

IL CIELO COME LABORATORIO

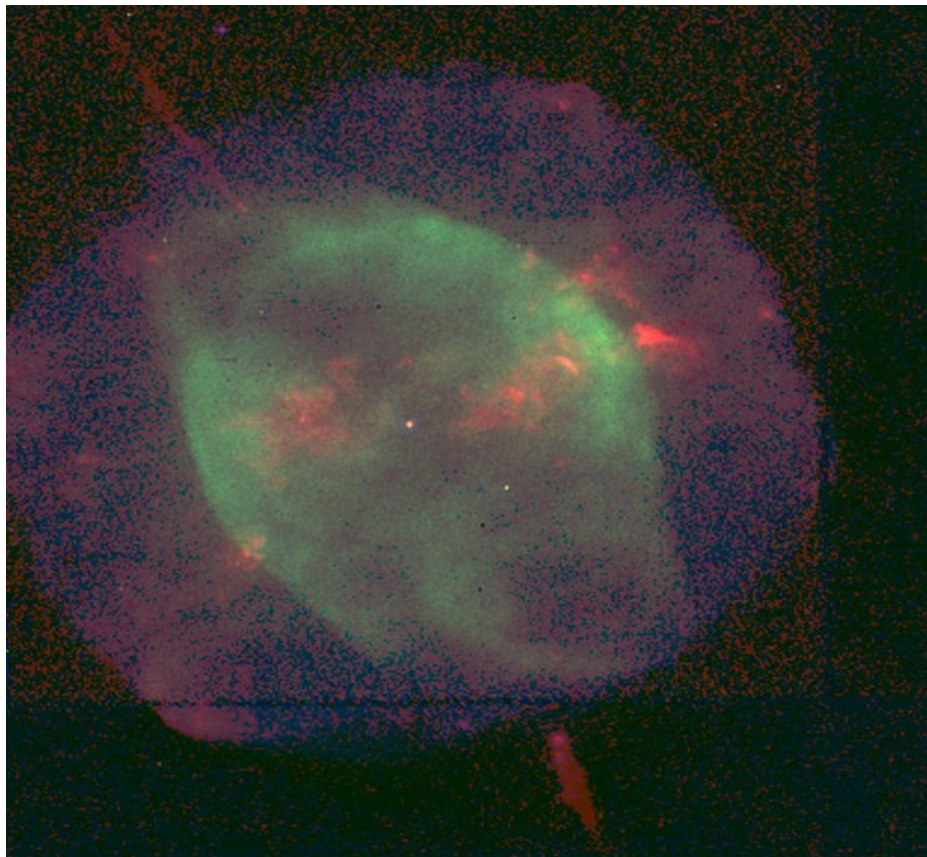
ANALISI SPETTROSCOPICA DELLA NEBULOSA
NGC7354

*KRYZHANOVSKYY Artur, PRENDIN Mattia Gioele, SILVESTRINI Stefano
Liceo scientifico "G.Bruno" Mestre, Liceo scientifico "G.Galilei" Dolo*

NEBULOSA PLANETARIA

- E' la fase finale di vita di una stella
- Al centro di essa e' presente una nana bianca
- Rappresenta gli strati piu' esterni della stella che sono stati espulsi alla fine della sua vita
- E' un gas ionizzato il cui limite è definito dalla circonferenza che deriva dal raggio di Stromgren

NGC 7354



Ascensione retta 22h 40m 19.9s

Declinazione 61° 17' 8.1"

Distanza 4200 a.l

Telescopio Galileo 122cm Osservatorio di Asiago

Spettrografo Boller & Chivens

Reticolo 300 tratti/mm

Fenditura 4.3"

