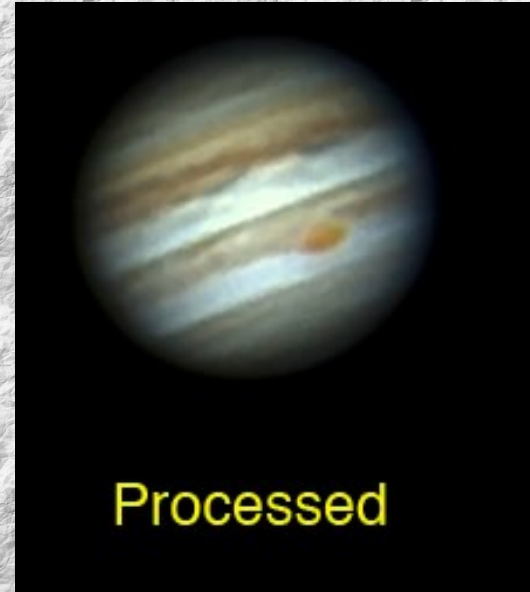


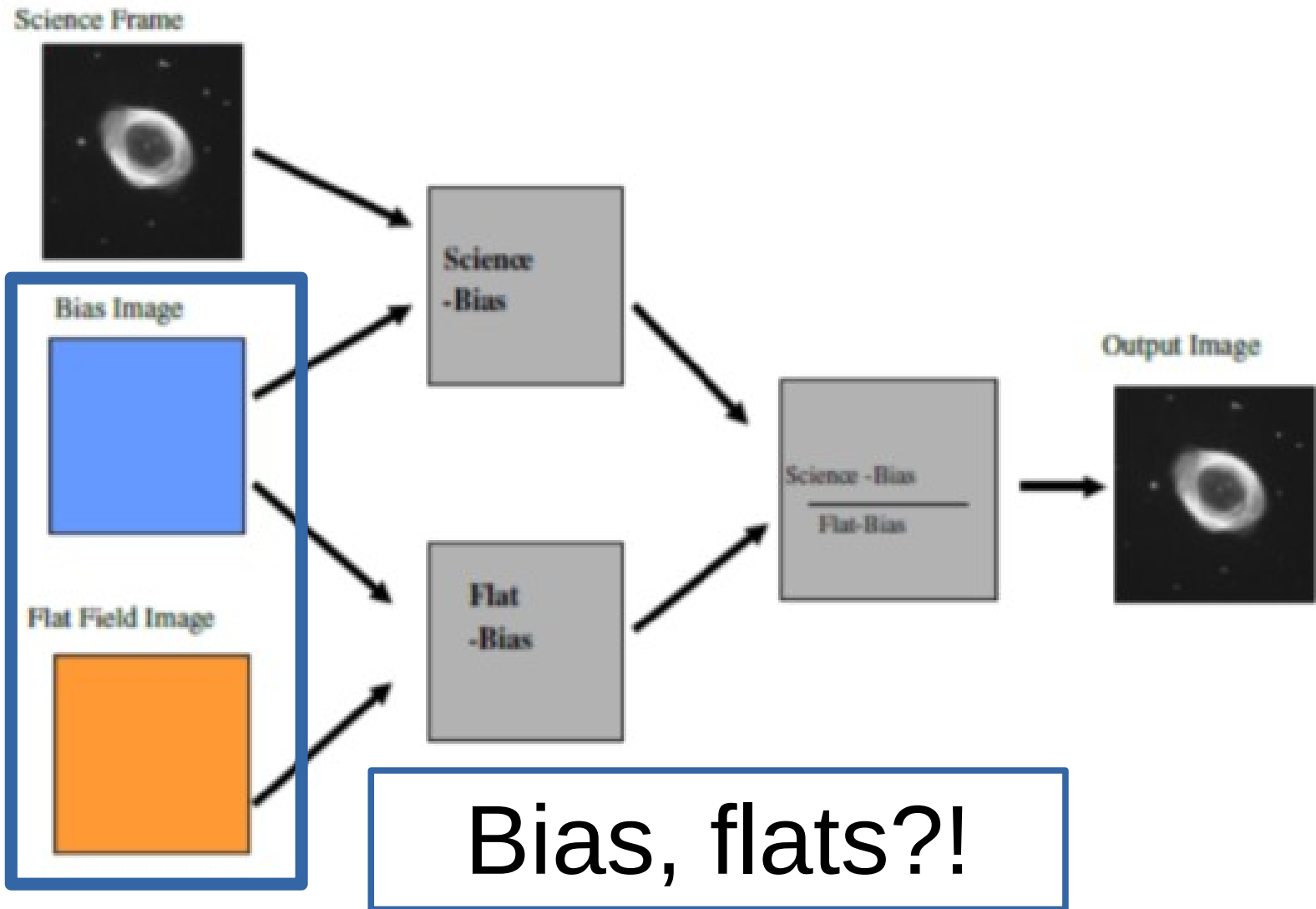


# Reducción de datos





# Reducción de datos fotométricos



# BIAS (DARKS ...)

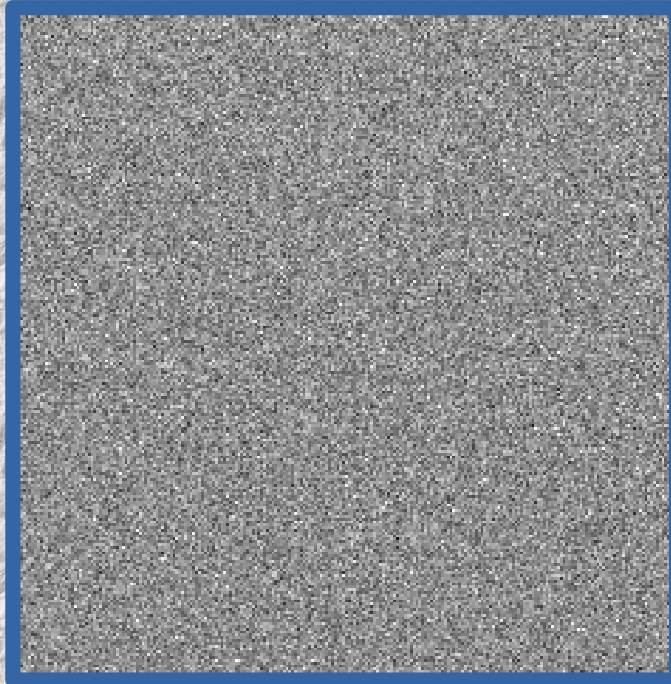
BIAS or ZERO FRAMES: Flush chip of all previous dark and photoelectrons, then 0 second integration (simple read right after flush).

- Purpose: Gives measure of how amplifier will read each physical pixel with no photoelectrons in it (the "zero level"). I.e., the net voltage in each pixel from combined + and - carriers at start of exposure.

# BIAS (DARKS ...)

BIAS or ZERO FRAMES: Flush chip of all previous dark and photoelectrons, then 0 second integration (simple read right after flush).

- Purpose: Gives measure of how amplifier will read each physical pixel with no photoelectrons in it (the "zero level"). I.e., the net voltage in each pixel from combined + and - carriers at start of exposure.





# FLAT FIELDS

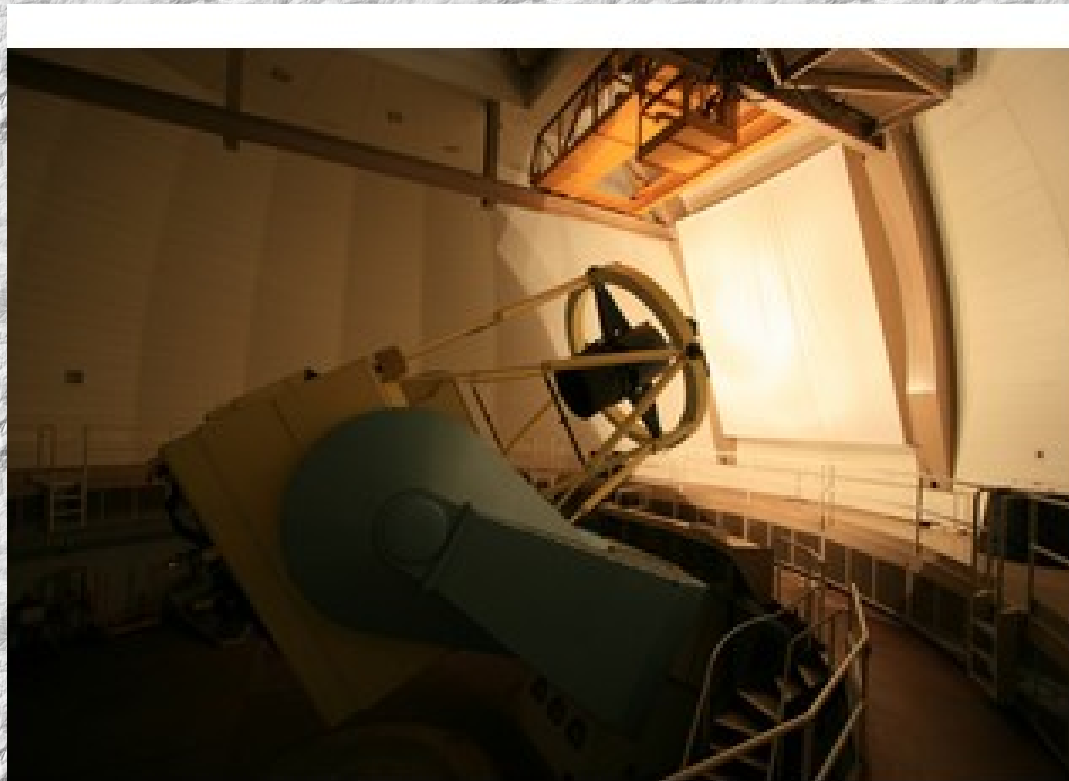
**DOME FLAT**: Exposure through entire optical system pointed at evenly illuminated screen -- typically mounted on inside of telescope dome ("Great White Spot").

