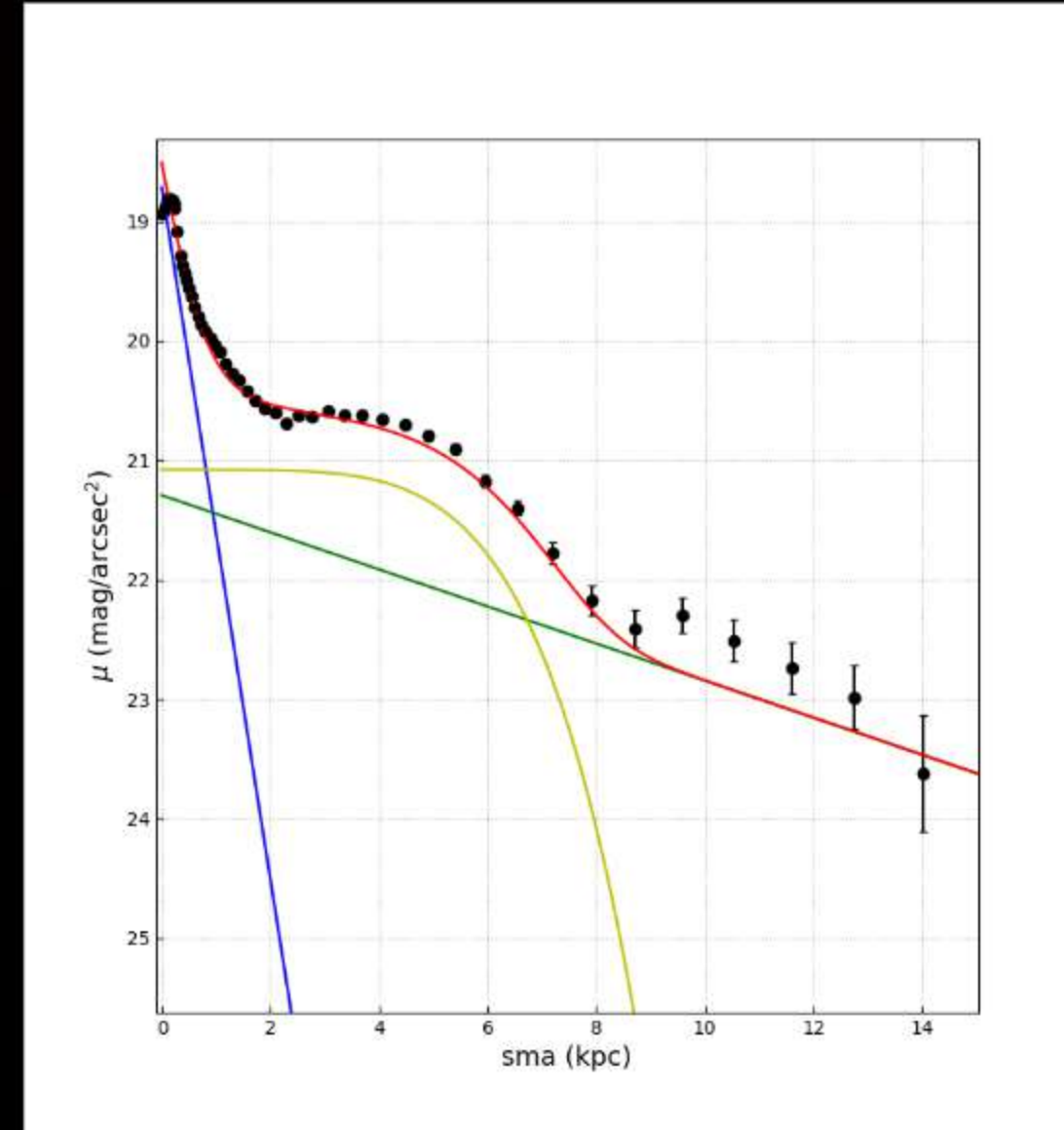
- Intensità disco
- Raggio disco

Grande Spirale:

- Intensità spirale
- Raggio spirale
- Indice di funzione

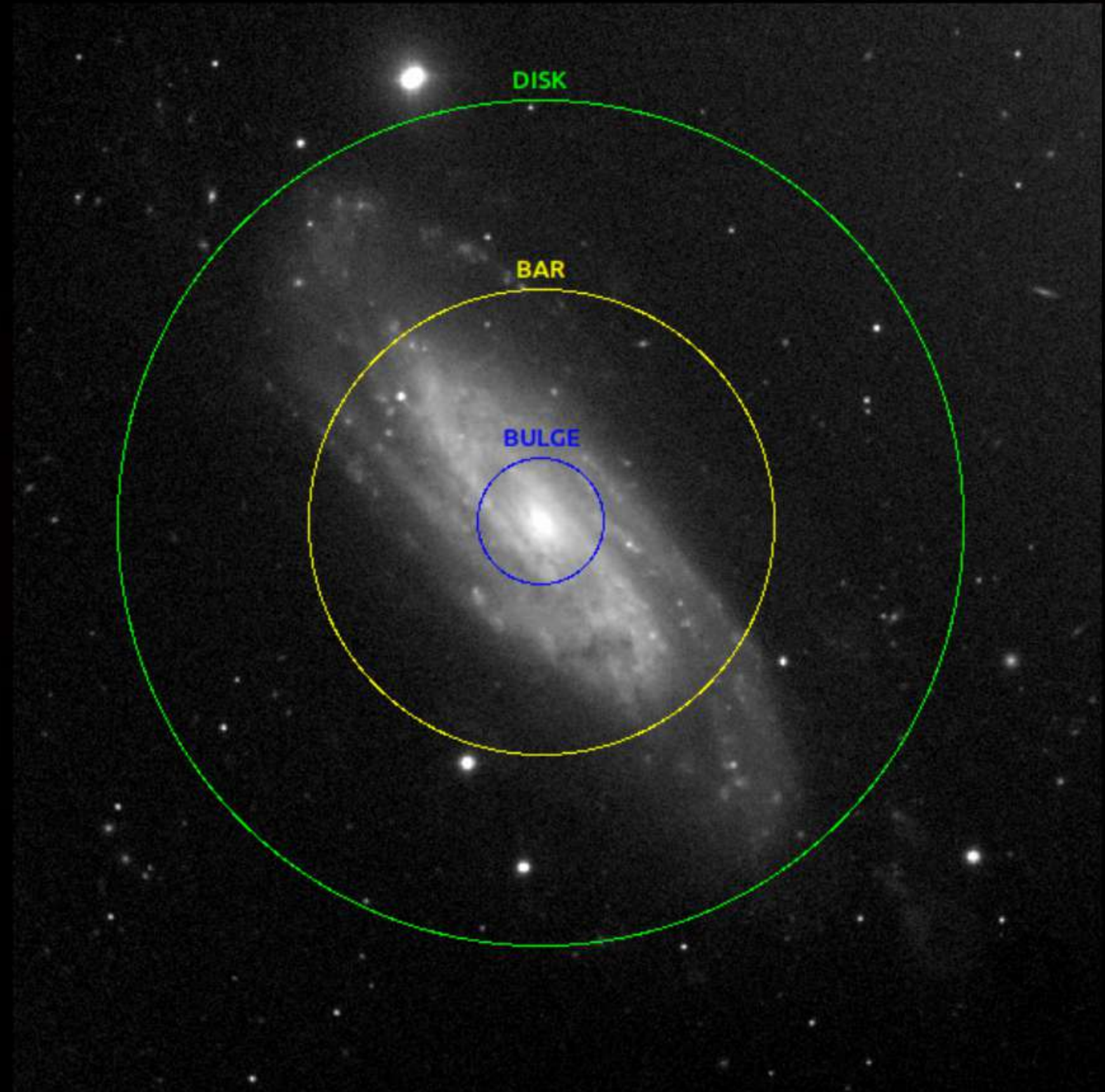