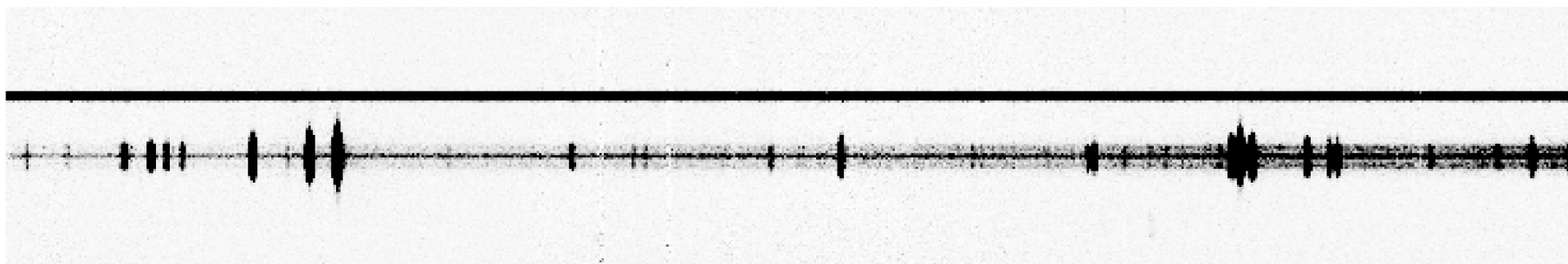
CCD 512x2048 pixel

Intervallo di λ 3400-8100 Å

Osservata il 31 ottobre 2011

Scala spaziale lungo la fenditura 1"/pixel

Tempo di posa 1200 sec



PROCEDIMENTO

E' stato diviso lo spettro bidimensionale in regioni di 5 pixel ottenendo così undici spettri monodimensionali



Per ogni regione e per ogni riga spettrale presente sono stati calcolati flusso osservato, ampiezza della gaussiana, e scarto quadratico medio



E' stato calcolato il flusso intrinseco per ogni riga



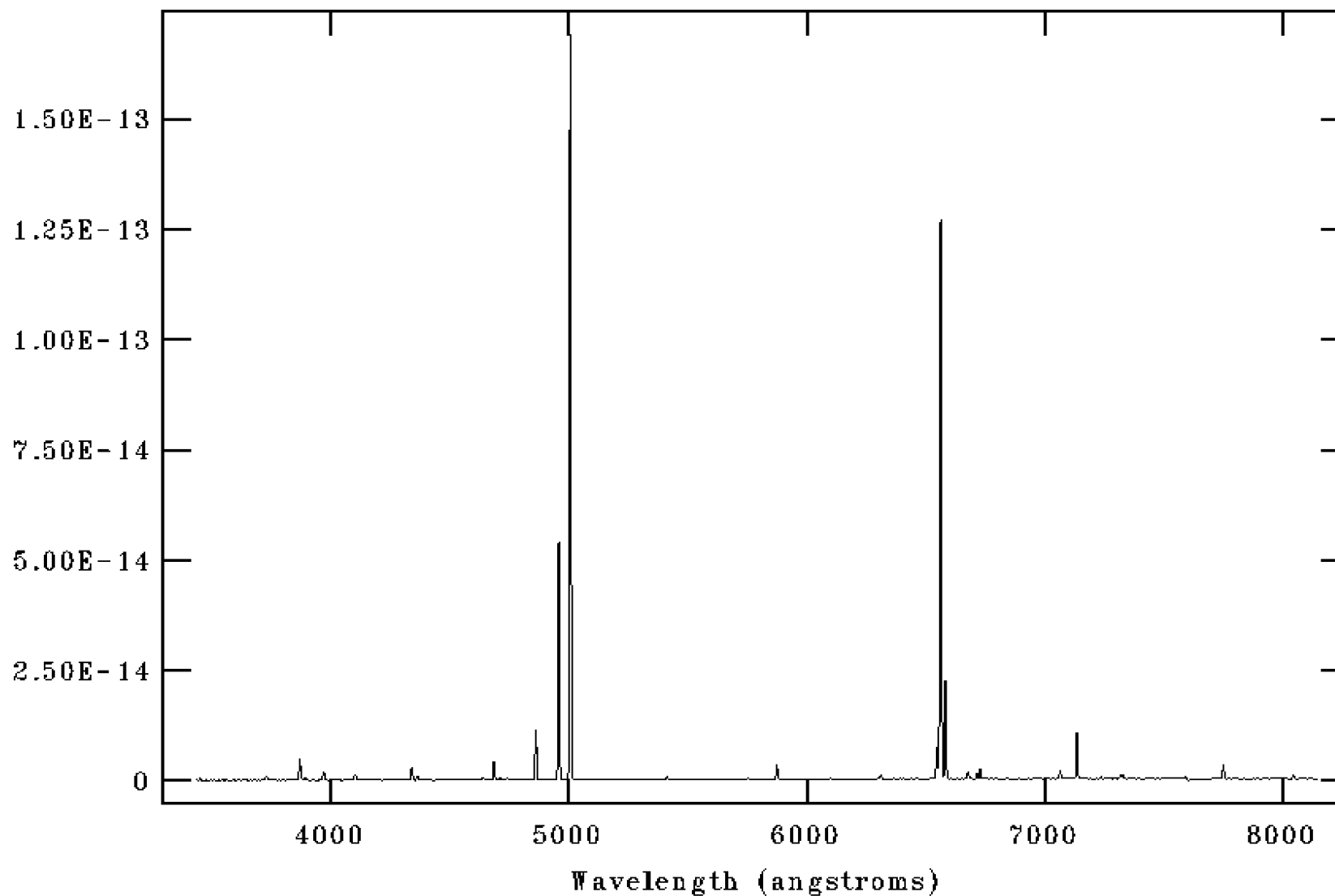
Sono stati determinati i valori di temperatura, densità, e l'abbondanza dell'ossigeno e dell'azoto per ogni regione analizzata

