

Viewing and manipulating FITS images

Camila Pérez Angulo

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales

Programa de Física

October 6, 2025

Explicación del código

El siguiente código tiene como objetivo leer, analizar y visualizar imágenes astronómicas en formato FITS, correspondientes a diferentes objetos celestes. A continuación, se describe paso a paso cada sección del código, sus funciones principales y los resultados esperados.

Importación de bibliotecas

En este primer bloque se importan las librerías necesarias para el manejo, análisis y visualización de datos astronómicos. Estas incluyen: `numpy` (operaciones numéricas), `matplotlib.pyplot` (gráficas e imágenes), `astropy.io.fits` (lectura de archivos FITS), `aplpy` (visualización astronómica avanzada), `pandas` (manejo de datos tabulares), y `LogNorm` para normalización logarítmica en escalas de color.

Código en Python

```
import numpy as np

# Set up matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline

from astropy.io import fits
import aplpy # visualizing the data in a more better way!
import pandas as pd # for data handling
import shutil
from matplotlib.colors import LogNorm
```

Apertura del archivo FITS

Aquí se abre el archivo FITS que contiene la observación astronómica. La función `fits.open()` devuelve una lista de unidades de datos (HDUs), y con `hdu_list.info()` se visualiza la estructura interna del archivo, incluyendo las extensiones y dimensiones de cada una.

Código en Python

```
hdu_list =
    fits.open("/home/debian12/Documentos/UD/Astro-Observacional/FITS_IMAGES/fits/NGC
    3372/hst_11291_02_wfpc2_pc_f255w_ua1402_drz.fits")
hdu_list.info()
```

Resultado

```
Filename: /hst129102w_fpc2pcf255wua1402drz.fits
No.NameVerTypeCardsDimensionsFormat
0PRIMARY1PrimaryHDU841()
1SCI1ImageHDU96(4587, 4572)float32
2WHT1ImageHDU89(4587, 4572)float32
3CTX1ImageHDU92(4587, 4572)int32
```

El resultado muestra que el archivo contiene cuatro extensiones: la primaria (sin datos de imagen) y tres adicionales que incluyen la imagen científica, el mapa de pesos y los datos de contexto.

Lectura del encabezado

El siguiente bloque accede al encabezado (`header`) de la extensión científica. Allí se encuentran metadatos del telescopio, coordenadas de observación, filtro utilizado y parámetros técnicos de la imagen.

Código en Python

```
# displaying the header of the data which contains all the information about the
# telescope, dimension of the image, observation location, etc..
hdu_list[1].header
```

Extracción de los datos de imagen

Se obtiene la matriz de datos de la imagen desde la segunda extensión (SCI), que contiene los valores de intensidad de cada píxel.

Código en Python

```
image_data = hdu_list[1].data
```

Tipo y dimensiones de los datos

Se imprime el tipo de dato (`numpy.ndarray`) y las dimensiones de la matriz, confirmando que se trata de una imagen bidimensional de 4572x4587 píxeles, para esta imagen en particular.

Código en Python

```
print(type(image_data))
print(image_data.shape)
```

Resultado

```
<class 'numpy.ndarray'>
(4572, 4587)
```

Cierre del archivo FITS

Una vez cargados los datos, el archivo se cierra para liberar recursos.

Código en Python

```
hdu_list.close()
```

Visualización de la imagen

Se visualiza la imagen utilizando `matplotlib`, aplicando el mapa de colores “inferno” para resaltar las variaciones de brillo. Se agrega una barra de color para representar la escala de intensidades.

Código en Python

```
plt.imshow(image_data, cmap='inferno')
plt.colorbar()

# To see more color maps
# http://wiki.scipy.org/Cookbook/Matplotlib>Show_colormaps ie: rainbow, gray
# https://matplotlib.org/1.2.1/examples/pylab_examples/show_colormaps.html
```

Cálculo de estadísticas básicas

Se calculan valores estadísticos de los datos (mínimo, máximo, media y desviación estándar). Los resultados NaN indican que existen píxeles sin información válida dentro de la imagen.

Código en Python

```
print('Min:', np.min(image_data))
print('Max:', np.max(image_data))
print('Mean:', np.mean(image_data))
print('Stdev:', np.std(image_data))
```

Resultado

```
Min: nan
Max: nan
Mean: nan
Stdev: nan
```

Transformación de la matriz a un vector

El método `flatten()` convierte la matriz bidimensional en un arreglo unidimensional, facilitando análisis estadísticos y la construcción de histogramas.

Código en Python

```
print(type(image_data.flatten()))
print(image_data.flatten().shape)
```

Resultado

```
<class 'numpy.ndarray'>
(20971764,)
```

Visualización avanzada con APLpy

En esta sección se utiliza la biblioteca APLpy, especializada en astronomía, para visualizar el archivo FITS con mayor control. Se genera una imagen en escala de grises y luego en escala de color tipo “inferno”. Los valores de brillo mínimo y máximo (`vmin`, `vmax`) son ajustados automáticamente.

Código en Python

```
# using the aplpy library which is often used by astronomers...
gc = aplpy.FITSFigure(image_data) # loading the image as an aplpy object
gc.show_grayscale() #displaying the image..
gc.show_colorscale(cmap='inferno') # escala de colores
```

Resultado

```
INFO: Auto-setting vmin to -1.493e+01 [aplpy.core]  
INFO: Auto-setting vmax to 1.295e+01 [aplpy.core]  
INFO: Auto-setting vmin to -1.205e+01 [aplpy.core]  
INFO: Auto-setting vmax to 1.088e+01 [aplpy.core]
```

Histograma de intensidades

Finalmente, se genera un histograma con 100 bins (intervalos) para mostrar la distribución de intensidades de los píxeles en la imagen. El eje X representa la intensidad y el eje Y el número de píxeles (en escala logarítmica). Esta visualización ayuda a identificar las zonas más brillantes y oscuras del objeto astronómico.