- Purpose: Allows the measurement of pixel-to-pixel Q.E. variations across CCD.
  - Assumption of domeflat is that every pixel is exposed to same flux. Differences in ADU levels of output image show the *relative sensitivity* of each pixel. Want to normalize each picture by this map of relative sensitivities of pixels so that we are left with only the relative *incoming flux levels* of the region of the sky portrayed in the image.

# FLAT FIELDS

**DOME FLAT**: Exposure through entire optical system pointed at evenly illuminated screen -- typically mounted on inside of telescope dome ("Great White Spot").

- **Purpose**: Allows the measurement of pixel-to-pixel Q.E. variations across CCD.
  - Assumption of domeflat is that every pixel is exposed to same flux. Differences in ADU levels of output image show the *relative sensitivity* of each pixel. Want to normalize each picture by this map of relative sensitivities of pixels so that we are left with only the *relative incoming flux levels* of the region of the sky portrayed in the image.





# FLAT FIELDS

**DOME FLAT:** Exposure through entire optical system pointed at evenly illuminated screen -- typically mounted on inside of telescope dome ("Great White Spot").

- **Purpose:** Allows the measurement of pixel-to-pixel Q.E. variations across CCD.
  - Assumption of domeflat is that every pixel is exposed to same flux. Differences in ADU levels of output image show the *relative sensitivity* of each pixel. Want to normalize each picture by this map of relative sensitivities of pixels so that we are left with only the *relative incoming flux levels* of the region of the sky portrayed in the image.

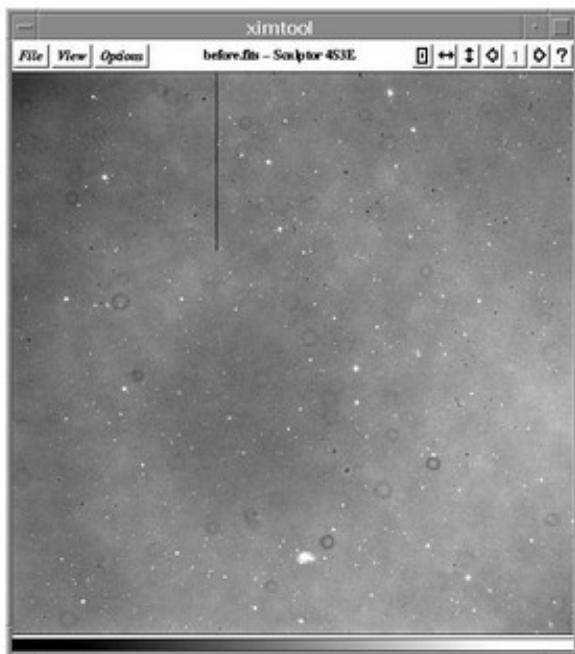
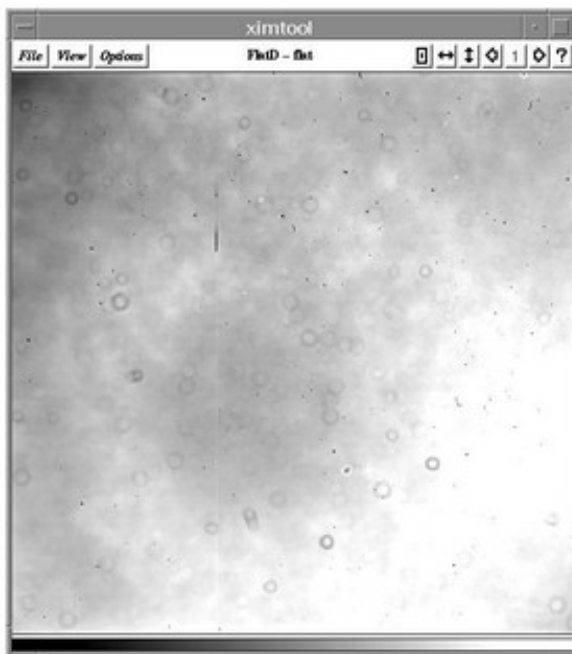


Image of star field with only bias subtraction. Can see sky does not appear flat because of variations in QE across image.



Domeflat (after bias subtraction) made of evenly illuminated projection screen shows the QE variation pattern *only*.

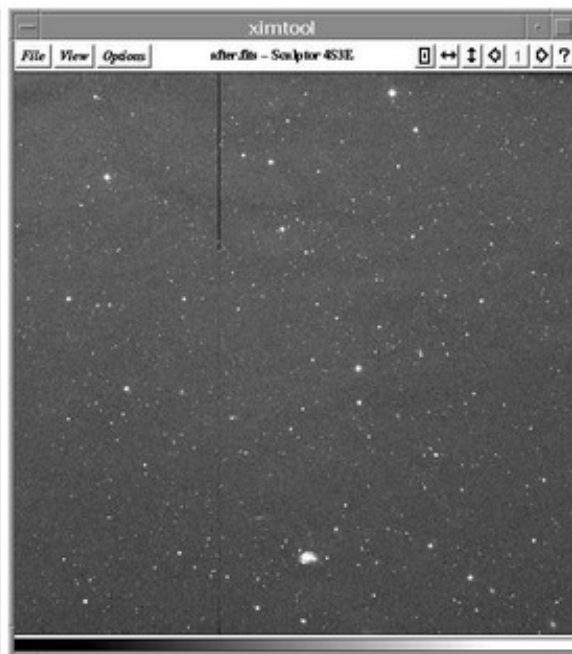


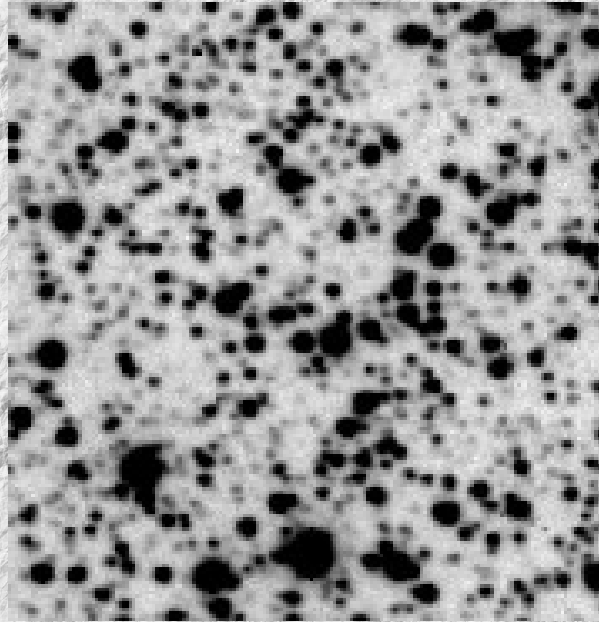
Image of star field corrected by *dividing by* domeflat.