ELABORAZIONE

Procedimento seguito passo per passo

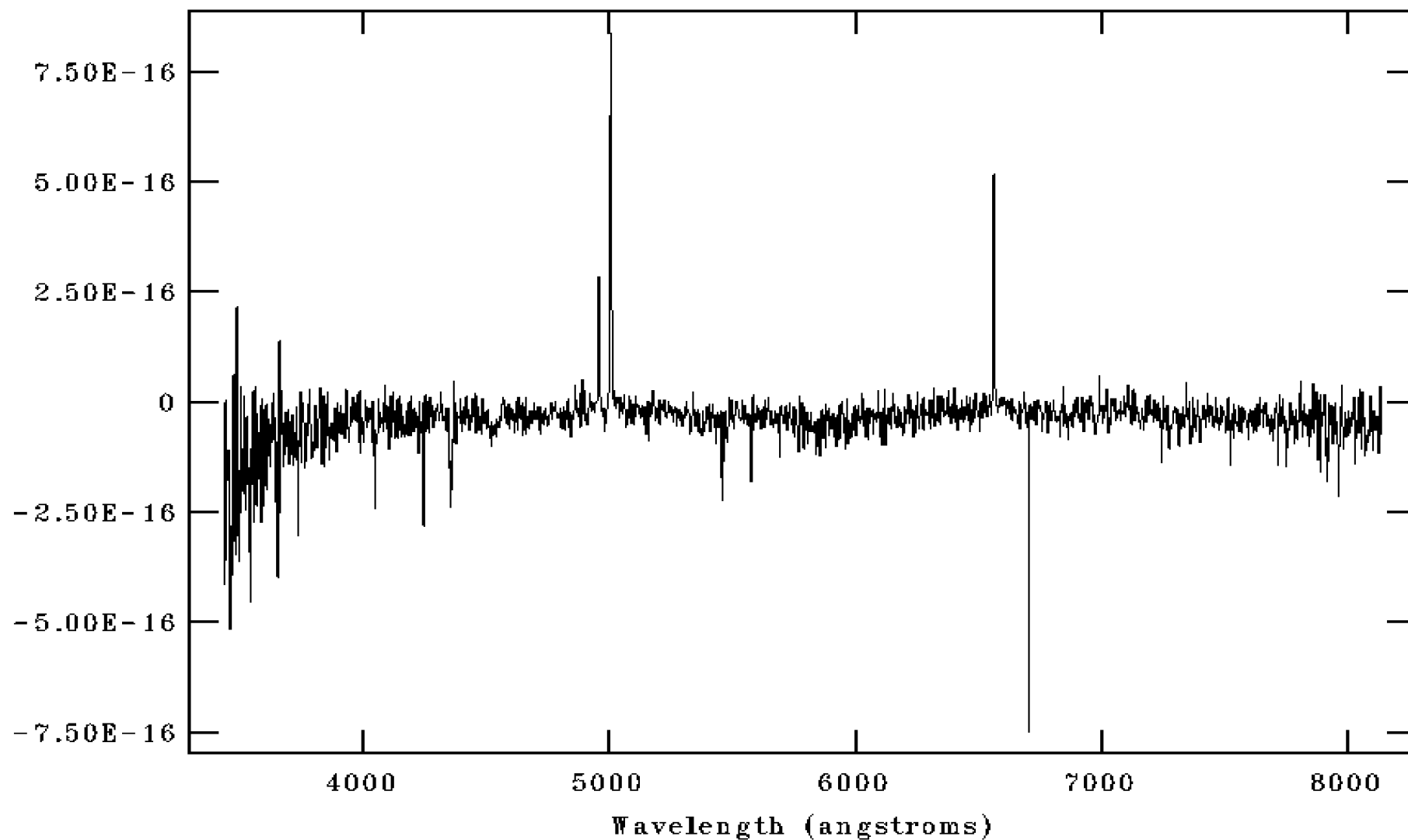
ANALISI SPETTROSCOPICA

NOAO/IRAF V2.14EXPORT lab@vcontrol-7 Thu 10:21:38 16-Feb-2012
[regione0[*],1]: NGC7354 (PN) 300. ap:1 beam:0



ANALISI SPETTROSCOPICA

NOAO/IRAF V2.14EXPORT lab@vcontrol-7 Thu 10:22:43 16-Feb-2012
[regione5[*],1]: NGC7354 (PN) 300. ap:1 beam:0

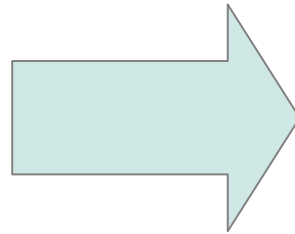


OUTPUT IRAF

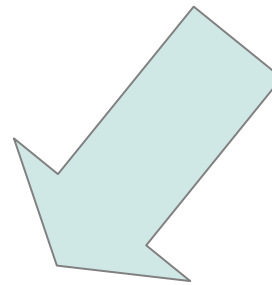
FLUSSO OSSERVATO

SCARTO QUADRATICO
MEDIO DEL CONTINUO
(rms)