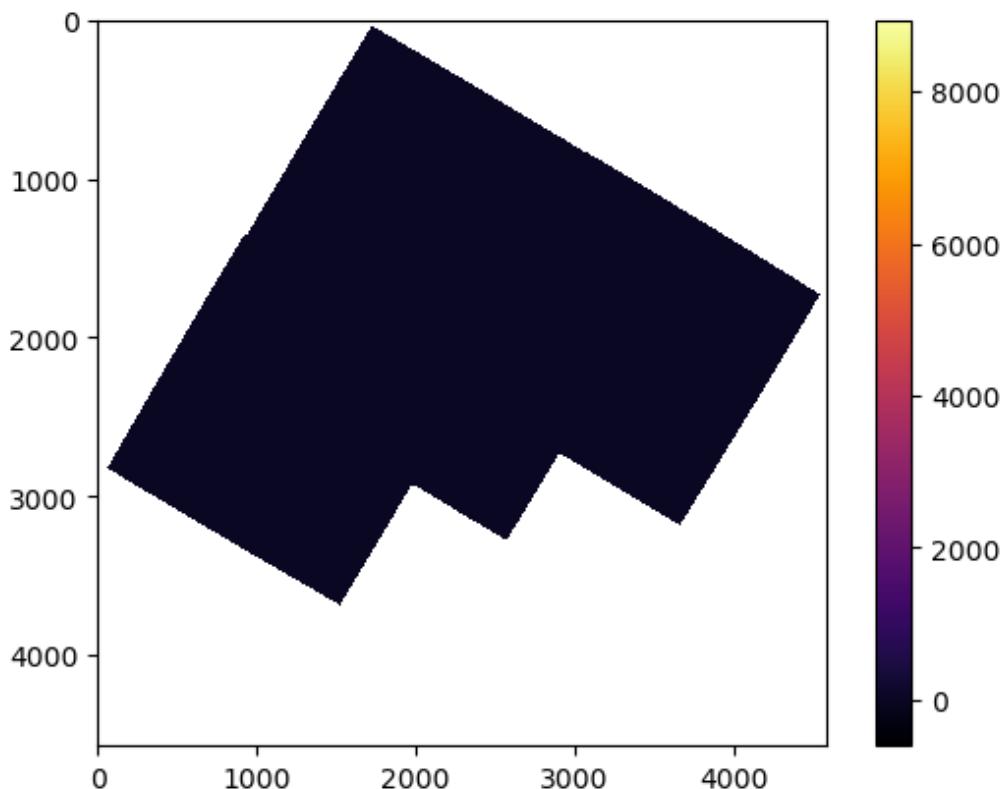
Código en Python

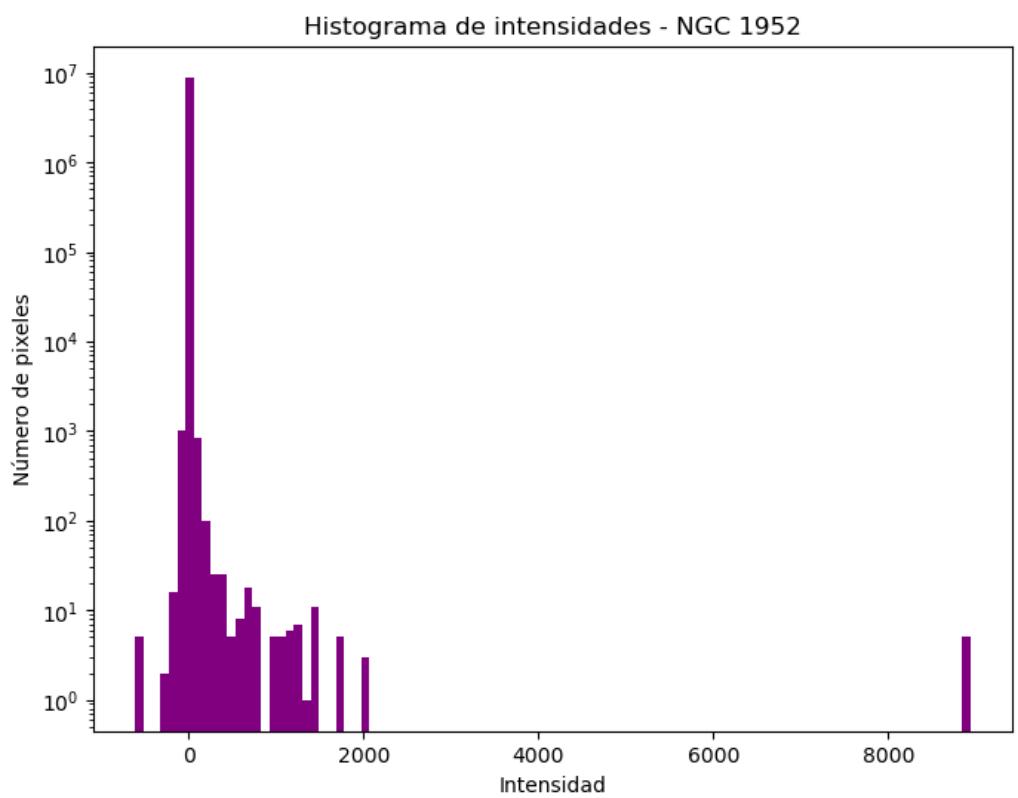
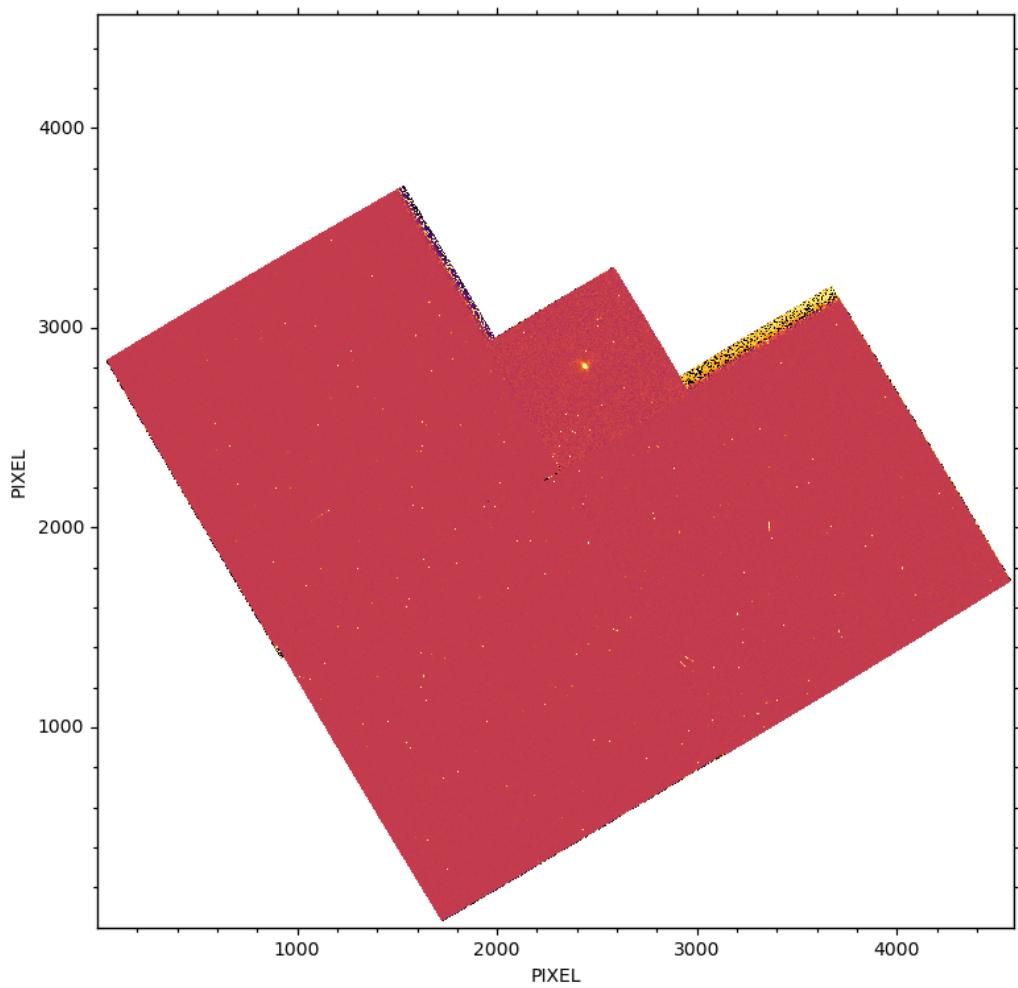
```
plt.figure(figsize=(8,6))  
plt.hist(image_data.flatten(), bins=100, log=True, color='purple')  
plt.xlabel("Intensidad")  
plt.ylabel("Número de píxeles")  
plt.title("Histograma de intensidades")  
plt.show()
```