# Reducción de datos fotométricos

- Bias (dark), flat (dome, sky, ..), cosmic rays ...
- Numerosos calibradores combinados
- **Imagen (2D) final**

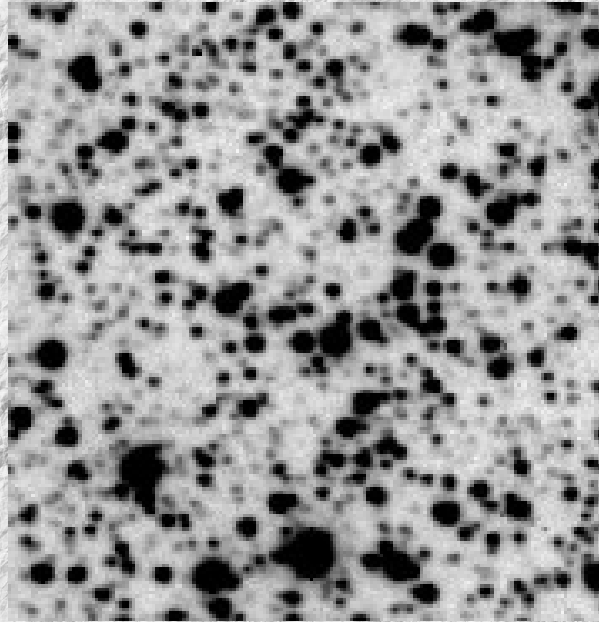
# Medición de magnitudes



Si se corrigen los efectos instrumentales (pre-reduccion: bias, flats, darks) y habiendo utilizado el detector (CCD) en su rango de trabajo, la cantidad de cuentas en cada píxel es proporcional a la cantidad de fotones incidentes



# Medición de magnitudes



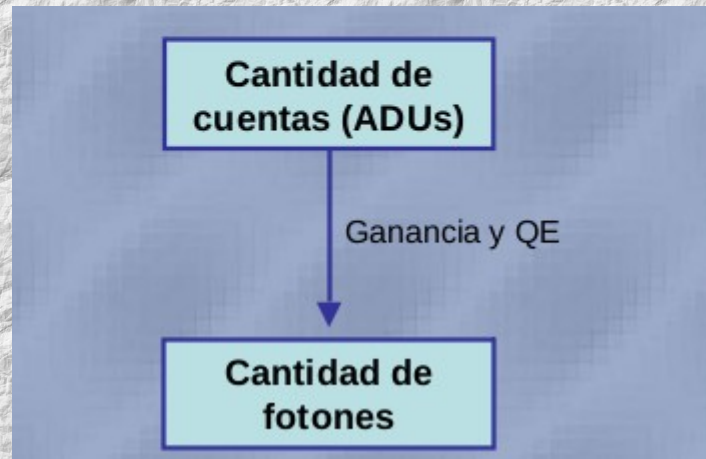
Si se corrigen los efectos instrumentales (pre-reduccion: bias, flats, darks) y habiendo utilizado el detector (CCD) en su rango de trabajo, la cantidad de cuentas en cada píxel es proporcional a la cantidad de fotones incidentes

**Cantidad de  
cuentas (ADUs)**

Ganancia y QE

**Cantidad de  
fotones**

# Medición de magnitudes

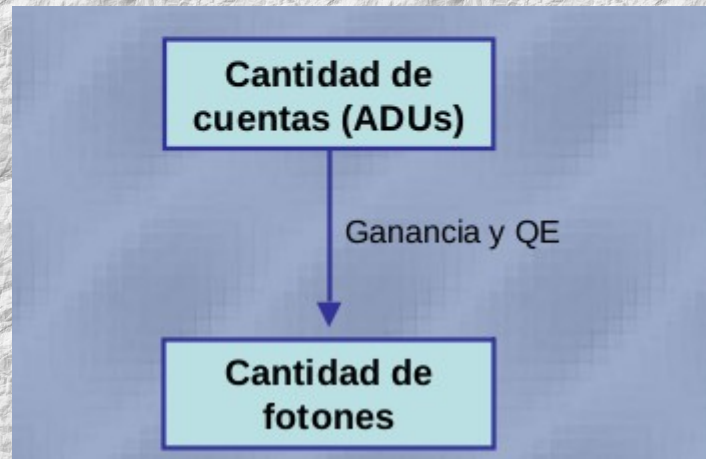


$$m_{Inst} = -2.5 \log (S [cuentas / s])$$

- **Magnitud instrumental ( $m_{INST}$ ):** Se relaciona solamente con la cantidad de “cuentas/s” detectadas



# Medición de magnitudes



$$m_{Inst} = -2.5 \log (S [cuentas / s])$$

$$m_S = m_{Inst} + zp_I$$

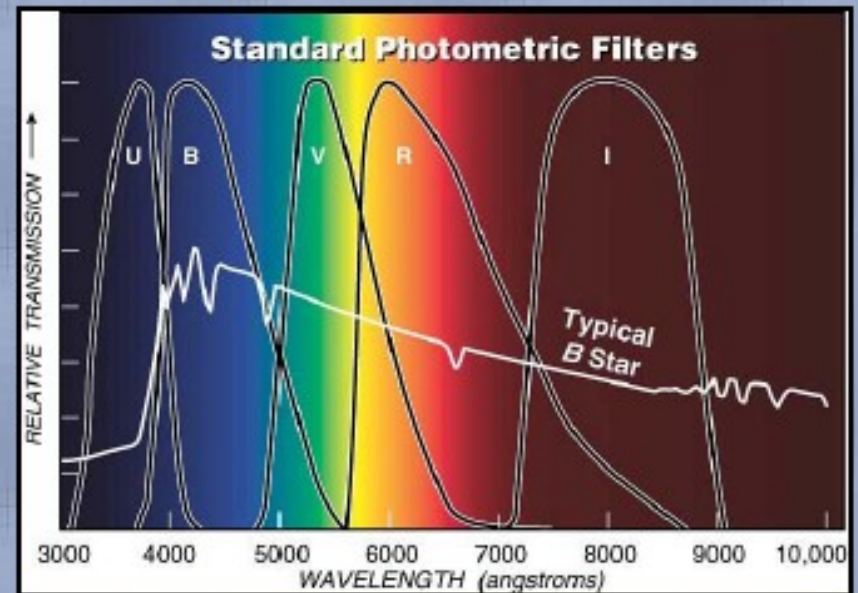
- **Magnitud instrumental ( $m_{INST}$ ):** Se relaciona solamente con la cantidad de “cuentas/s” detectadas
- **Punto cero instrumental ( $zp_I$ ):** Se define así a la magnitud de un objeto que produce una cuenta por segundo en el instrumento utilizado. Este permite obtener la magnitud en el sistema ( $m_S$ )



## Sistemas Fotométricos

Estos se definen por medio de:

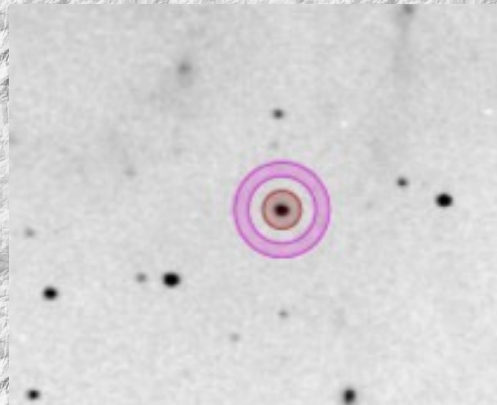
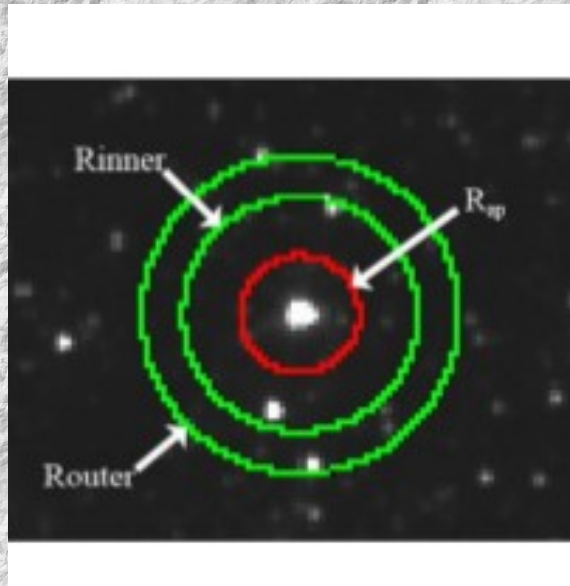
- Un conjunto de filtros
  - Filtros de banda ancha ("wide-band";  $\Delta\lambda \sim 1000 \text{ \AA}$ ;  $R < 10$ ): Las longitudes de onda centrales y las formas de las bandas se definen en términos de la convolución de:
    - La respuesta espectral de los filtros
    - El detector empleado
    - La óptica del telescopio
  - Filtros de banda media ("medium-band";  $\Delta\lambda \sim 200\text{-}300 \text{ \AA}$ ;  $R \sim 10\text{-}50$ )
  - Filtros de banda angosta ("narrow-band";  $\Delta\lambda \sim 50\text{-}100 \text{ \AA}$ ;  $R > 50$ )