AMPIEZZA DELLA
GAUSSIANA



CREAZIONE FILE
splot.log

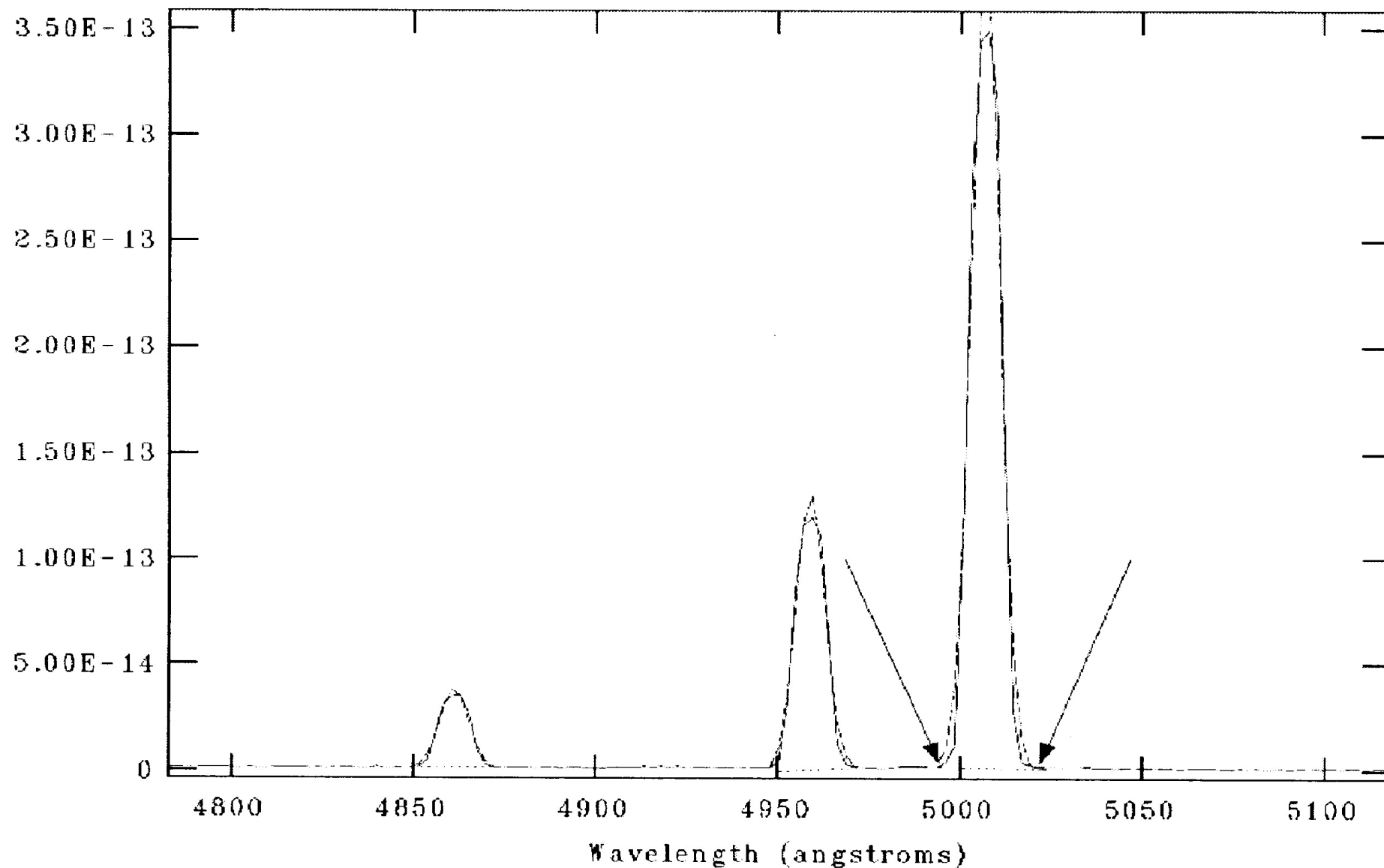


CREAZIONE
TABELLA IN
TOPCAT

OUTPUT IRAF

NOAO/IRAF V2.15.1 cracco@lteracc Tue 08:53:09 22-Feb-2011

[C[* ,1]]: M57 600. ap:1 beam:0



OUTPUT TOPCAT

Per ogni flusso di ogni riga che è stato misurato è stato calcolato l'errore relativo, errore assoluto ed rapporto segnale-rumore

ERRORE RELATIVO

$$\frac{\Delta F}{F} = rms \times core$$

ERRORE ASSOLUTO

$$\Delta F = Flux \times \left(\frac{\Delta F}{F} \right)$$

RAPPORTO
SEGNALE-RUMORE

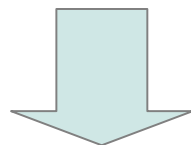
$$\frac{S}{N} = \frac{F}{\Delta F}$$

OUTPUT TOPCAT

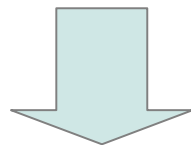
Intrinseco

Osservato

$$\left(\frac{FH \alpha}{FH \beta}\right) = \left(\frac{FH \alpha}{FH \beta}\right) \times 10^{0,4 A(v)}$$



$$A(\lambda) = A(V) \times \left[a(y) + \frac{b(y)}{3,1} \right]$$



Intrinseco

Osservato

$$F(\lambda) = F(\lambda)_{oss} \times 10^{-0,1386 \times A(\lambda)}$$

Dalla formula inversa di questa formula è stato calcolato $A(v)$ dell'H

A partire dal coefficiente $A(v)$, estinzione in banda visibile, dell'H si calcola quello riferito ad ogni riga osservata

A partire dal flusso osservato, ovvero quello calcolato con IRAF è stato calcolato quello intrinseco