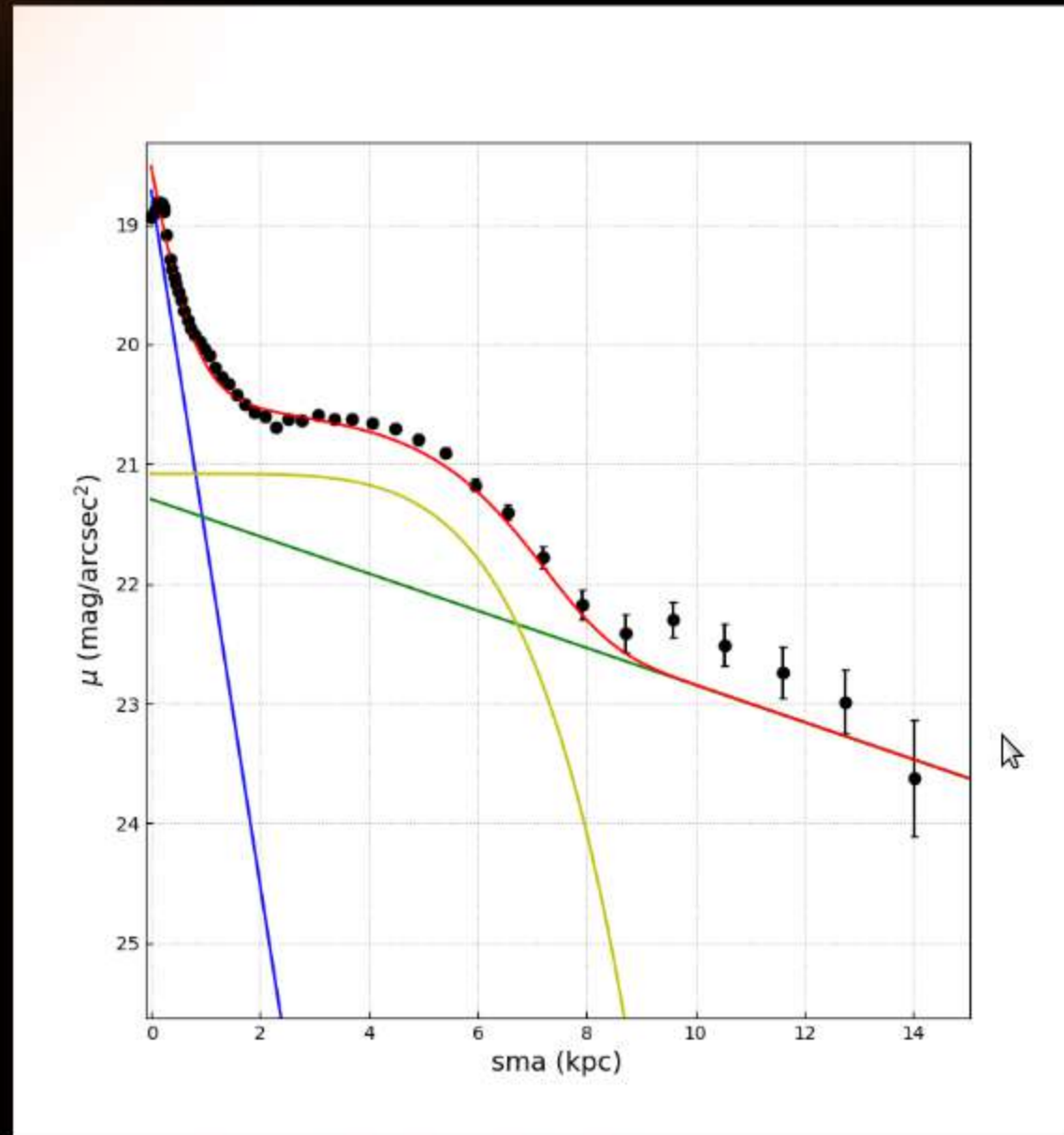
Formula di sersic per calcolare la curva della barra