# Medición de magnitudes Fotometría de apertura

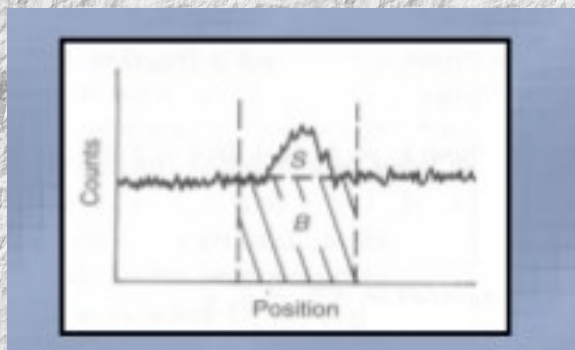
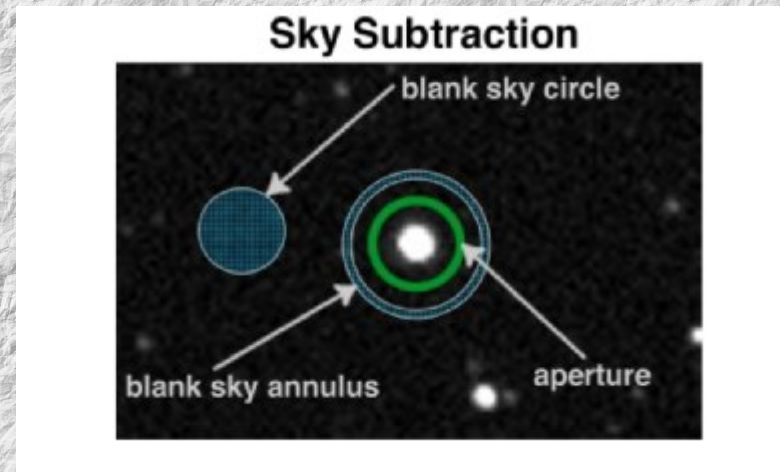
$$m_{Inst} = -2.5 \log (S \text{ [cuentas / s]})$$



# Medición de magnitudes

## Fotometría de apertura

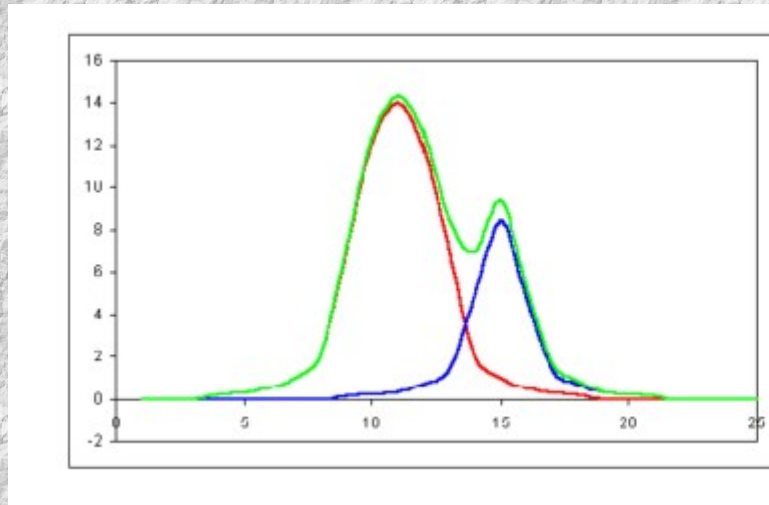
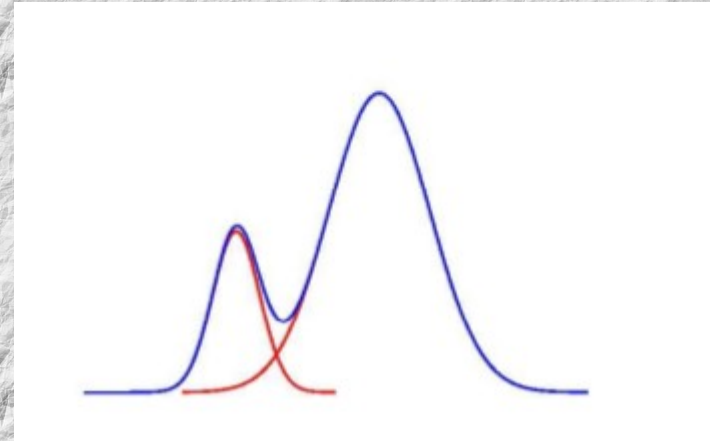
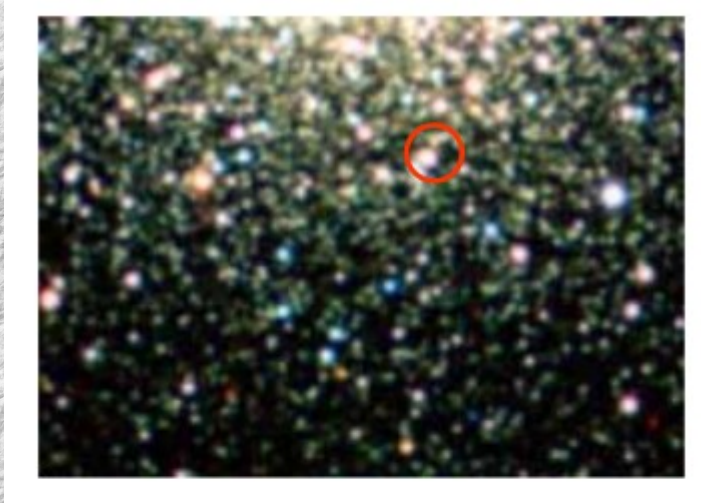
$$m_{Inst} = -2.5 \log (S \text{ [cuentas / s]})$$



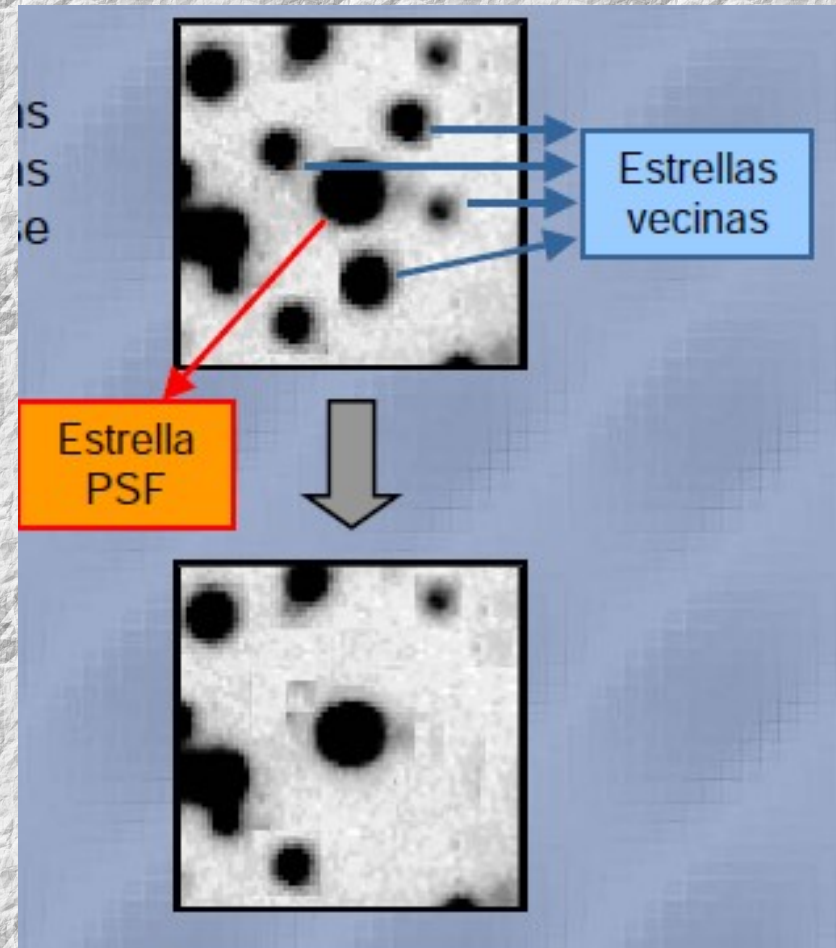
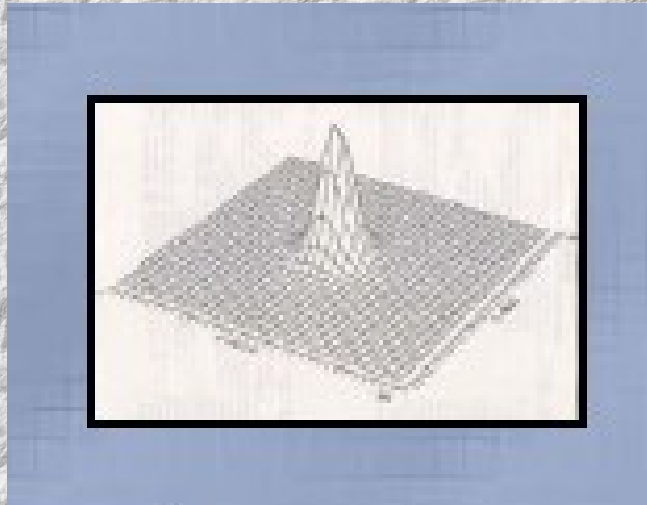
Los pixeles que contienen información de la estrella, también contienen información del cielo (p.e.: "skyglow") por lo que ambas informaciones deben ser separadas