TEMPERATURA e DENSITÀ

- Per calcolare la temperatura e densità si calcolano i rapporti rispettivamente di [OIII] e [SII]
- Per ottenere la temperatura e la densità della regione analizzata è stato utilizzato IRAF
- È stata calcolata la distanza di ogni regione dal centro della nebulosa in parsec
- Sono stati creati due grafici uno temperatura in funzione della distanza e uno densità in funzione della distanza

TEMPERATURA e DENSITÀ

Per la temperatura si usa il rapporto delle righe dell'Ossigeno:

$$[O \text{ III}] = \frac{I(5007) + I(4959)}{I(4363)}$$

Per la densità si usa il rapporto delle righe dello Zolfo:

$$[S \text{ II}] = \frac{I(6716)}{I(6731)}$$

TEMPERATURA e DENSITÀ

```
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = nebular
TASK = temden

option = ☐ temperature Quantity to calculate: density or temperature
flxratio= 10. Expression for flux ratio
(atom = oxygen) Atom name
(spectru= 3) Atomic spectrum number (e.g., [S ii] = 2)
(transit= default) Transition description
(assume = 300.) Assumed electron temperature/density
(result = 31446.056640625) Result of calculation
(verbose= no) Print info for each iteration?
(at_data= at_data) Atomic reference data directory
(mode = ql)
```