$$I_{Ser} = I_e \cdot e^{-b_n \left[ \left( \frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]}$$

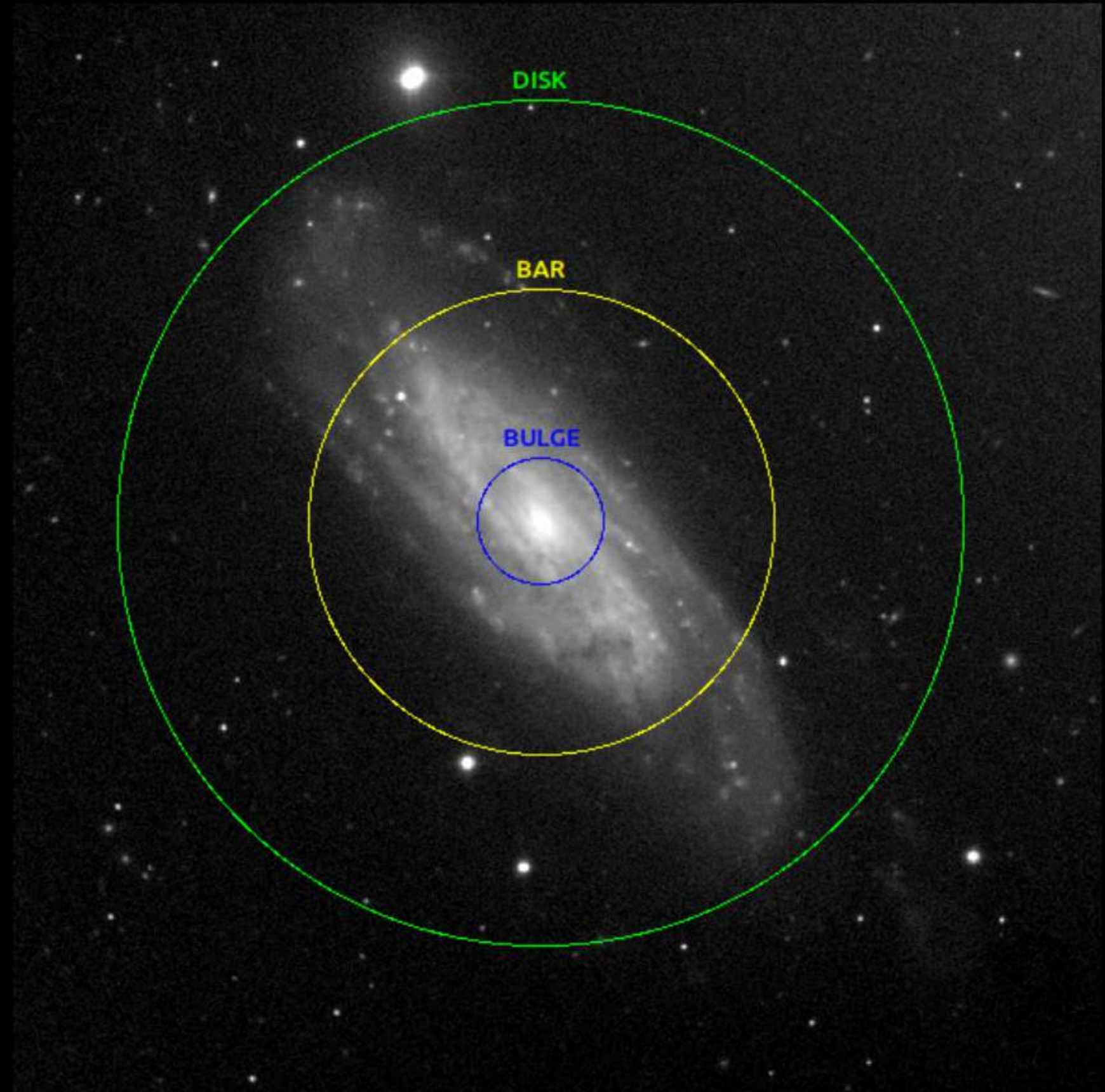
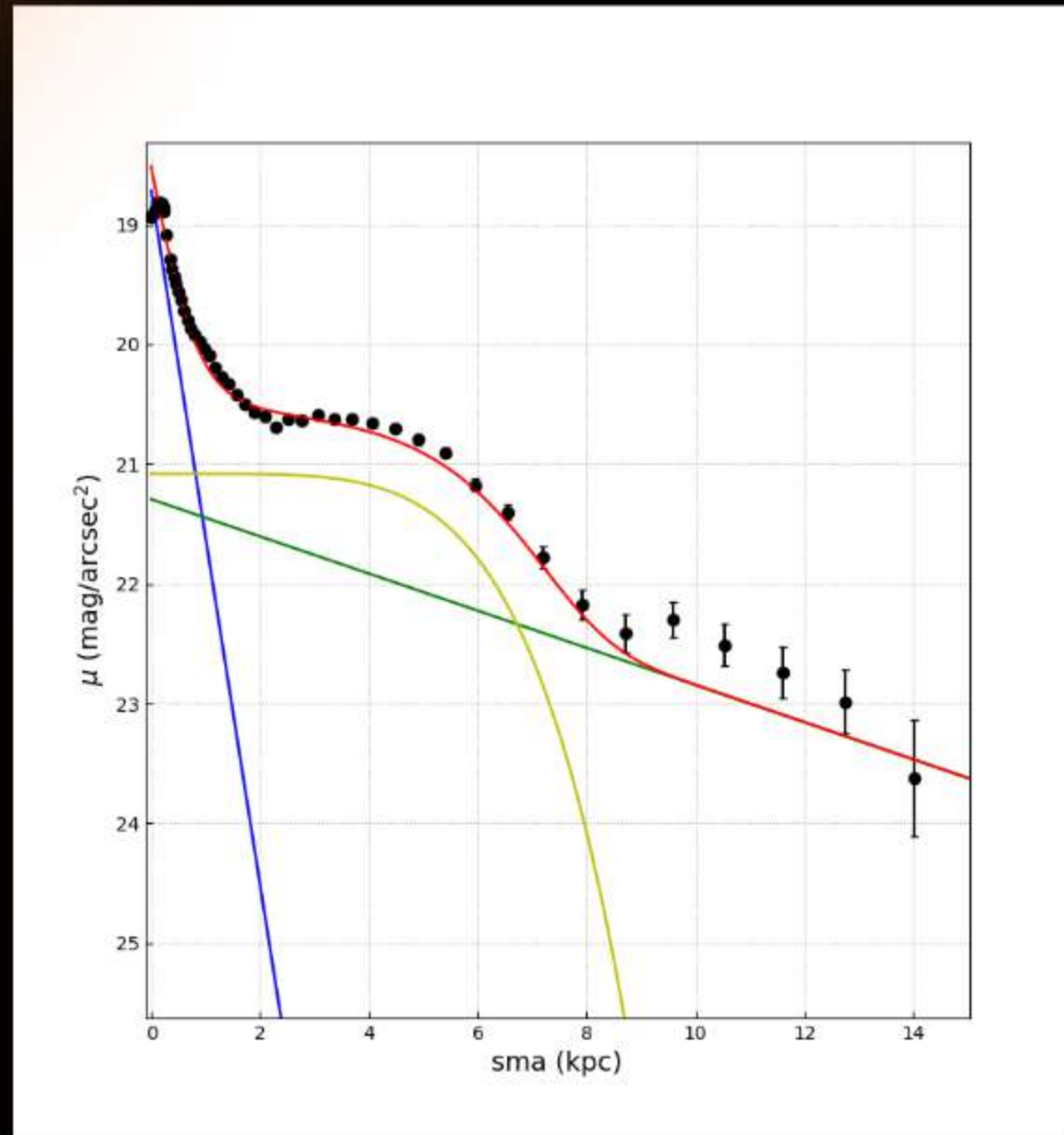