Nebulosas:

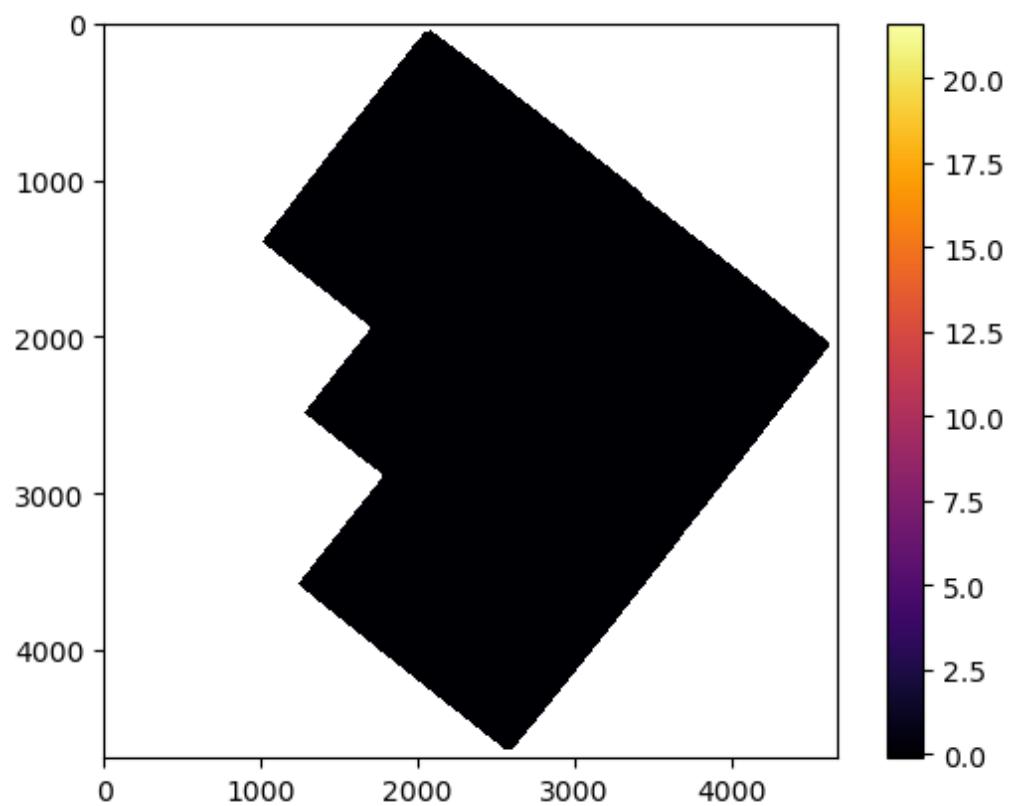
EXPLICACIÓN

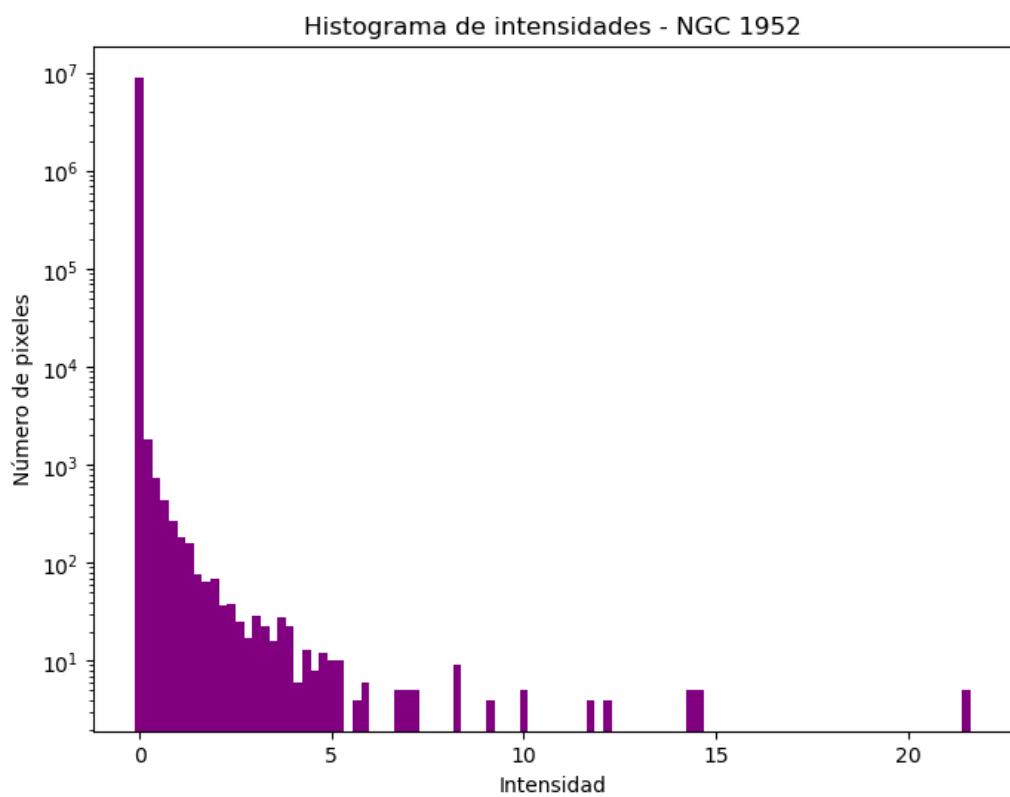
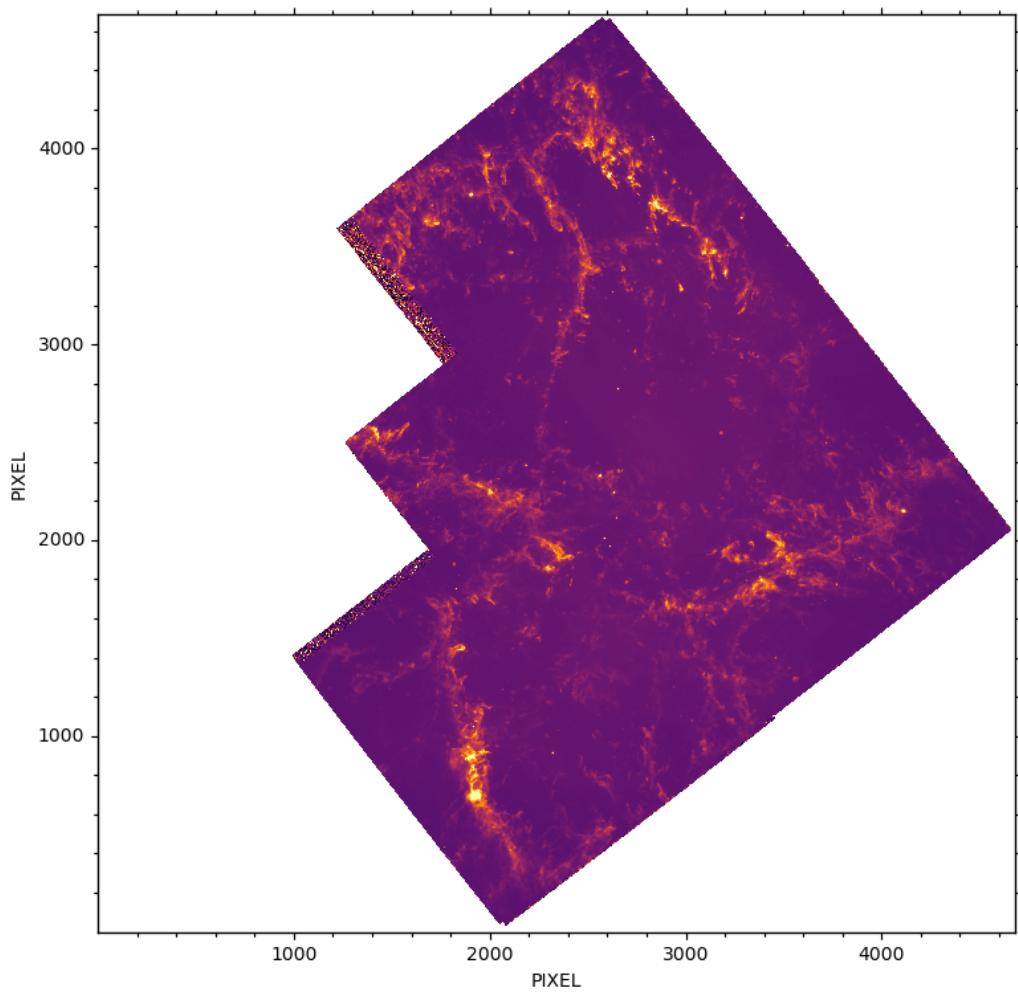
NGC 3372 – Nebulosa de Carina