ESC-? for HELP

TEMPERATURA e DENSITÀ

#Regione	Temperatura (K)	Densità (e/cm ³)
2	9837	1807
1	9331	2778
0	9145	3116
-1	9527	2117
-2	9049	1997
-3	8719	1302

CONVERSIONE DISTANZA

Determinazione delle distanze dal centro;
conversione da pixel a secondi d'arco:

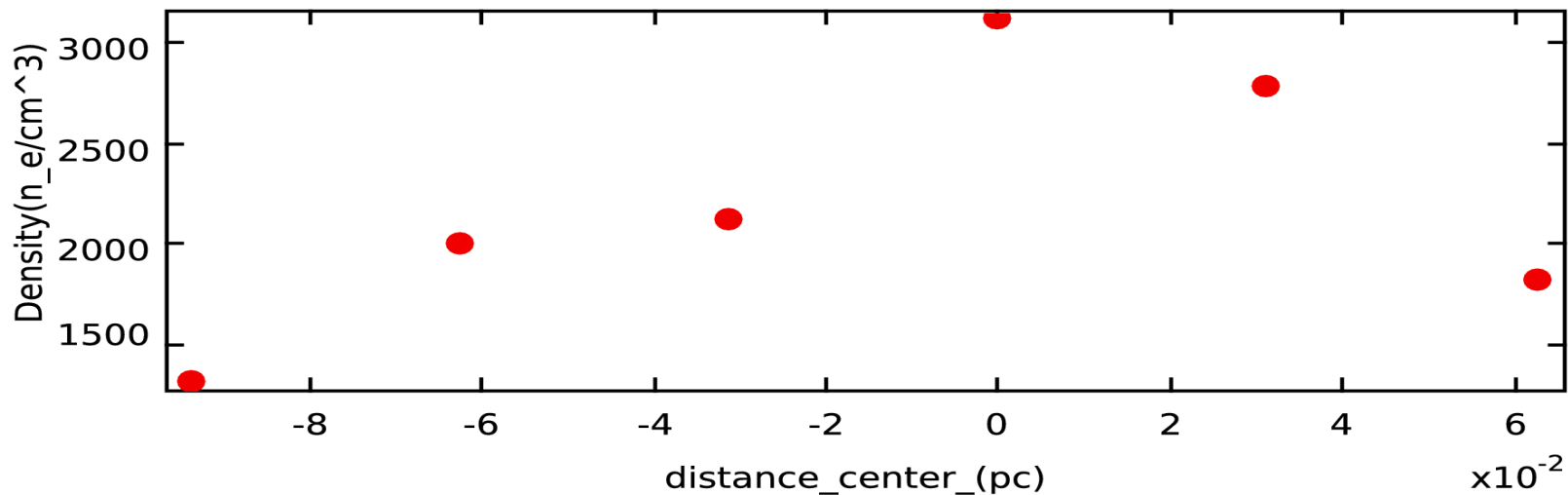
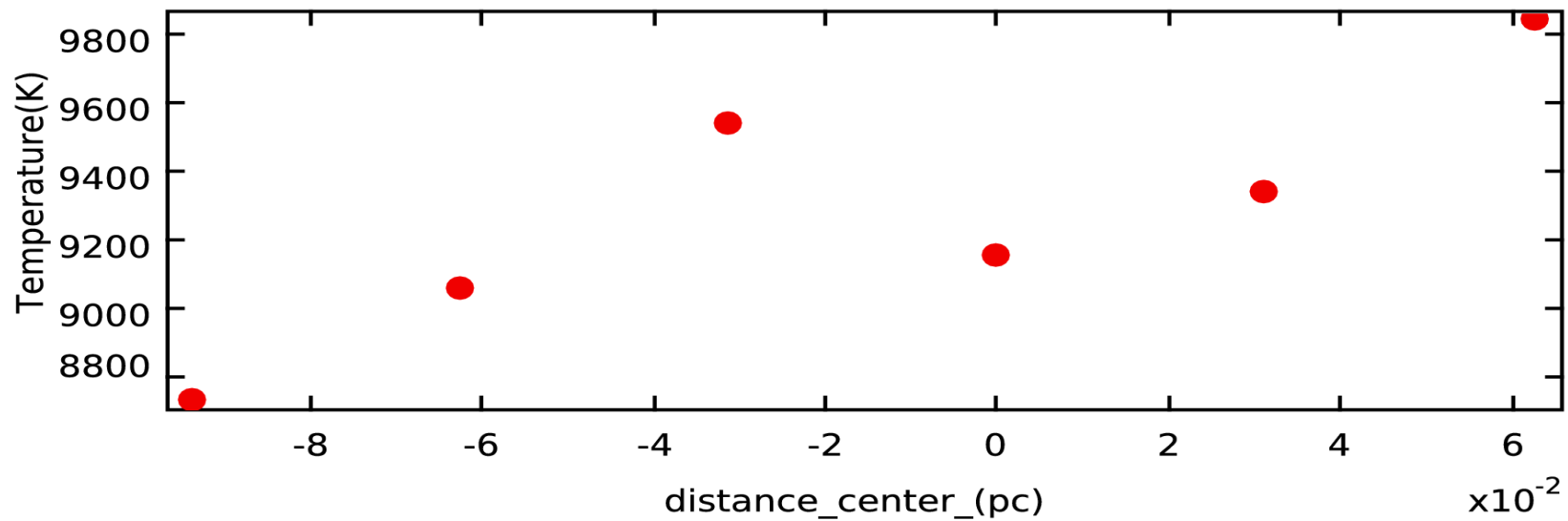
$$r('') = r(\text{px}) \times \text{scala}(''/\text{pixel})$$

