

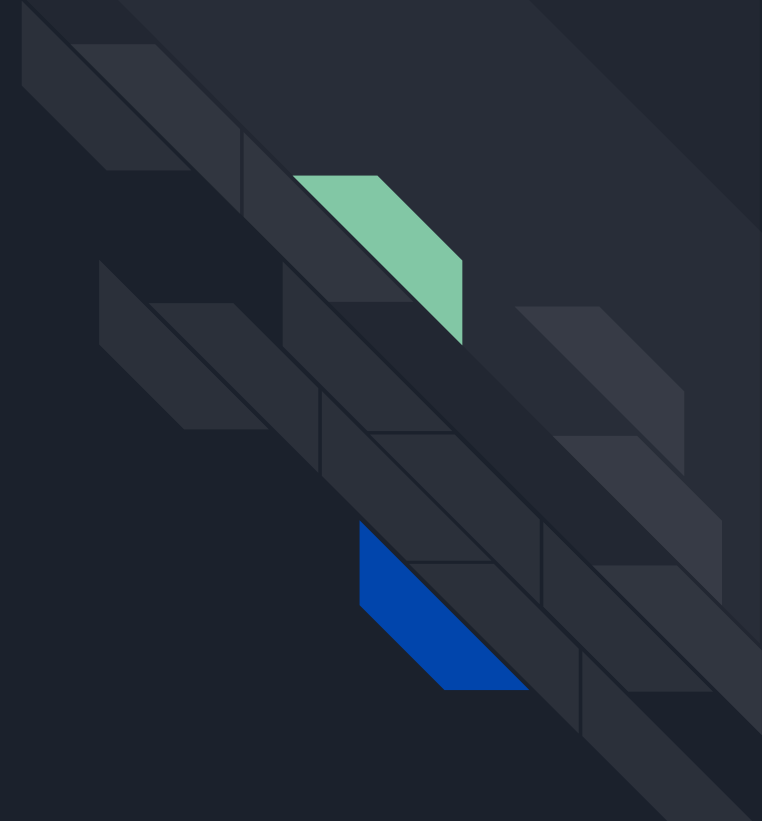


Star Formation Rate

NGC2903, NGC3079, NGC3556, NGC3310

SOMMARIO

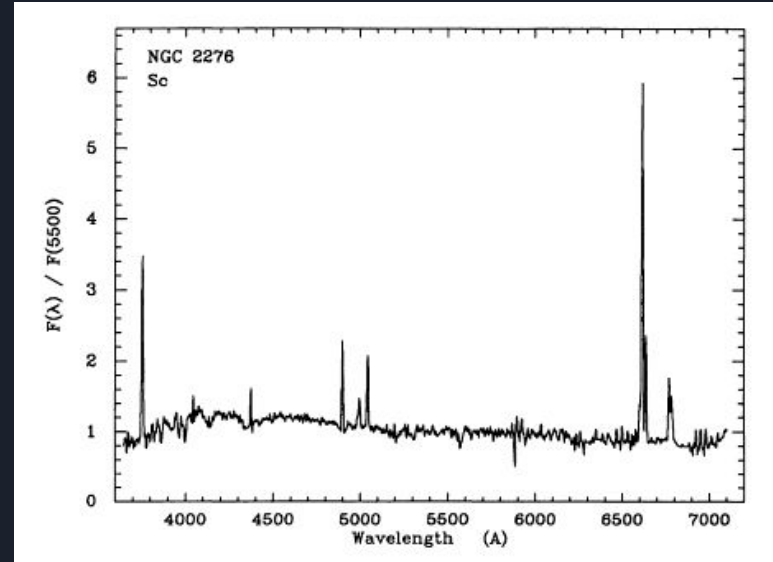
1. Introduzione
 - ❖ Spettro di una galassia
 - ❖ SFR
 - ❖ Estinzione
2. Obiettivo
3. Procedimento
 - ❑ Righe spettrali H α e H β
 - ❑ Calcolo dell'estinzione
 - ❑ Luminosità delle regioni
 - ❑ SFR per regione
 - ❑ Stima stelle O-B
 - ❑ Densità superficiale SFR
 - ❑ Area della galassia
4. Risultati
 - NGC 2903
 - NGC 3079
 - NGC 3556
 - NGC 3310