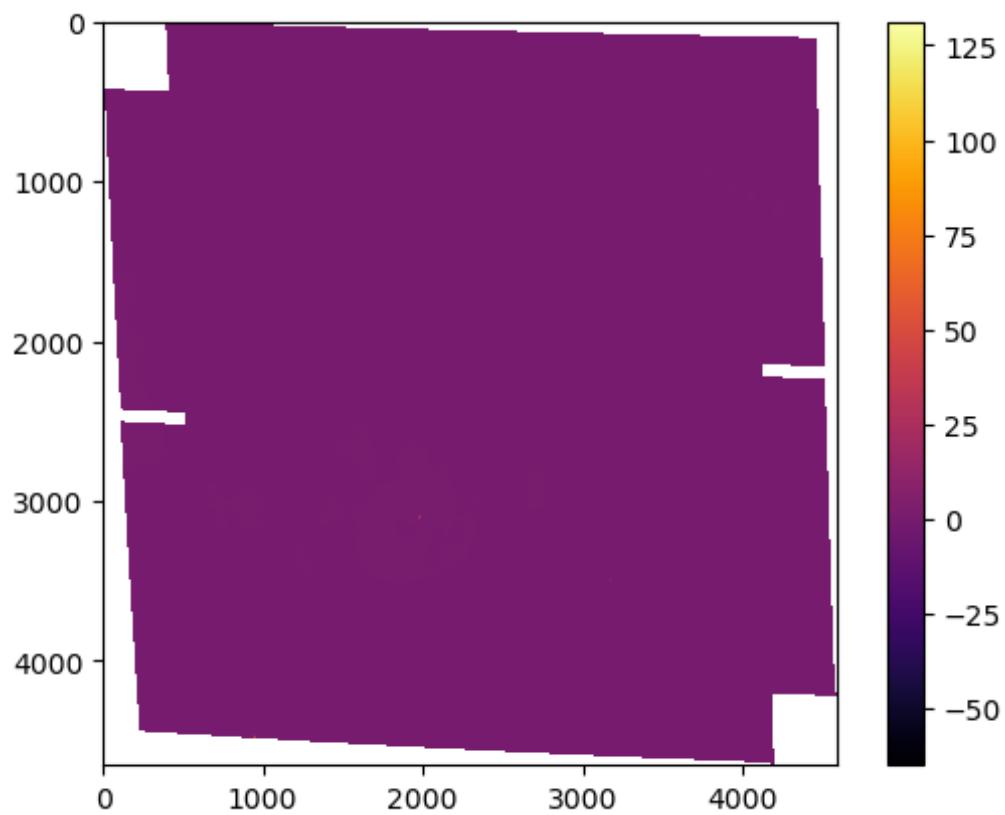


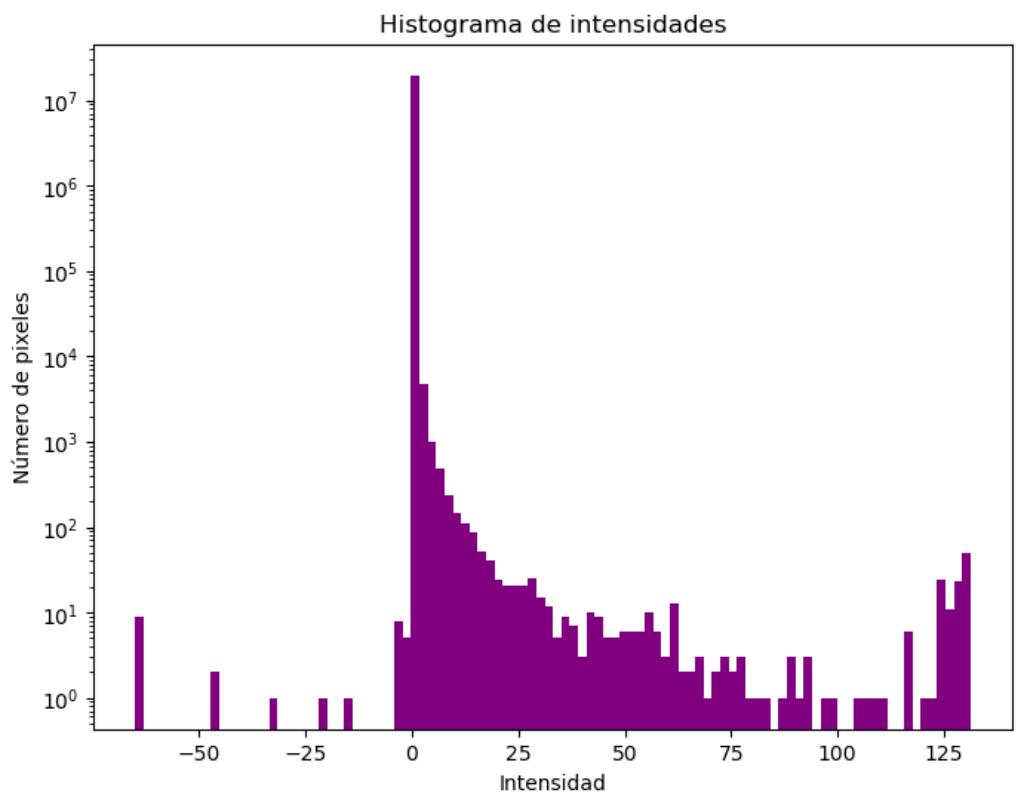
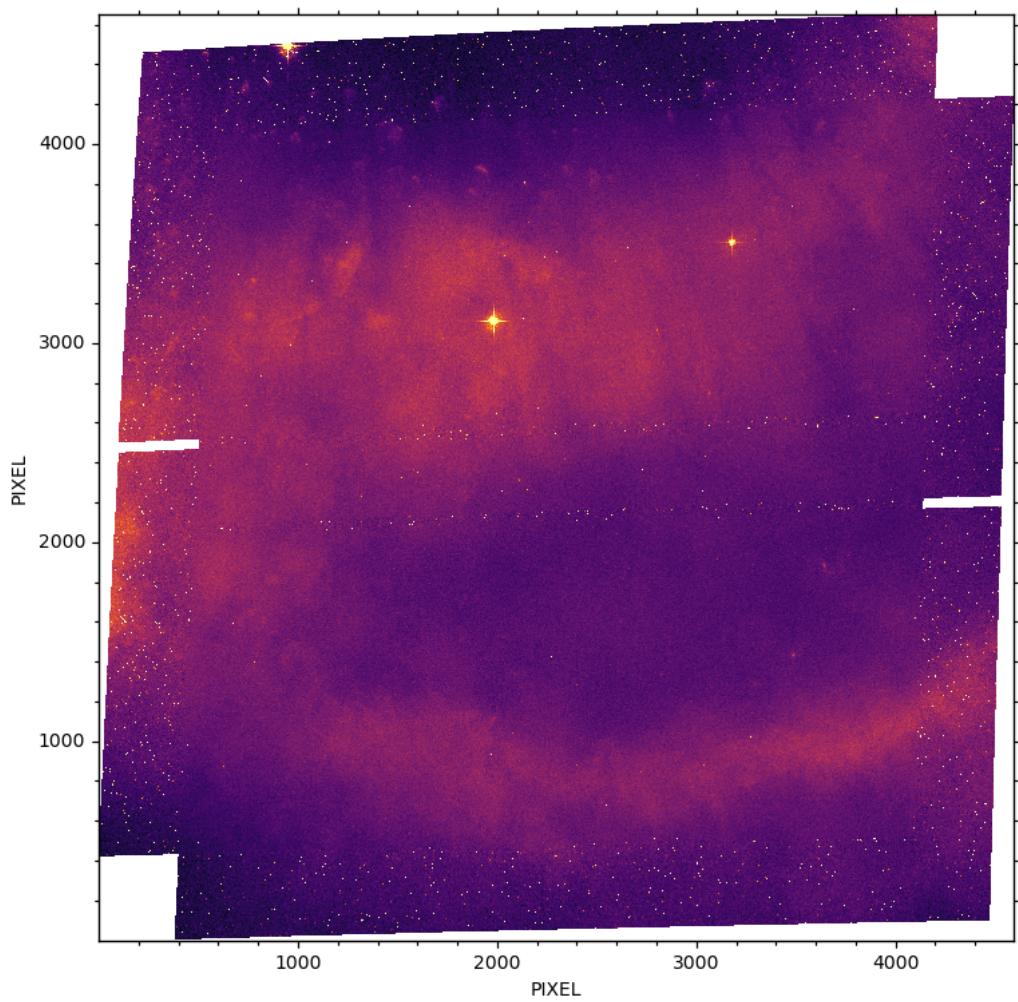
NGC 1952 (M1) – Nebulosa del Cangrejo