$$\text{sma(kpc)} = \text{sma(arcsec)} \times 0.07$$

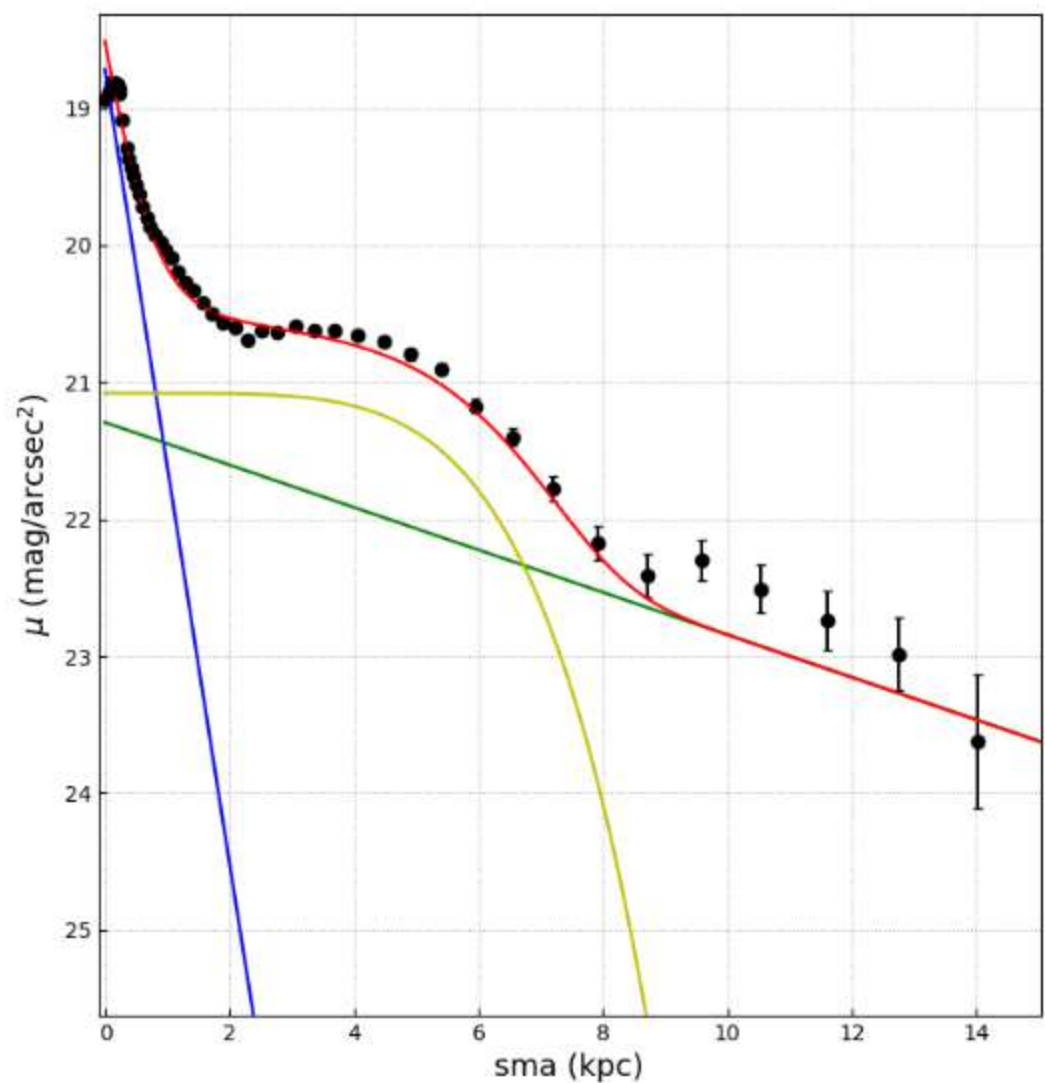
# Corrispondenza tra grafico e foto