# Medición de magnitudes Point Spread Function (PSF)



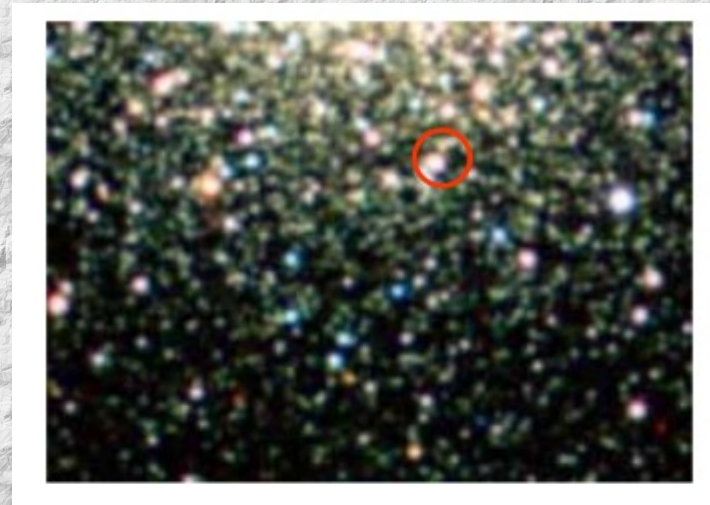
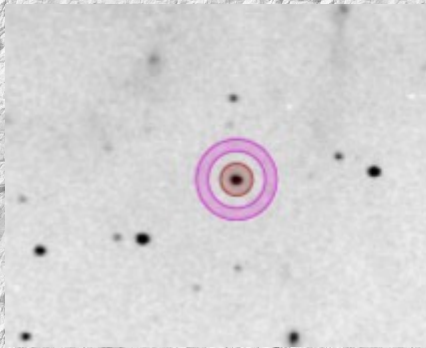
# Medición de magnitudes Point Spread Function (PSF)





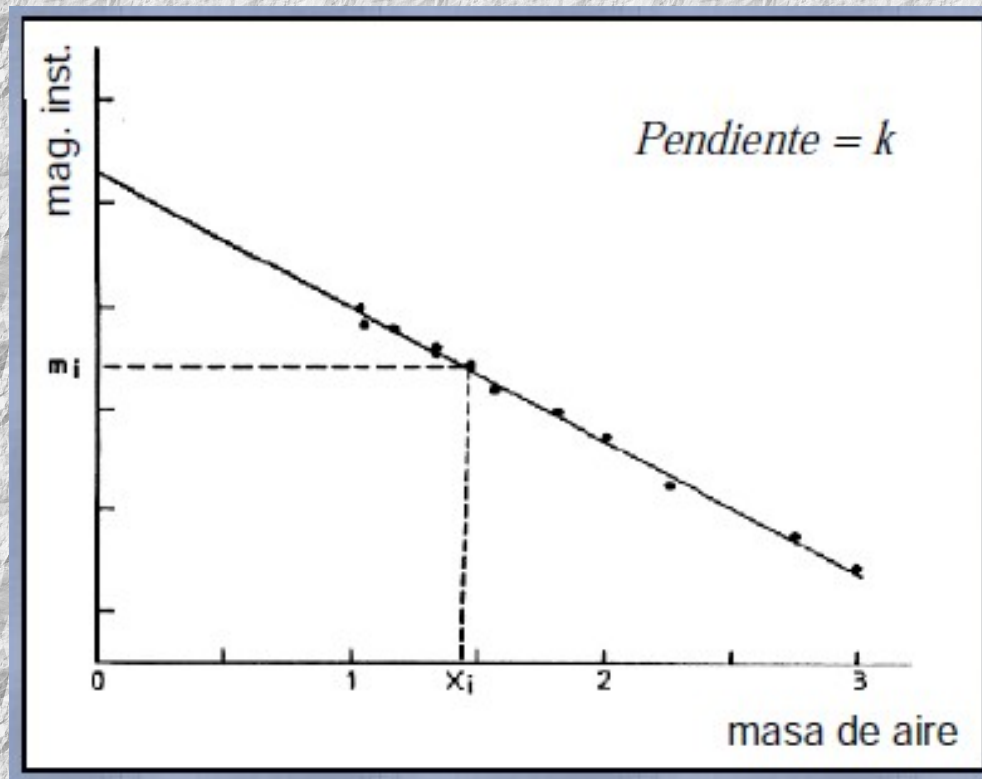
# Medición de magnitudes

- Fotometría de apertura
- *Point Spread Function* (PSF)



## Magnitudes instrumentales

$$m = m_0 + k X \quad \text{Ley de Bouguer}$$



$$k = k' + k'' \times IC$$

$k'$  = Coeficiente de extinción de 1er orden

$k''$  = Coeficiente de extinción de 2do orden



# Magnitudes instrumentales fuera de la atmósfera

$$v_0 = v - k_v X,$$

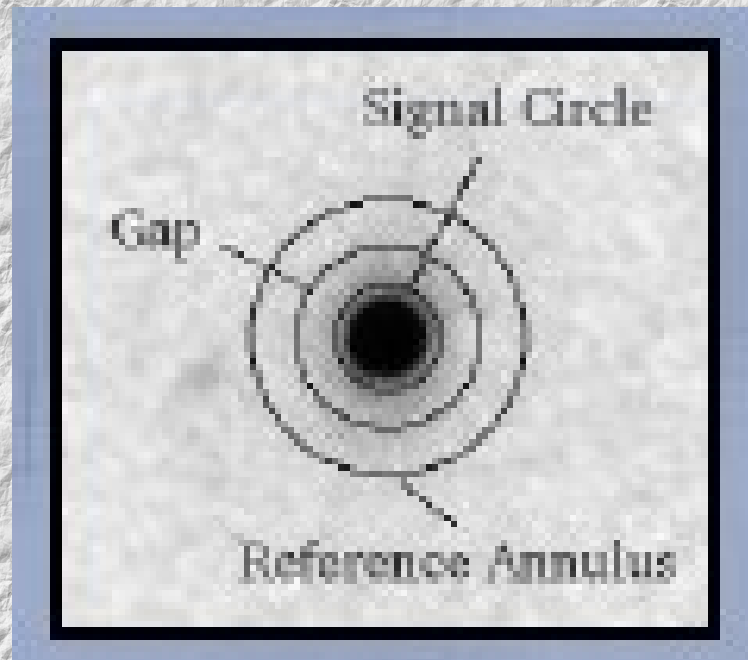
$$(b - v)_0 = \frac{(b - v) - k_{bv} X}{1 + k_{bv2} X},$$

$$(u - b)_0 = \frac{(u - b) - k_{ub1} X}{1 + k_{ub2} X},$$

Magnitudes instrumentales corregidas por extinción:

- de las estrellas de programa
- de las estrellas estándares (standard stars)

# Magnitudes instrumentales del sistema standard





# Magnitudes instrumentales del sistema standard

$$V = v_0 + A_1 + A_2(b - v)_0$$

$$B - V = A_3 + A_4(b - v)_0$$

$$U - B = A_5 + A_6(u - b)_0$$

catálogo de magnitudes standard  
de las **mismas** estrellas

$A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$

**UBVRI PHOTOMETRIC STANDARD STARS IN THE MAGNITUDE RANGE  $11.5 < V < 16.0$   
AROUND THE CELESTIAL EQUATOR<sup>1</sup>****ARLO U. LANDOLT<sup>2</sup>**