Spettro di una galassia

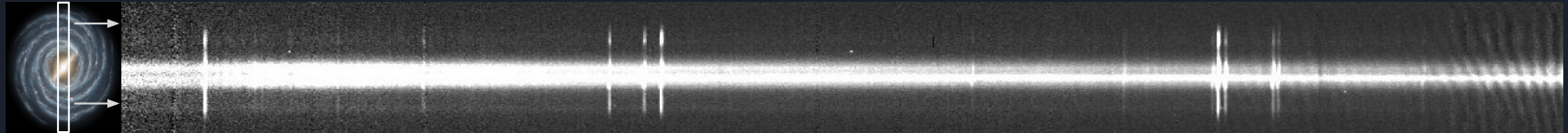
Lo spettro di una galassia è un grafico che mette in relazione le varie lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico con l'intensità (flusso) con cui vengono emesse. La radiazione di una galassia dipende dal tipo di stelle che la compongono. Le lunghezze d'onda più rilevanti per comprendere il tasso di formazione di una galassia sono quelle che si osservano nelle regioni H II, in particolare le righe H α ($\lambda=6563 \text{ \AA}$), la più intensa, e H β ($\lambda=4863 \text{ \AA}$).





Spettro di una galassia

Lo spettro di una galassia si ottiene attraverso dei software che elaborano attraverso una serie di passaggi l'immagine dello spettro grezzo, ottenuto direttamente dal telescopio. La luce della porzione di cielo interessata viene concentrata nella fenditura del telescopio, dove attraversa un reticolo di diffrazione che la separa nelle sue lunghezze d'onda.



λ





SFR

Le stelle si formano all'interno di gigantesche nubi di molecole e gas. Quelle piú calde hanno forte emissione nella regione UV, che ionizza il gas residuo, formando **regioni HII**. Il gas ionizzato produce forti righe di emissione di H. L'intensit  di queste righe   direttamente proporzionale al numero di fotoni ionizzanti prodotti dalle stelle pi  calde, che   legato al numero di stelle che si formano.

Possiamo quindi stabilire una relazione tra l'intensit  delle righe di H e il tasso di formazione stellare, misurato in $M_{\odot}/\text{anno}$





Estinzione

La luce proveniente dalla zona osservata ha uno spettro che diverge da quello reale in quanto, nel momento in cui quest'ultima attraversa lo spazio che la separa dall'osservatore, è soggetta ad interferenze dovute alle polveri della Via Lattea e altri ammassi. Per sopperire a tale errore va applicata la legge di Cardelli, la quale consente di ricavare il valore dell'estinzione nella banda del filtro V in magnitudini (A_V). Tale coefficiente va moltiplicato ad una costante specifica per la banda H α in modo tale da ottenere l'estinzione propria della riga considerata, al fine di giungere al risultato di intensità intrinseca.