Successivamente convertite in parsec:

$$r(\text{pc}) = \frac{r('') \times d(\text{pc})}{206265}$$

Dove la distanza era 1271 pc.

TEMPERATURA e DENSITÀ



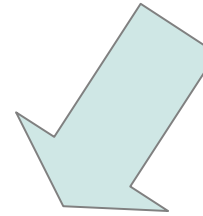
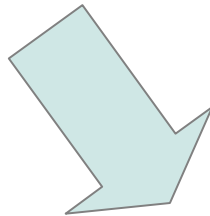
ABBONDANZE CHIMICHE

$$\frac{O}{H} = \frac{OI + OII + OIII}{HI}$$

$$\frac{N}{H} = \frac{O}{H} \times \frac{N}{O}$$

ABBONDANZE
DI OSSIGENO

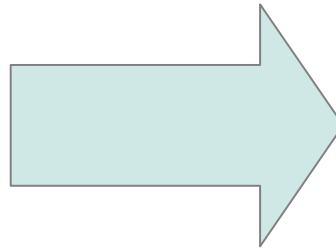
ABBONDANZE DI
AZOTO



Allontanandosi dal centro
della nebulosa si ha una
maggiore presenza sia di
ossigeno sia di azoto

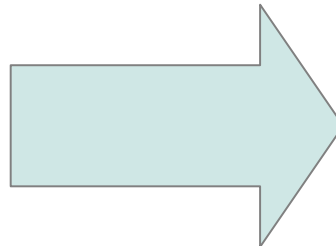
ELEMENTI CHIMICI PRESENTI

TUTTE
LE
REGIONI



[ArIII]
[NII]
H α
[OIII]
H β

REGIONI
PIÙ
INTERNE



[SII]
[OII]
HeI
HeII
[ArIV]
H γ
H δ
[NeIII]
H δ

SCHEDA RIASSUNTIVA VALORI

Temperatura (K)	9500 (valor medio)
Densità (e/cm³)	Max: 3100 Min: 1300
Abbondanza Ossigeno (×10⁻⁴)	Max: 8,72 (REGIONE -2) Min: 7,90 (REGIONE -1)
Abbondanza Azoto (×10⁻⁴)	Max: 5,00 (REGIONE 1) Min: 4,68 (REGIONE -2)

CONFRONTO

NEBULOSE PLANETARIE

NGC7354

NGC7009

**Temperatura
(K)**

9500 (valor medio)

10039 (valor medio)

**Densità
(e^-/cm^3)**

Max: 3100
Min: 1300

Max: 3800
Min: 1300

**Abbondanza Ossigeno
($\times 10^{-4}$)**

Max: 8,72 (REGIONE -2)
Min: 7,90 (REGIONE -1)

Max: 6,59
Min: 4,88

**Abbondanza
Azoto ($\times 10^{-4}$)**

Max: 5,00 (REGIONE 1)
Min: 4,68 (REGIONE -2)

Max: 3,35
Min: 2,69