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

*Received 7 January 1992; revised 6 March 1992*

Star	$\alpha(2000)$	$\delta(2000)$	V	B-V	U-B	V-R	R-I	V-I
95 96	03:52:54	+00 00 19	10.010	0.147	0.072	0.079	0.095	0.174
95 97	03:52:57	-00 00 20	14.818	0.906	0.380	0.522	0.546	1.068
95 98	03:53:00	+00 02 52	14.448	1.181	1.092	0.723	0.620	1.342
95 100	03:53:01	+00 00 13	15.633	0.791	0.051	0.538	0.421	0.961
95 101	03:53:04	+00 02 53	12.677	0.778	0.263	0.436	0.426	0.863
95 102	03:53:07	+00 01 09	15.622	1.001	0.162	0.448	0.618	1.065
95 252							.747	1.566
95 190							.220	0.415
95 193							.616	1.366
95 105							.536	1.088

$$V = v_0 + A_1 + A_2(b - v)_0,$$

$$B - V = A_3 + A_4(b - v)_0,$$

$$U - B = A_5 + A_6(u - b)_0.$$



# Magnitudes en el sistema standard de las estrellas de programa

$$V = v_0 + A_1 + A_2(b - v)_0,$$

$$B - V = A_3 + A_4(b - v)_0,$$

$$U - B = A_5 + A_6(u - b)_0.$$

# Magnitudes en el sistema standard de las estrellas de programa

Las magnitudes (y colores) instrumentales se encuentran del lado derecho de las ecuaciones mientras que las magnitudes (y colores) en el sistema estándares se hallan en el lado izquierdo

$$\begin{aligned} V &= v_1 + v_2 * X + v_3 * (b-v) + v_4 * X * (b-v) \\ VR &= r_1 - r_2 * X + r_3 * (v-r) + r_4 * X * (v-r) \\ VI &= i_1 - i_2 * X + i_3 * (v-i) + i_4 * X * (v-i) \\ BV &= b_1 - b_2 * X + b_3 * (b-v) + b_4 * X * (b-v) \\ UB &= u_1 - u_2 * X + u_3 * (u-b) + u_4 * X * (u-b) \end{aligned}$$

## **magnitudes**

$u, b, v, r, i$  = instrumentales

$U, B, V, R, I$  = sistema estándar

## **constantes de las transformaciones**

$u_n, b_n, v_n, r_n, i_n$  ( $n = 1, 2, 3, 4$ )

$n=1$ : Punto cero

$n=2$ : Coeficiente de extinción

$n=3$ : Coeficiente de transf. de color

$n=4$ : Factor adicional (usualmente es nulo)



# Transformación de sistemas fotométricos

As an example, here is a transformation from Tycho  $B_T, V_T$  to Johnson  $B_J, V_J$  for unreddened main sequence stars (taken from "Guide to the Tycho-2 catalogue"):

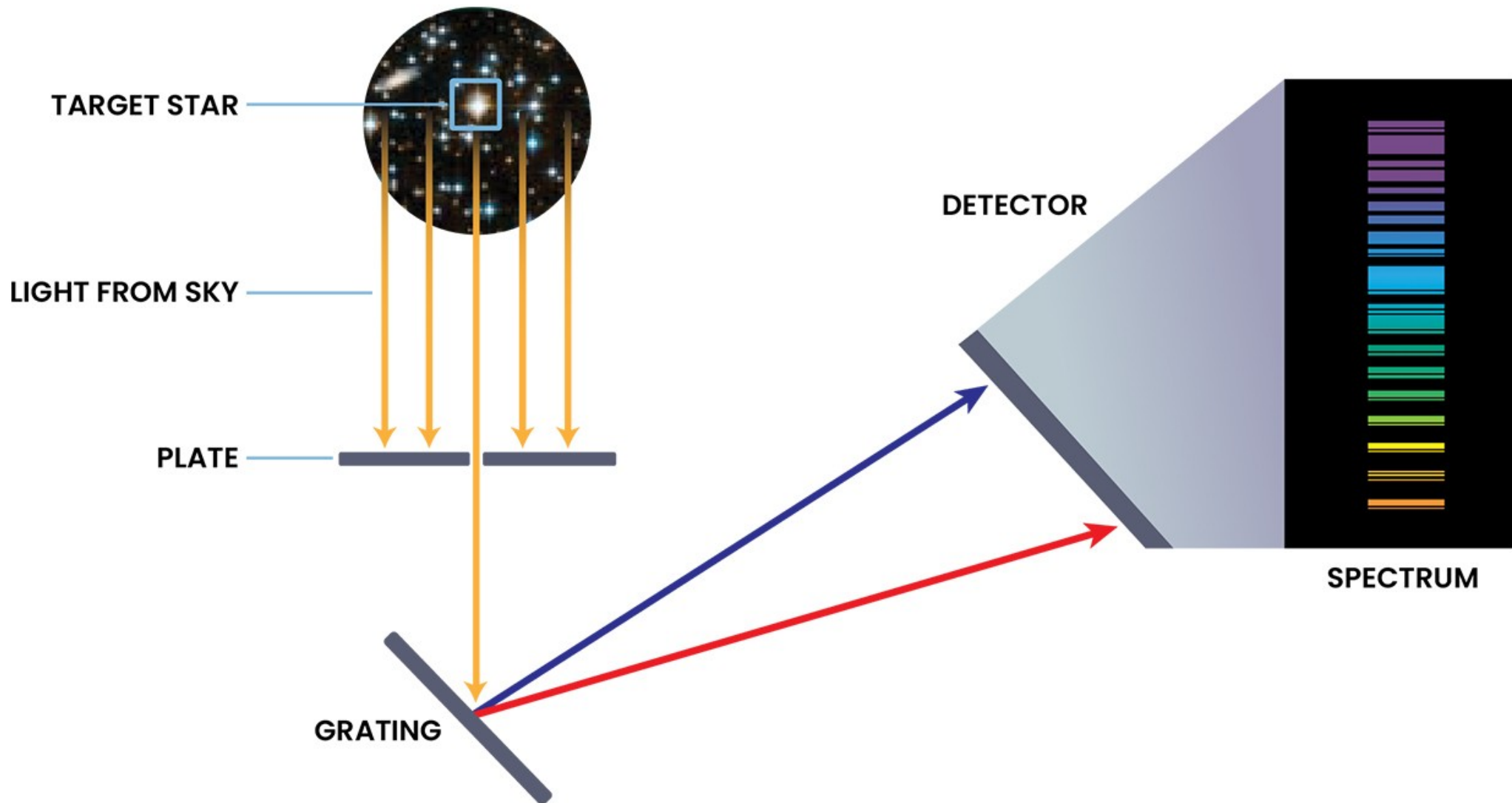
$$V_J = V_T - 0.090(B_T - V_T)$$

$$(B_J - V_J) = 0.850(B_T - V_T)$$

# Reducción de datos espectroscópicos



# Reducción de datos espectroscópicos



# Reducción de datos espectroscópicos

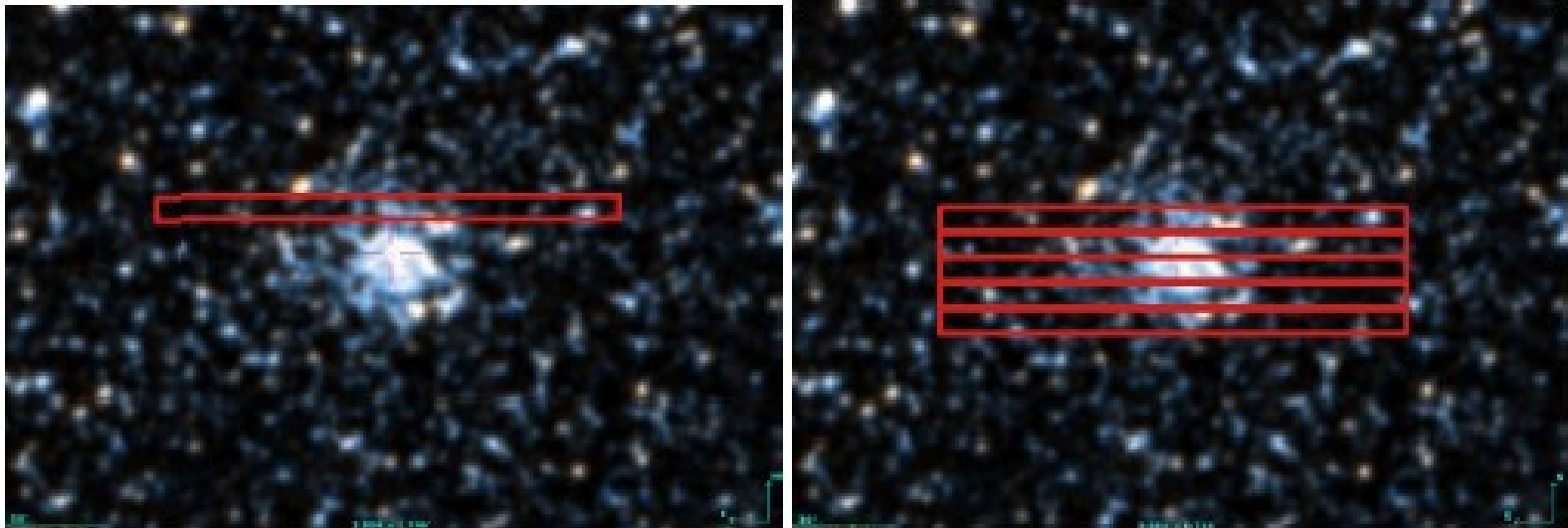
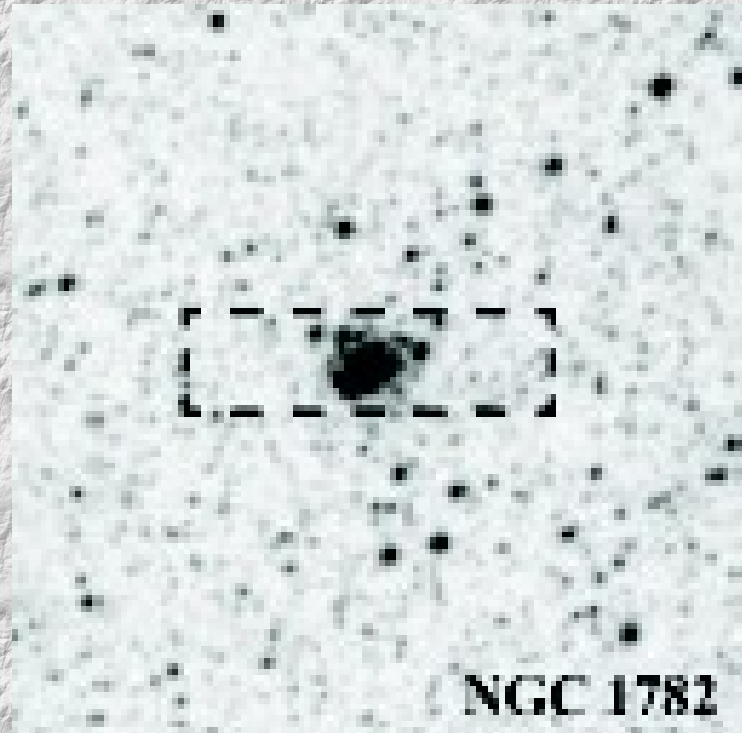