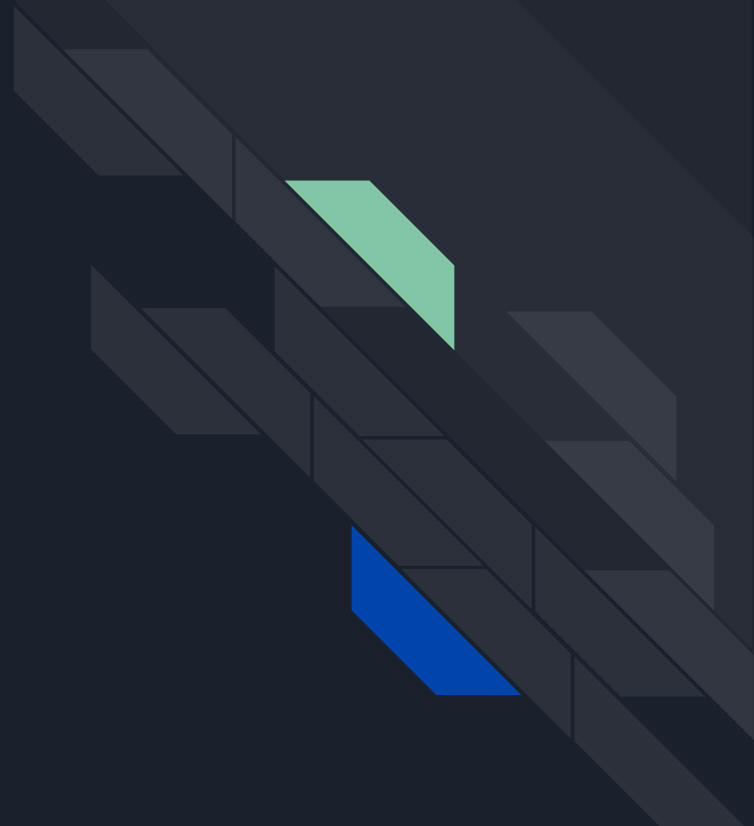
Obiettivo

Calcolo approssimativo del tasso di formazione stellare (SFR) per ogni galassia presa in esame:

- NGC 3079 (SBd)
- NGC 3556 (S01)
- NGC 2903 (SBc)
- NGC 3310 (Sc)



PROCEDIMENTO

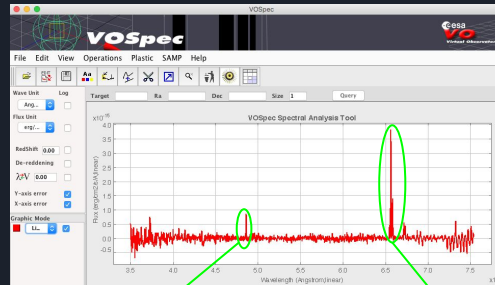




Acquisizione dati righe spettrali H α e H β

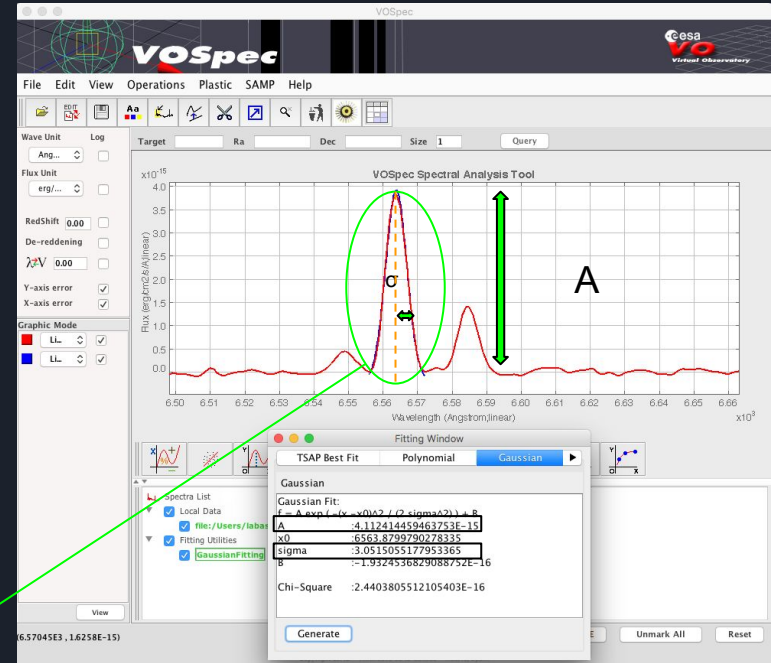
Partendo dagli spettri delle varie regioni in cui é stata suddivisa ogni galassia, individuare la posizione delle righe H α e H β .