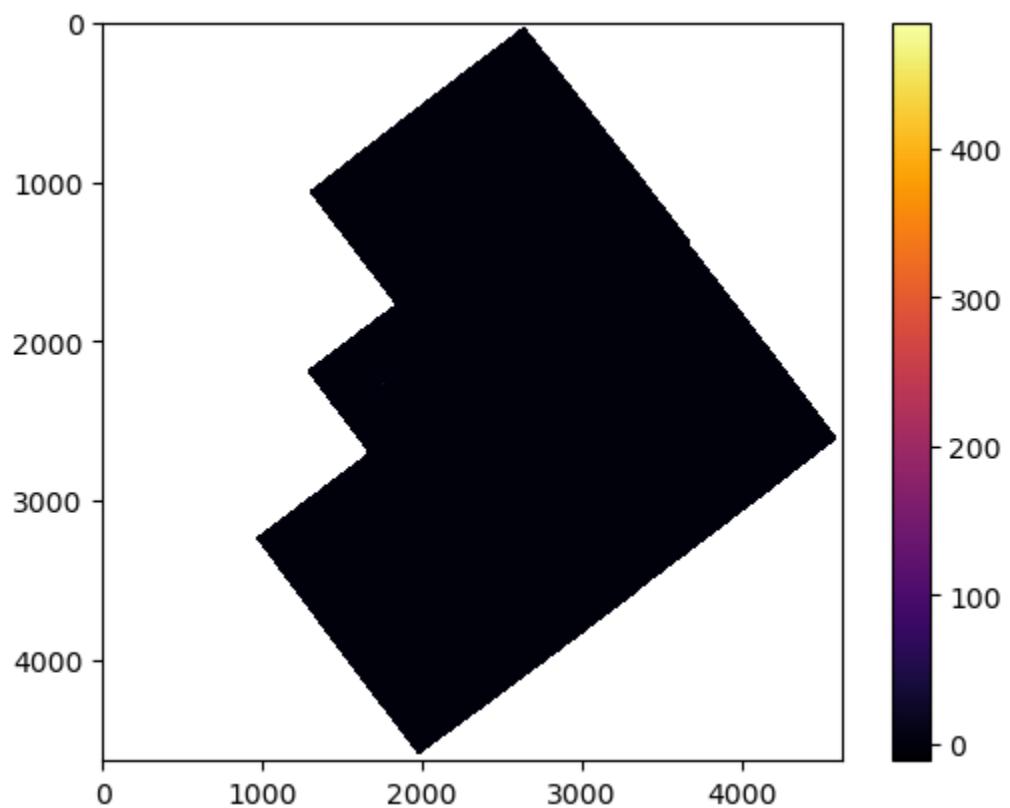


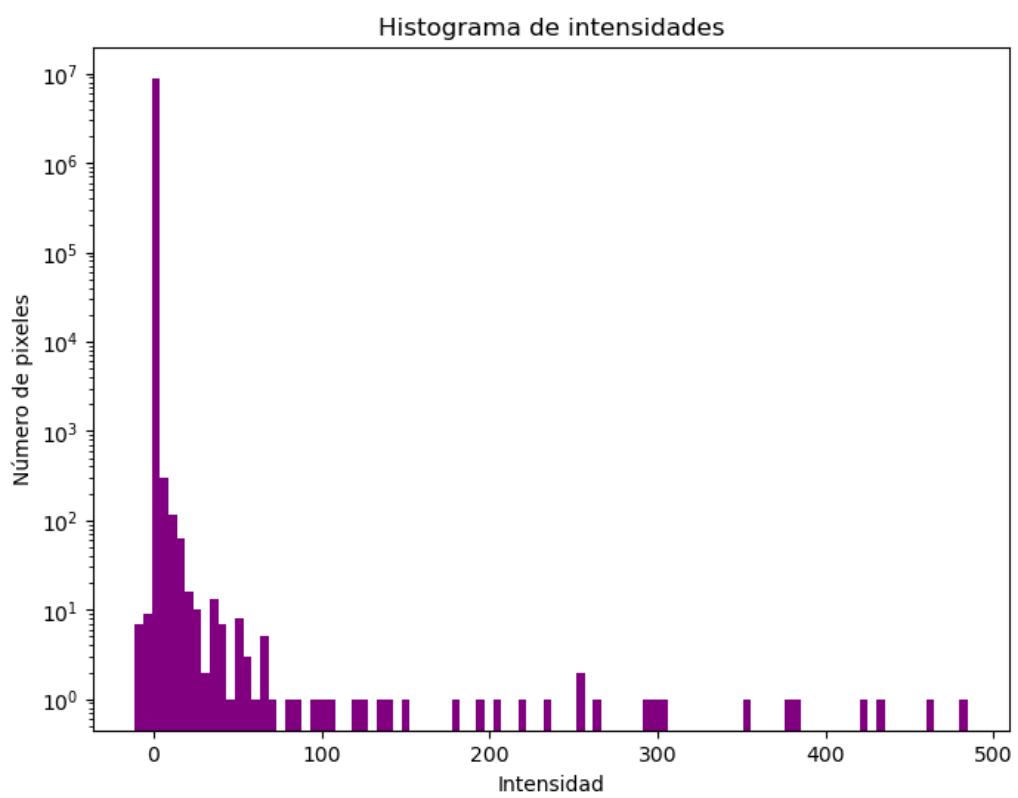
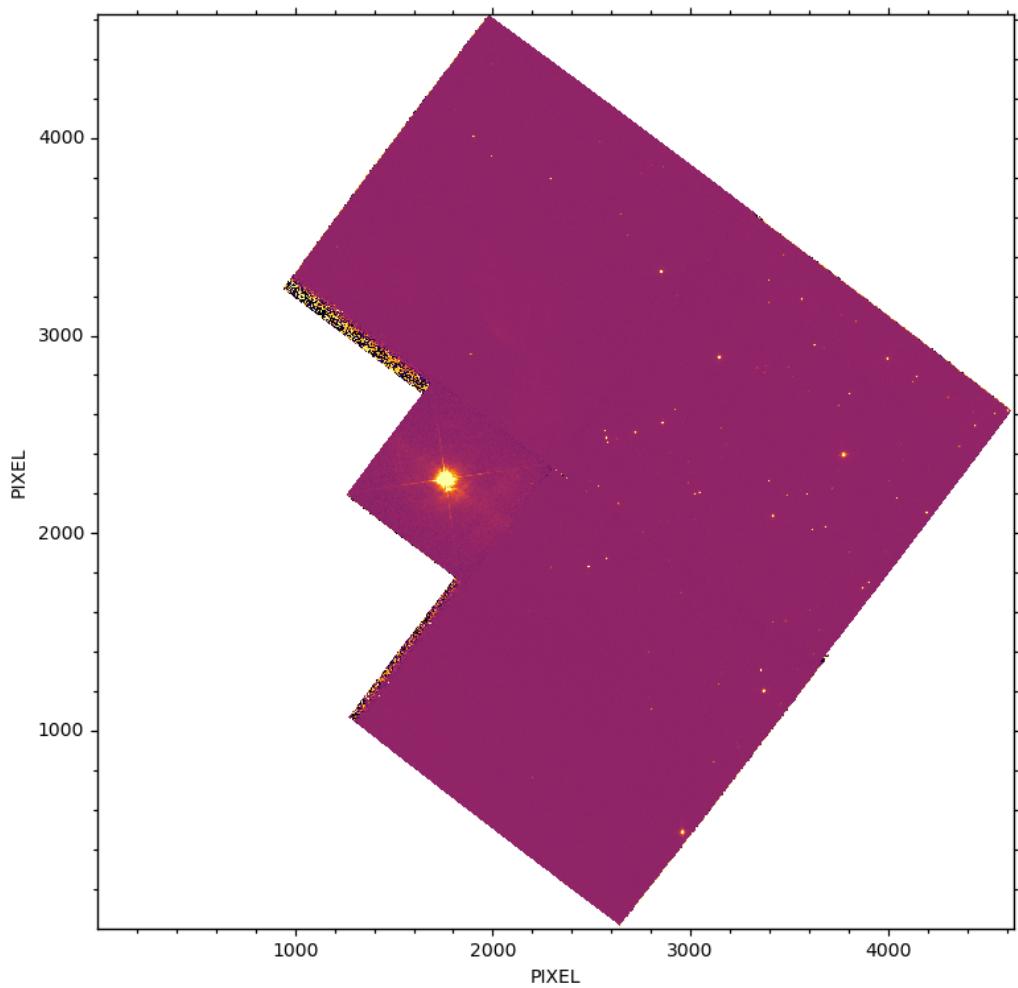
NGC 7293 – Nebulosa de Helix (El Ojo de Dios)