Figura 3.2: Representación para NGC 1826 de la región abarcada por la ranura ( $2.25' \times 5''$ ) en un sector del CE a la izquierda. A la derecha, la subdivisión realizada para tomar las diferentes exposiciones, representadas con la posición que ocupó la ranura en cada una. Imágenes creadas con ©Aladin en color DSS2. Norte hacia arriba, Este hacia la izquierda.



# Espectroscopía



# Espectroscopía integrada

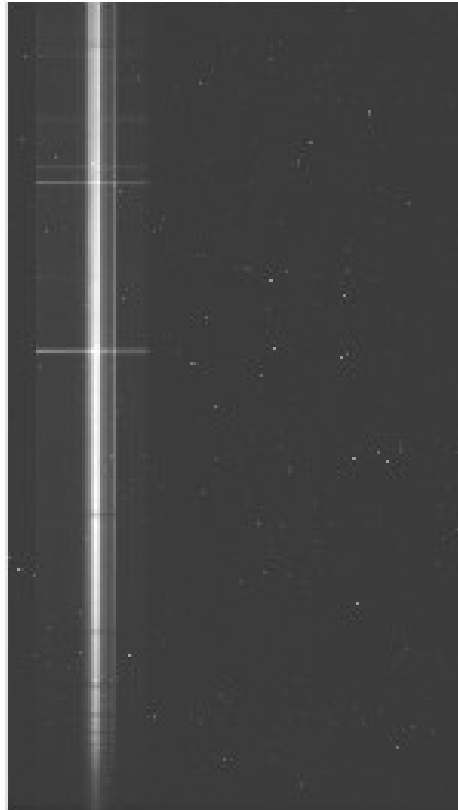


Figura 3.4: Imagen espectral “cruda” de NGC 1782.



# Espectroscopía integrada

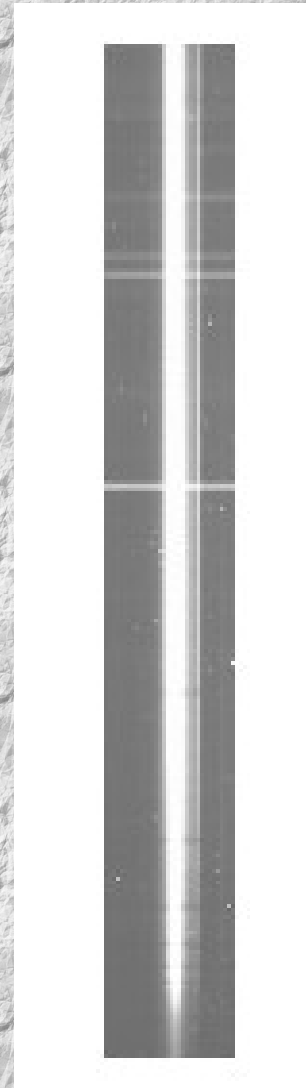
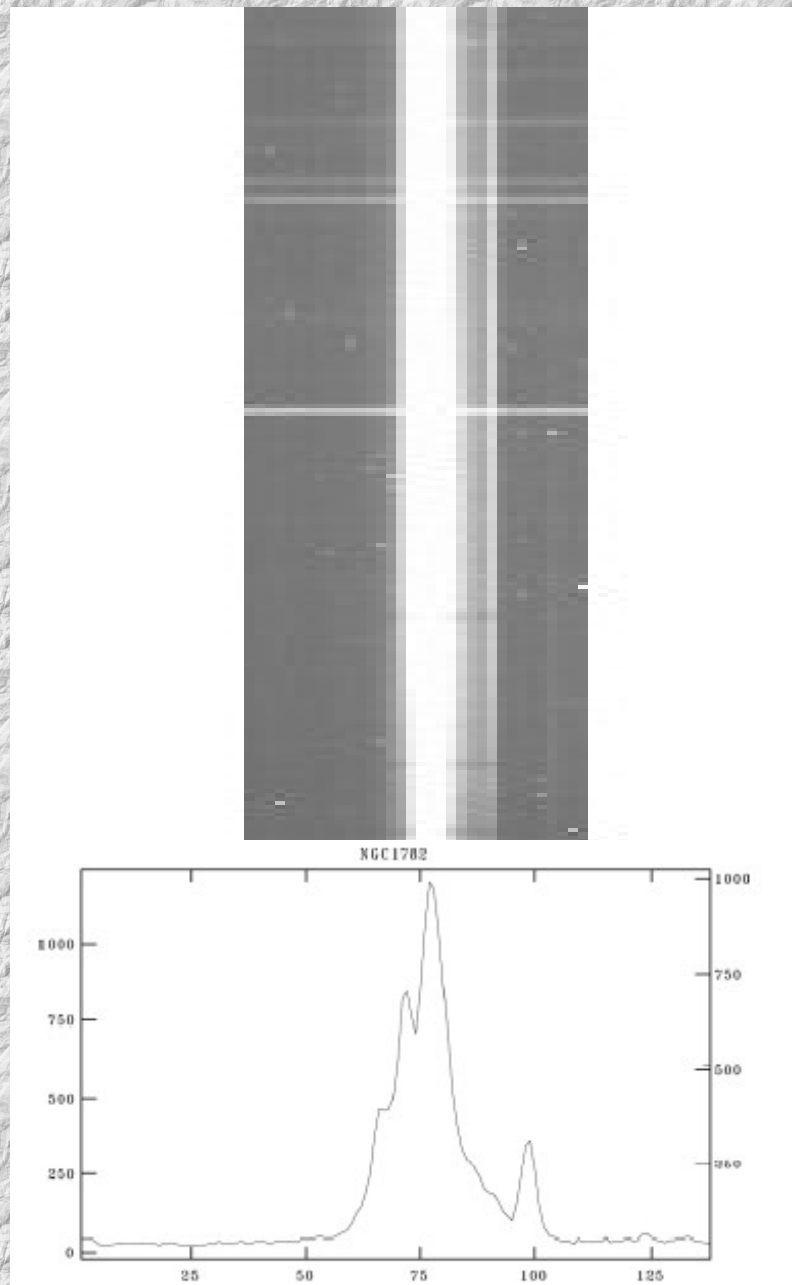


Figura 3.5: Imagen espectral de NGC 1782 recortada y procesada por las imágenes de calibración.