Tramite “VOscope.exe”, tracciare le gaussiane relative alle suddette righe di emissione, ricavarne l'ampiezza (A) e la sigma (σ).



H β

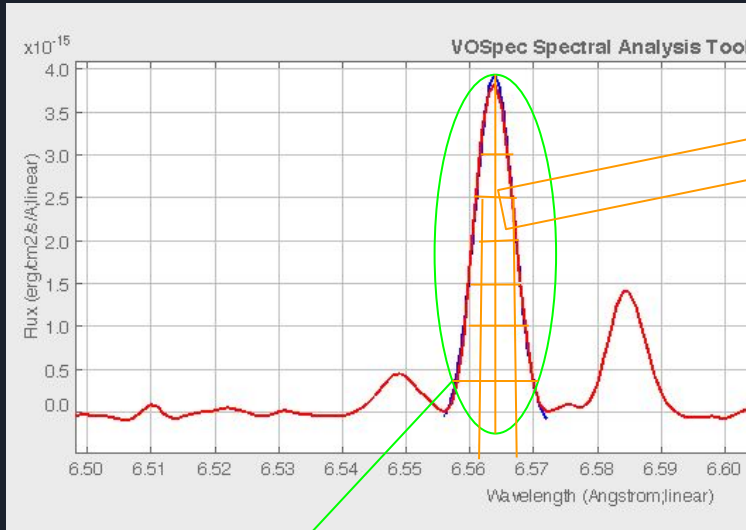
H α





Al fine di calcolare il flusso/intensità delle righe studiate precedentemente, integrarne la gaussiana attraverso la formula:

$$F = \int_{-\infty}^{\infty} A e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} dx = A\sigma\sqrt{2\pi}$$



H α

Si ottiene quindi, l'intensità osservata di tale riga, la quale andrà corretta tenendo conto dell'estinzione.



Calcolo dell'estinzione

Tramite l'utilizzo della legge Cardelli é possibile calcolare il fattore di correzione per il filtro V (A_V)

$$A_V = \frac{-1}{0,1386} \log \left[2,86 \cdot \left(\frac{I(H\beta)}{I(H\alpha)} \right)_{osservato} \right]$$

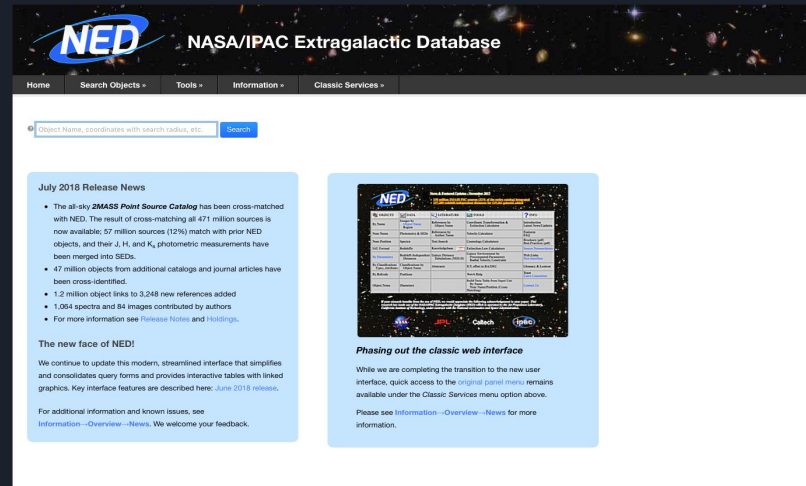
dal quale si ricava il **coefficiente di estinzione specifico per la riga H α [$A(H\alpha)$]**.