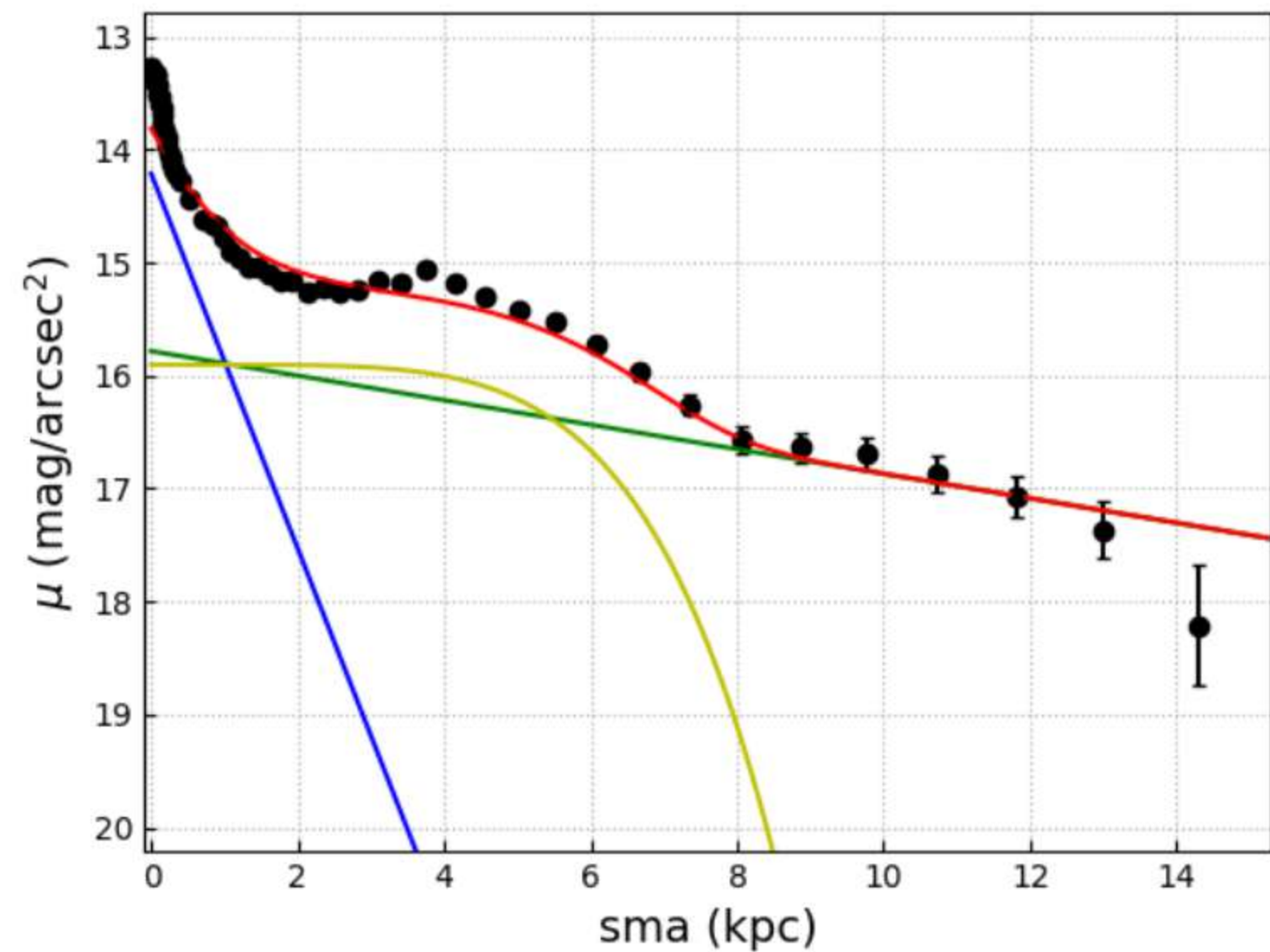
# Corrispondenza tra grafico e foto



# Confronto grafico R - grafico G



Filtro Red