# Espectroscopía integrada





# Espectroscopía integrada

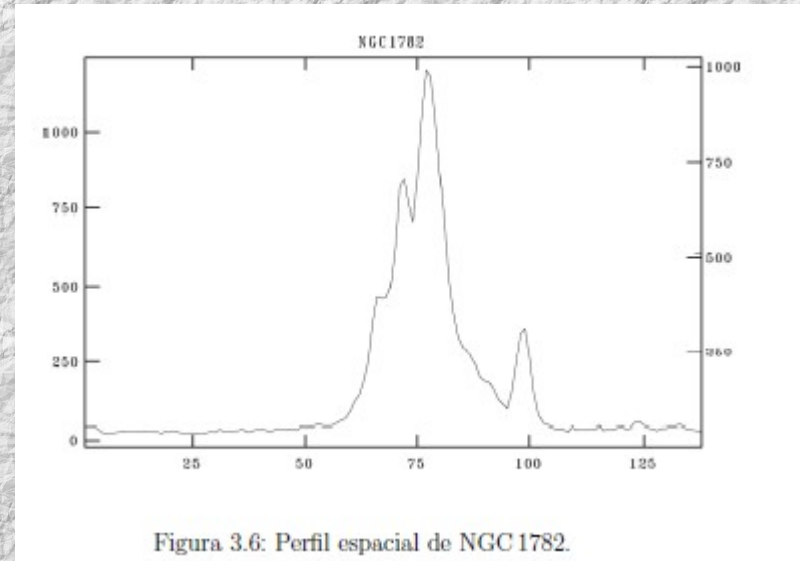
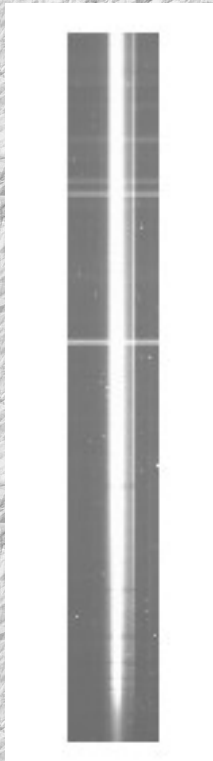


Figura 3.6: Perfil espacial de NGC 1782.

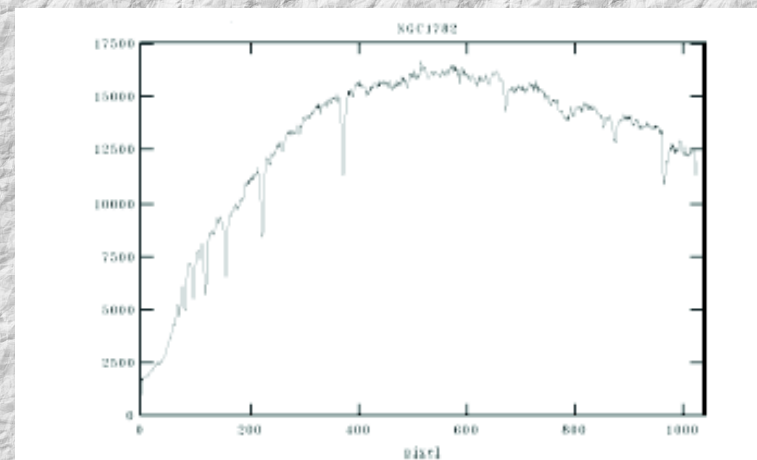


Figura 3.7: Espectro unidimensional, sin calibrar, de NGC1782.

# Espectroscopía integrada

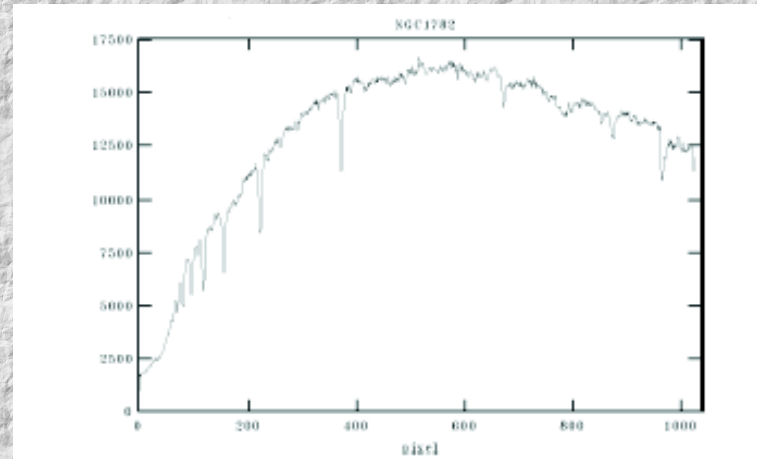
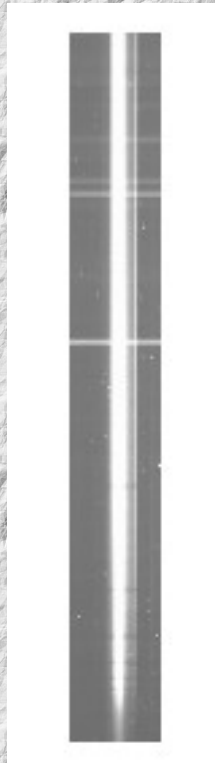


Figura 3.7: Espectro unidimensional, sin calibrar, de NGC1782.

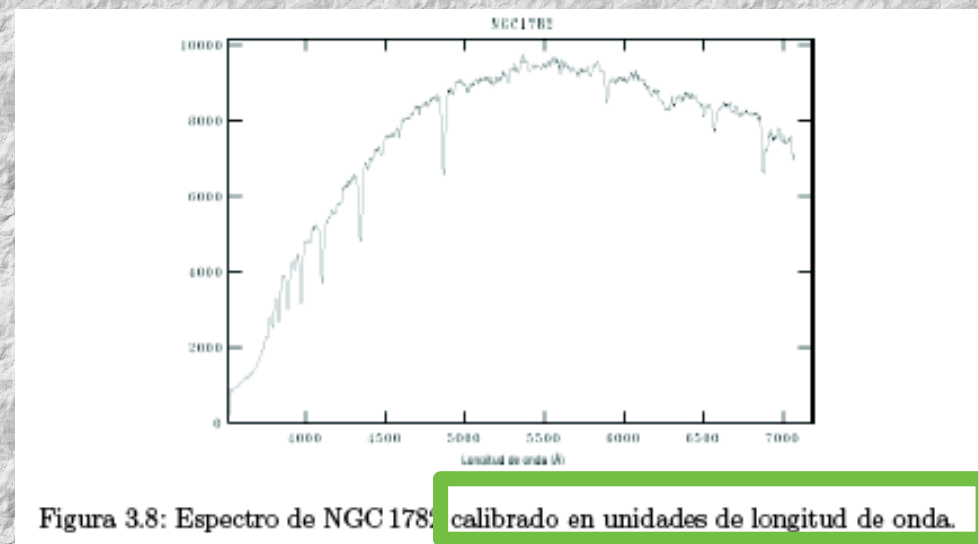


Figura 3.8: Espectro de NGC 1782 calibrado en unidades de longitud de onda.



# Espectroscopía integrada

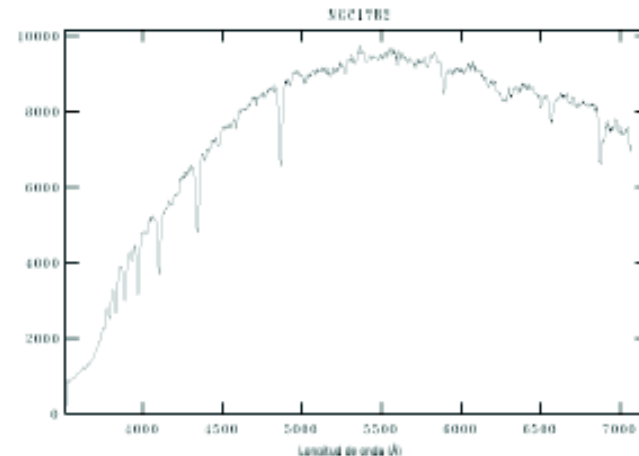
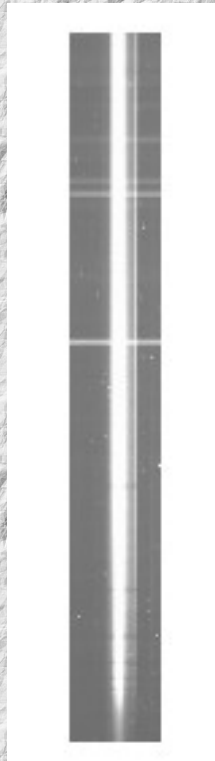


Figura 3.8: Espectro de NGC 1782 calibrado en unidades de longitud de onda.

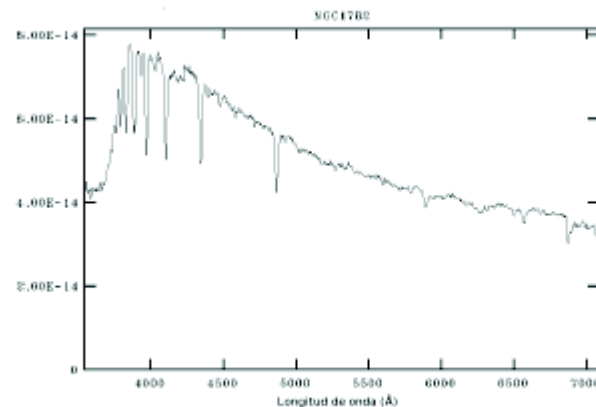


Figura 3.9: Espectro de NGC 1782 calibrado en unidades de longitud de onda y en unidades de flujo.