$$A(H\alpha) = A_V \cdot 0,8177$$

Calcolo luminosità delle regioni

Corretti i flussi delle righe H α delle diverse regioni, si calcola la luminosità complessiva con la formula:

$$L(H\alpha) = 4\pi \cdot d^2 \cdot I(H\alpha) \quad [erg/s]$$



NED NASA/IPAC Extragalactic Database

Home Search Objects Tools Information Classic Services

Object Name, coordinates with search radius, etc. Search

July 2018 Release News

- The all-sky **2MASS Point Source Catalog** has been cross-matched with NED. The result of cross-matching all 471 million sources is now available: 57 million sources (12%) match with prior NED objects, and their J, H, and K_s photometric measurements have been merged into SEDs.
- 47 million objects from additional catalogs and journal articles have been cross-identified.
- 1.2 million object links to 3,248 new references added
- 1,054 spectra and 54 images contributed by authors
- For more information see [Release Notes](#) and [Holdings](#).

The new face of NED!

We continue to update this modern, streamlined interface that simplifies and consolidates query forms and provides interactive tables with linked graphics. Key interface features are described here: [June 2018 release](#).

For additional information and known issues, see [Information](#)—[Overview](#)—[News](#). We welcome your feedback.

Phasing out the classic web interface

While we are completing the transition to the new user interface, quick access to the [original paper menu](#) remains available under the Classic Services menu option above.

Please see [Information](#)—[Overview](#)—[News](#) for more information.

Le distanze delle galassie sono ricavate dal sito NED (NASA extragalactic database)



Calcolo SFR per ogni regione

Dalle luminosità è possibile ricavare il tasso di formazione stellare delle singole regioni usando la relazione trovata sperimentalmente da Robert Kennicutt nel 1983:

$$SFR = 7,9 \cdot 10^{-42} \cdot L(H\alpha) \quad [M_{sun}/anno]$$

L'esistenza di questa formula deriva dal fatto che la luminosità della riga $H\alpha$ emessa dai gas è proporzionale al numero di fotoni ionizzanti ($E > 13,6$ eV) che sono prodotti principalmente da stelle calde di tipo O e B di recente formazione, indice del tasso di formazione stellare.

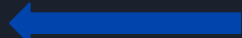


Stima del numero di stelle O-B

Il numero di fotoni ionizzanti è proporzionale alla luminosità secondo la relazione:

$$Q_{ion} = 7.3 \cdot 10^{11} \cdot L(H\alpha) \quad [fotoni/s]$$

Spectral Type	$\log Q_H$ (s^{-1})
O3	49.87
O4	49.68
O4.5	49.59
O5	49.49
O5.5	49.39
O6	49.29
O6.5	49.18
O7	49.06
O7.5	48.92
O8	48.75
O8.5	48.61
O9	48.47
O9.5	48.26
B0	48.02
B0.5	47.71



Conoscendo il numero di fotoni ionizzanti che emette ogni stella di ciascun tipo spettrale è allora possibile calcolare il numero di stelle necessarie all'emissione di quei fotoni. Questo è un altro indicatore dello SFR.



Calcolo della densità dello SFR

Una volta calcolato l'SFR per ogni regione della galassia, è possibile calcolare la densità di SFR sull'area della galassia osservata.

$$\sum SFR = SFR/area \quad [M_{sun} \cdot anno^{-1} \cdot kpc^{-2}]$$

La densità superficiale della galassia si ottiene dividendo la somma degli SFR di ogni regione della galassia per l'area della galassia osservata attraverso la fenditura del telescopio.



Calcolo della densità dello SFR

L'area della galassia corrispondente all'ampiezza della fenditura si calcola convertendo i pixel dell'immagine della fenditura in secondi d'arco, che a loro volta vengono convertiti in Kpc attraverso l'utilizzo di una scala s .

$$Scala(kpc/'') = \frac{distanza(kpc)}{206265}$$

$$h(kpc) = h('') \cdot Scala(kpc/'')$$

$$w(kpc) = w('') \cdot Scala(kpc/'')$$

Dove d è la distanza della galassia dalla Terra. Ottenute l'altezza e la larghezza dell'immagine in Kpc, si calcola l'area moltiplicandole tra di loro.