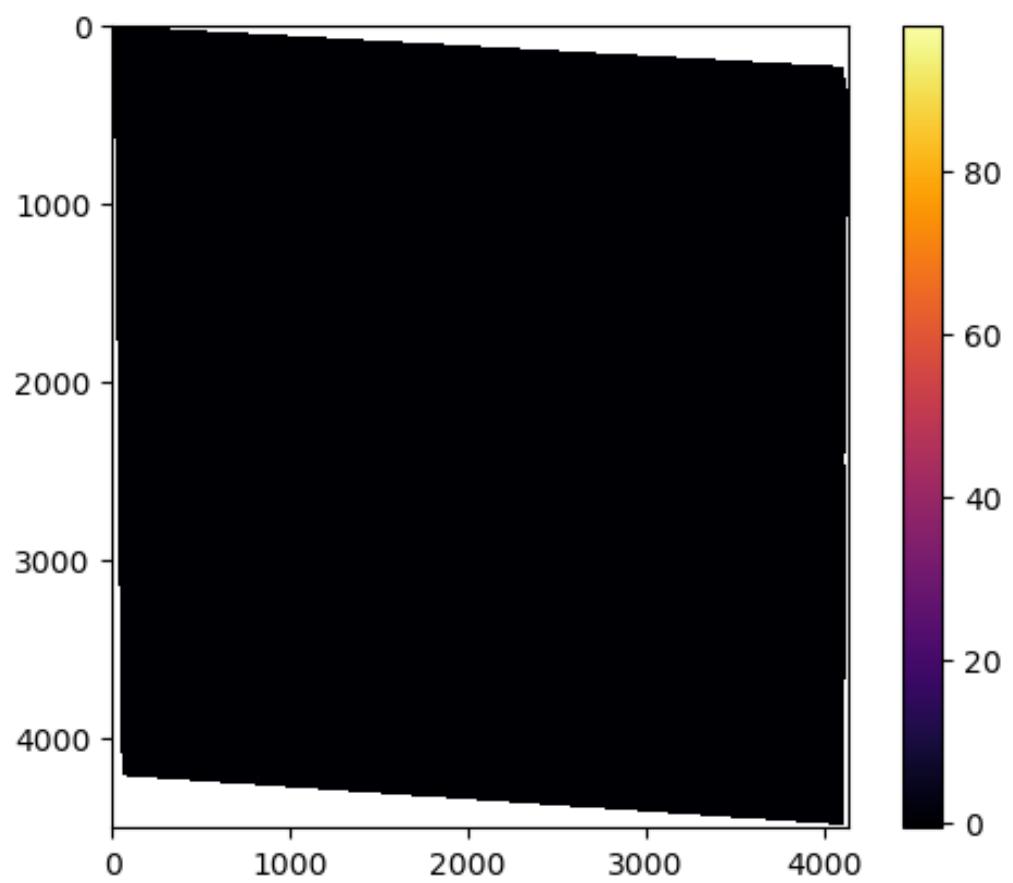


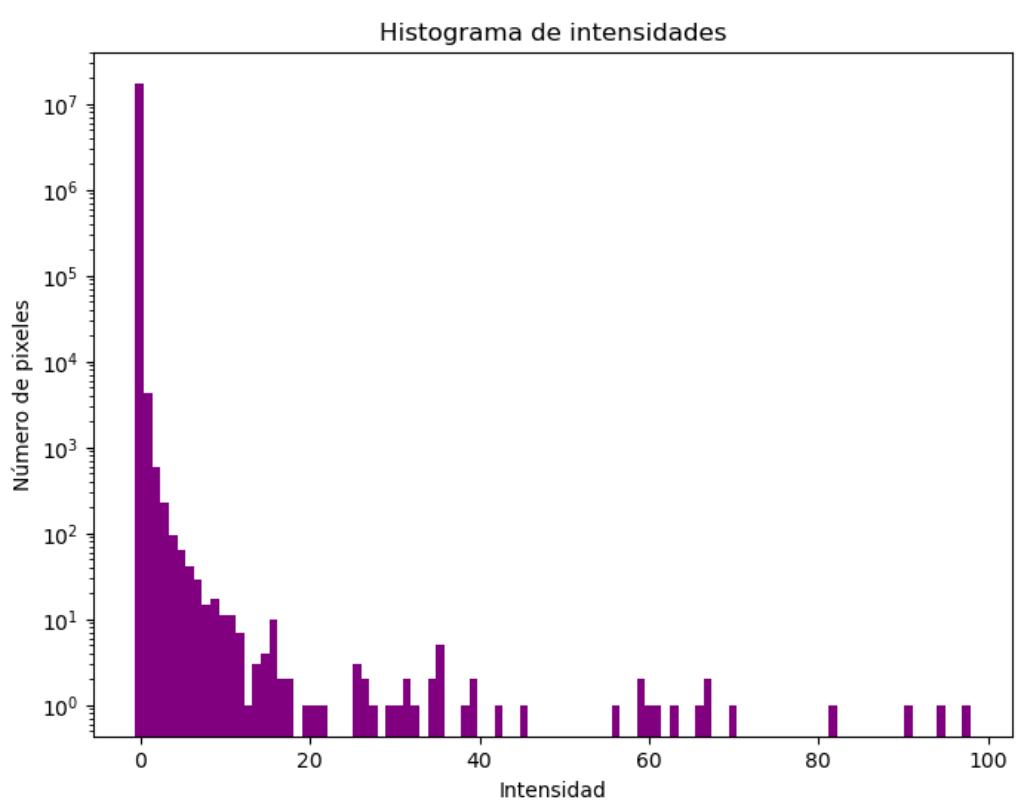