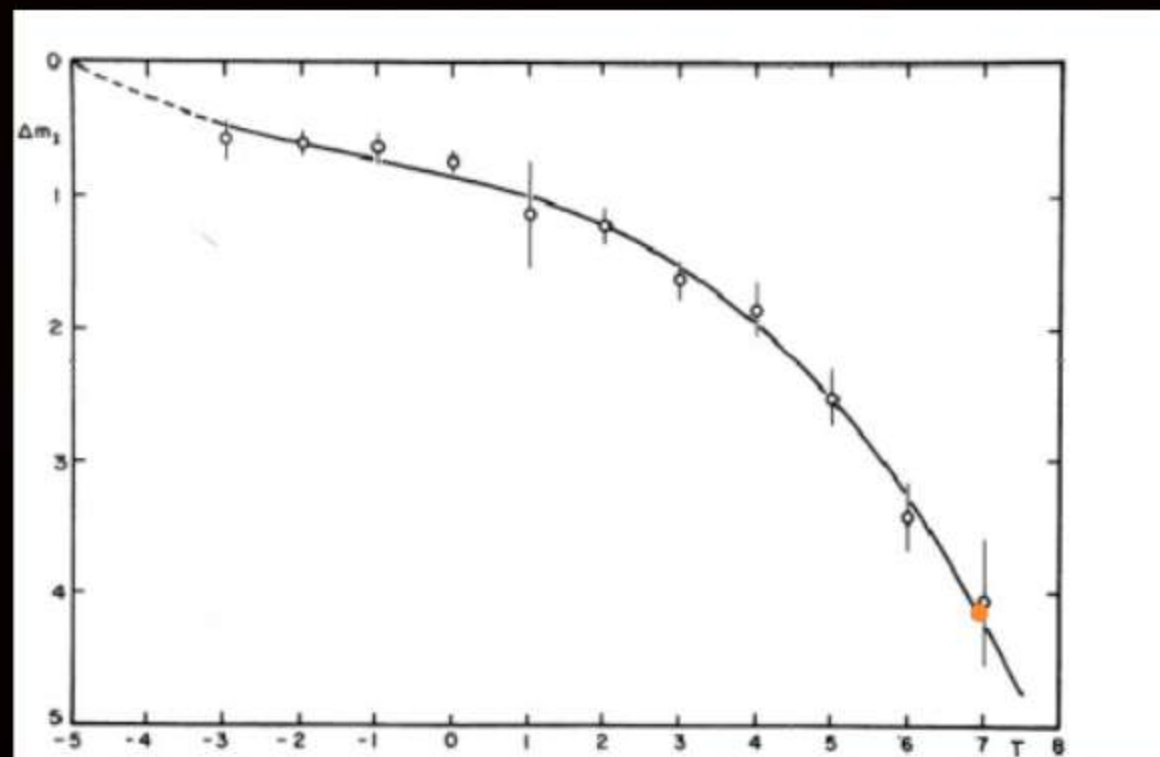
Filtro Green

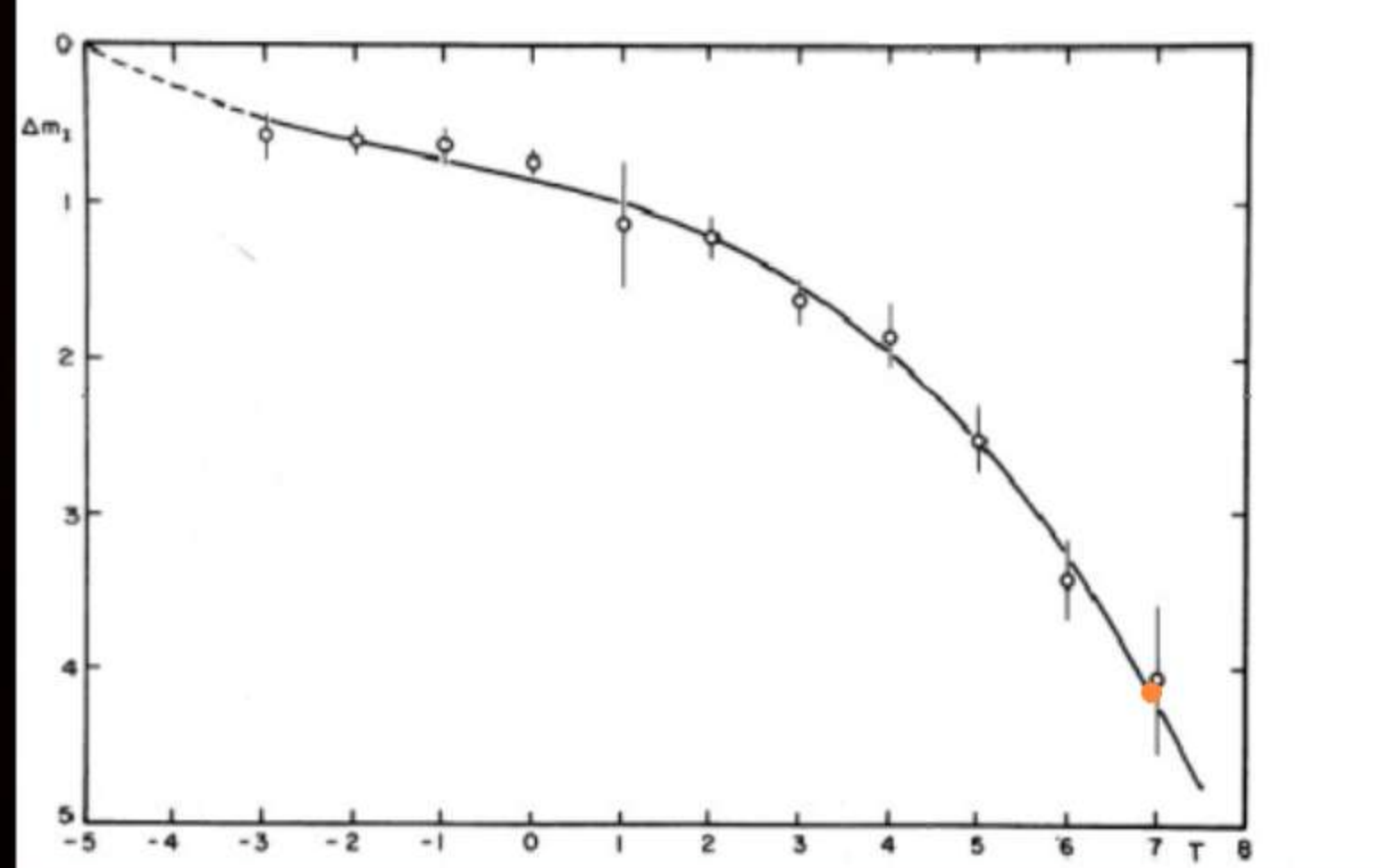
# Stima del tipo morfologico secondo Hubble