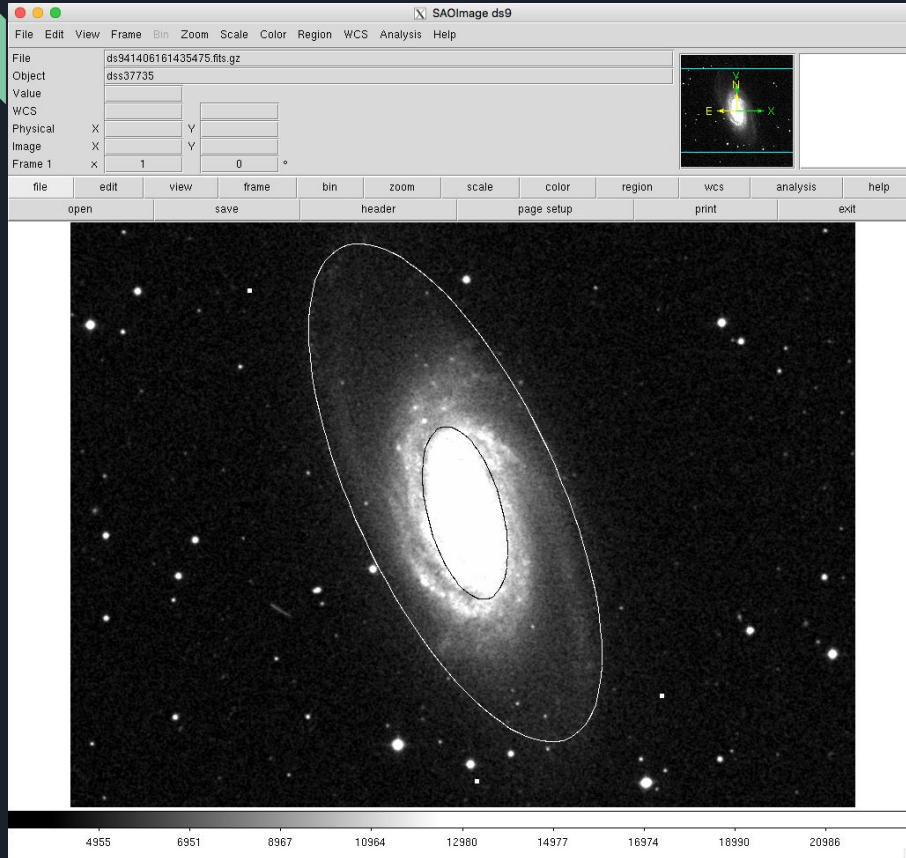
$$A = w \cdot h$$



Calcolo della densità dello SFR

Galassia	Distanza (Kpc)	Scala (Kpc/arcsec)	Pixel	w (Kpc)	h (Kpc)	Area Fenditura (Kpc ²)	Densità Superficiale (M _{sun} /anno* Kpc ²)
NCG2903	7,99E+03	0,0387	322	0,1046	7,8581	0,8219	0,1635
NCG3079	16,16E+03	0,0783	260	0,2115	12,8330	2,7146	0,0769
NCG3556	9,58E+03	0,0464	417	0,1254	12,2016	1,5301	0,1875
NGC3310	13,10E+03	0,0635	106	0,1715	4,2412	0,7273	0,7816

Stima dell'area delle galassie



Il programma ds9 calcola quanti pixel è lungo il semiasse maggiore di una ellisse da noi definita intorno al nucleo e intorno alla galassia intera.