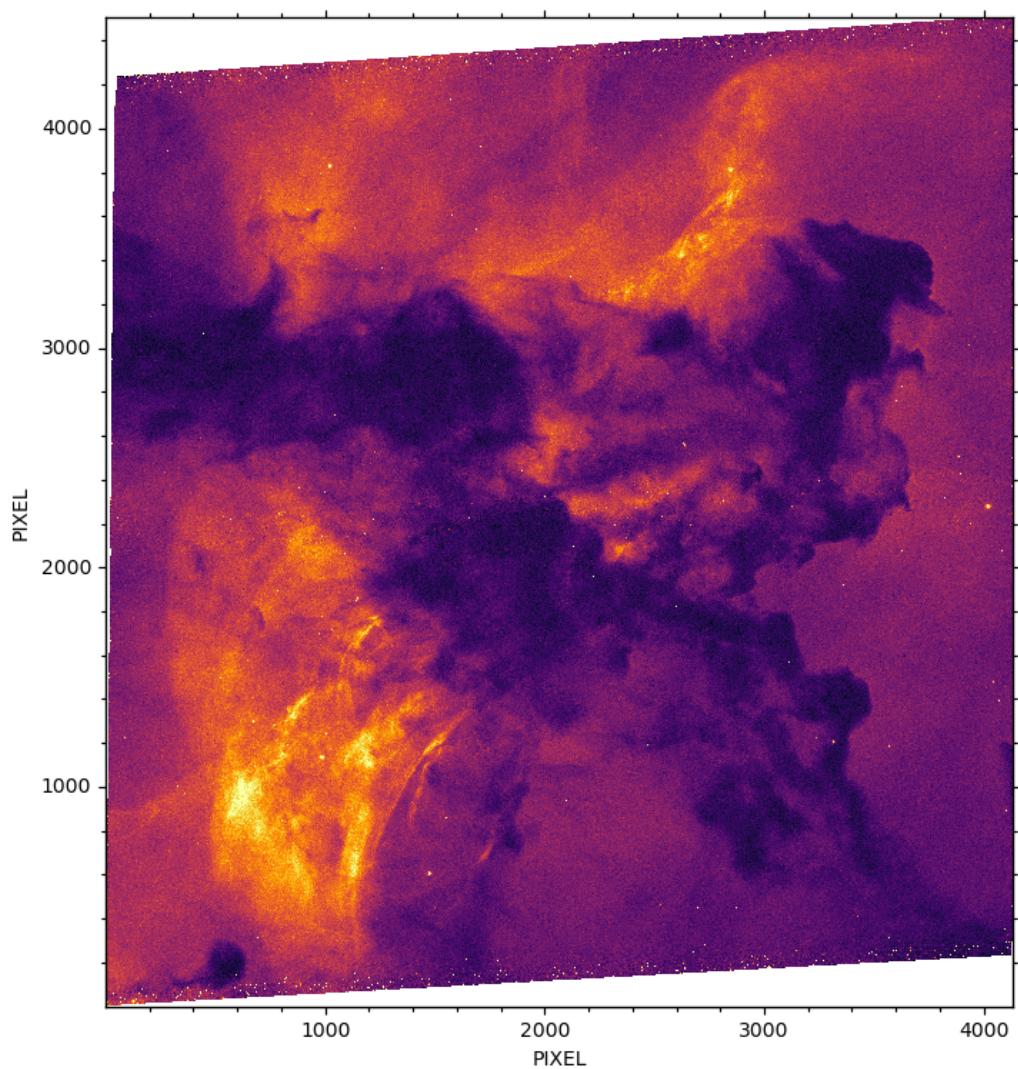
NGC 7000 – Nebulosa de Norteamérica, visible en el Cisne