Con il valore B/T (intensità del bulge su intensità totale) della galassia è stato calcolata la differenza di magnitudine tra bulge e disco.

$$\Delta m_1 = -2.5 \times \log\left(\frac{B}{T}\right)$$

Dalla tabella sottostante è stato estrapolato il tipo di galassia, che è stato utilizzato per approssimare la morfologia della galassia.





| Numerical Hubble stage                   |    |    |                |                 |                 |                 |      |    |      |    |      |    |     |    |        |       |      |    |        |                    |      |
|------------------------------------------|----|----|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----|------|----|------|----|-----|----|--------|-------|------|----|--------|--------------------|------|
| Hubble stage $T$                         | -6 | -5 | -4             | -3              | -2              | -1              | 0    | 1  | 2    | 3  | 4    | 5  | 6   | 7  | 8      | 9     | 9-10 | 10 | 11     | 12                 | 13   |
| de Vaucouleurs class <sup>[17]</sup>     | cE | E  | E <sup>+</sup> | S0 <sup>-</sup> | S0 <sup>0</sup> | S0 <sup>+</sup> | S0/a | Sa | Sab  | Sb | Sbc  | Sc | Scd | Sd | Sdm    | Sm    | Ir   | Im | Irp    | <sup>d</sup> Trans | dSph |
| approximate Hubble class <sup>[20]</sup> | E  |    |                | S0              |                 |                 | S0/a | Sa | Sa-b | Sb | Sb-c | Sc |     |    | Sc-Irr | Irr I |      |    | Irr II | d E                | dSph |

**Grazie per l'attenzione!**

**Gruppo di ricerca formato da:  
Giabardo Andrea, Oggioni Anna, Pasin  
Damiano, Vendramin Alessandro**

**dal Liceo Duca Degli Abruzzi e Leonardo Da Vinci di Treviso**

# NGC3198

## Analisi morfologica

### Obiettivi e procedure

Analizzare la morfologia della galassia NGC 3198, determinandone le sue caratteristiche principali e confrontandole con quelle delle galassie di tipo simile.

### Isote

Le isote sono delle linee che uniscono tutti i punti di uguale intensità superficiale.



### Classificazione morfologica della galassia



### Approssimazione ellissi



- È stata individuata la curva che meglio approssima la forma del corpo da studiare
- I dati sono stati inseriti nel programma IRAF



### Elaborazione isofote

Con IRAF sono state calcolate le isofote e sulla base di quelle le ellissi che meglio le approssimano.



Filtro Red



Filtro Green

### Calcolo scala angolare

La dimensione angolare della galassia è stata calcolata in base alla sua distanza e alla sua scala angolare.

$$\theta = \frac{D}{d}$$

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Parametro           | Valore |
| Dimensione angolare | 0.15"  |
| Scala angolare      | 0.15"  |

Prendendo come riferimento la scala angolare della galassia, si può calcolare la scala angolare di qualsiasi oggetto.

### Calcolo scala spaziale



Utilizzando la distanza della galassia e la sua scala angolare, si può calcolare la scala spaziale della galassia.

$$r = \theta \cdot d$$

### Stima del contributo del cielo

Utilizzando il programma IRAF, si può stimare il contributo del cielo alla intensità della galassia.

$$I_{\text{gal}} = I_{\text{tot}} - I_{\text{sky}}$$

$$I_{\text{gal}} = \frac{I_{\text{tot}} - I_{\text{sky}}}{A}$$

### Calcolo intensità superficiale

Utilizzando il programma IRAF, si può calcolare l'intensità superficiale della galassia.



### Diagramma semilogaritmo

Utilizzando il programma IRAF, si può creare un diagramma semilogaritmo della galassia.



### Parametri della curva

|           |        |
|-----------|--------|
| Parametro | Valore |
| Intensità | 1.5    |
| Posizione | 10     |

### Corrispondenza tra grafico e foto



### Confronto grafico A - grafico B