La misura viene convertita in kpc:

$$r_{kpc} = r_{px} \cdot S$$

da cui, l'area della galassia vale:

$$A = \pi \cdot r_{kpc}^2$$



Risultati SFR

NGC 2903

Area Totale (Kpc ²)	Densità Superficiale (M _{sun} /anno*Kpc ²)	SFR Totale (M _{sun} /anno)
93,7 104,6	0,163 0,139	15,3 14,5

Area del core (Kpc ²)	SFR core (M _{sun} /anno)
28,6	4,0

N Stelle O5 totali	N Stelle O5 core
3343	916



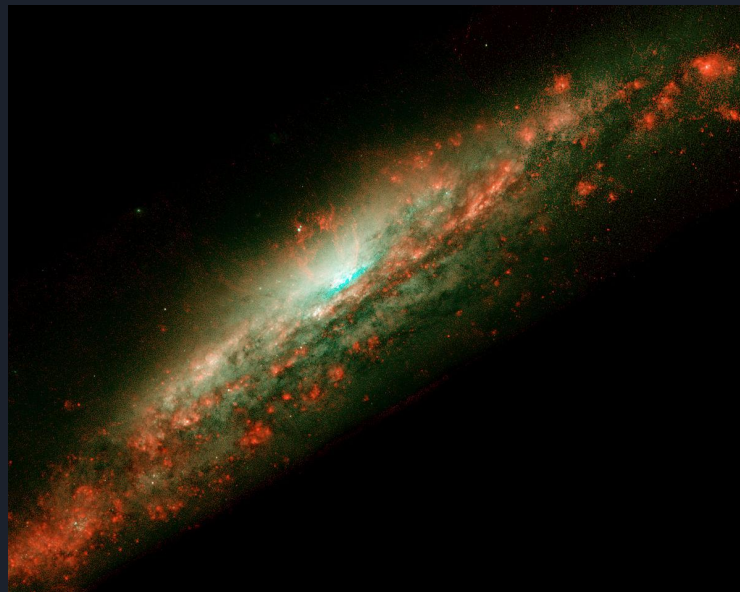


Risultati SFR

NGC 3079

Area Totale (Kpc ²)	Densità Superficiale (M _{sun} /anno*Kpc ²)	SFR Totale (M _{sun} /anno)
35,7 21,9	0,077 0,074	2,7 1,6

Area del core (Kpc ²)	SFR core (M _{sun} /anno)
6,2	0,4



N Stelle O5 totali	N Stelle O5 core
2990	843



Risultati SFR

NGC 3556

Area Totale (Kpc ²)	Densità Superficiale ($M_{\text{sun}} \cdot \text{anno}^{-1} \cdot \text{Kpc}^{-2}$)	SFR Totale ($M_{\text{sun}}/\text{anno}$)
444,1	0,188	83,3
566,0	0,160	89,0

Area del core (Kpc ²)	SFR core ($M_{\text{sun}}/\text{anno}$)
13,2	2,0



N Stelle O5 totali	N Stelle O5 core
99666	2316



Risultati SFR

NGC 3310

Area Totale (Kpc ²)	Densità Superficiale (M _{sun} /anno*Kpc ²)	SFR Totale (M _{sun} /anno)
139,7 126,0	0,781 0,450	109,2 56,0

Area del core (Kpc ²)	SFR core (M _{sun} /anno)
37,0	16,4

N Stelle O5 totali	N Stelle O5 core
69819	20234





Conclusioni e trattazione degli errori

I dati calcolati dai due gruppi possono differire anche in maniera significativa poiché sono stati ottenuti attraverso programmi sensibili a errori manuali.

Dagli SFR ricavati possiamo capire che le prime due galassie studiate (NGC 2903 e 3079) hanno un tasso di formazione nella norma, mentre le altre due sono molto più attive, con un numero maggiore di stelle calde di tipo O e B.



AUTORI

- Lorenzo Cavezza, Liceo Quadri - Vicenza
- Samuel Aliprandi, Liceo Galilei - San Donà di Piave
- Sebastiano Boscardin, Liceo Quadri - Vicenza
- Maria Cannarozzi, Liceo Galilei - San Donà di Piave
- Annachiara Campesan, Liceo Quadri - Vicenza
- Giovanni Zago, Liceo Giuseppe Berto - Mogliano Veneto
- Alberto Cattai, Liceo Galilei - San Donà di Piave