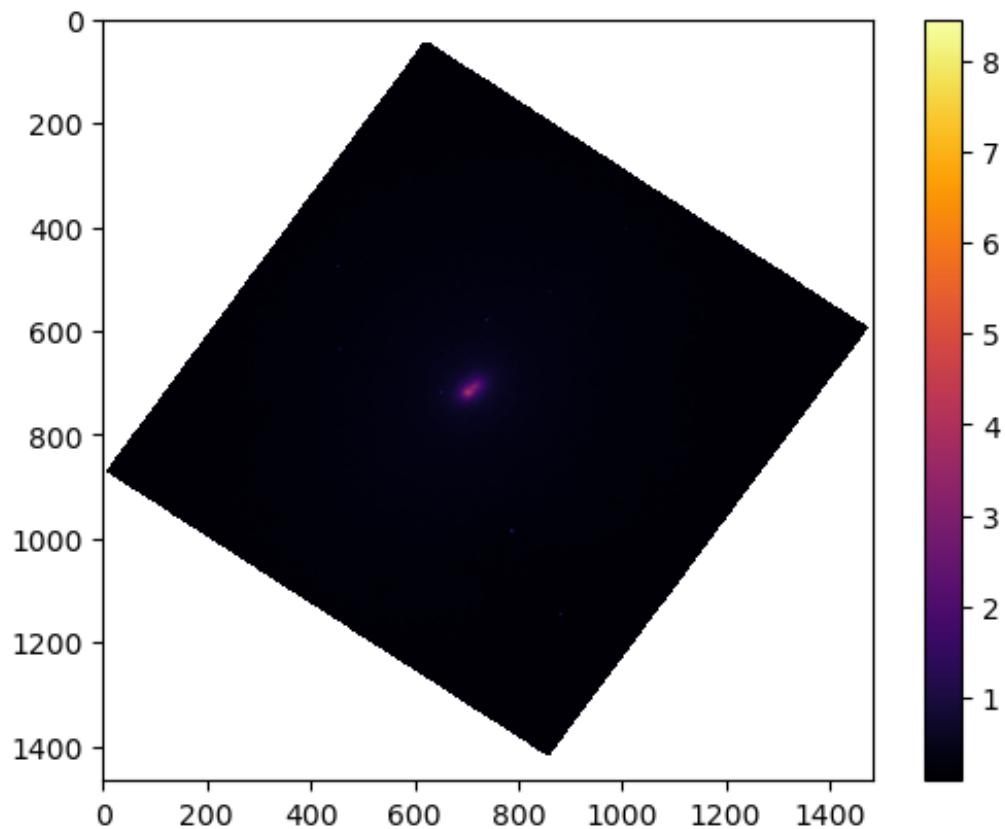
NGC 2237 – Nebulosa de la Roseta

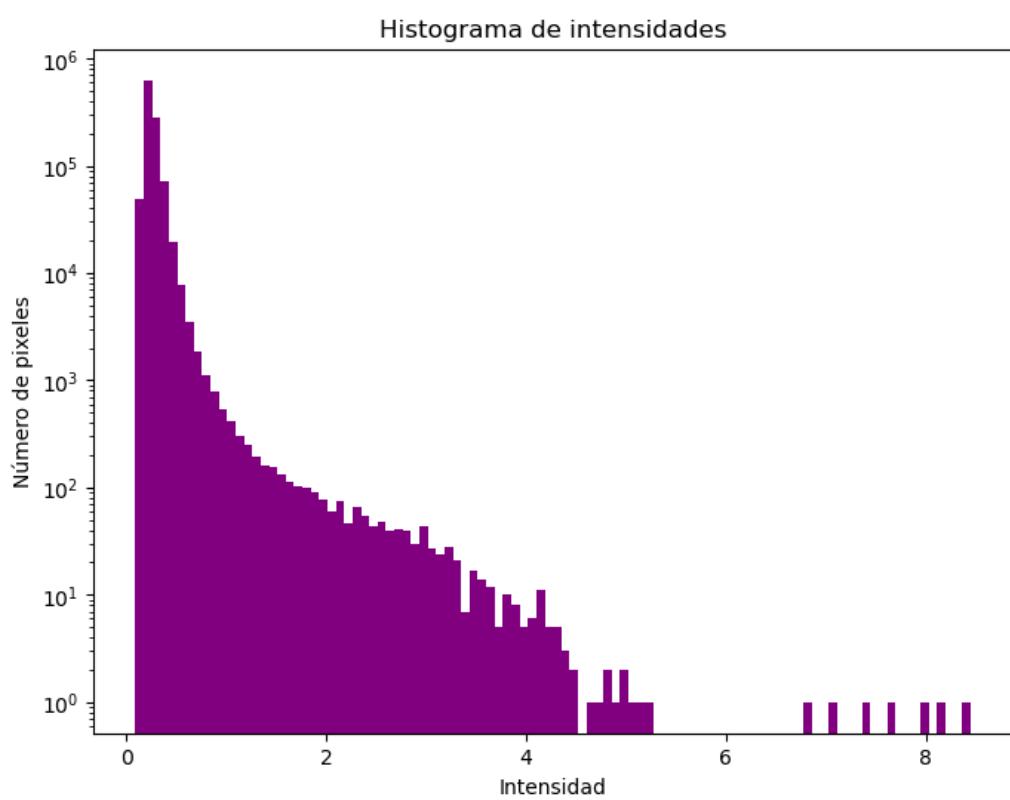
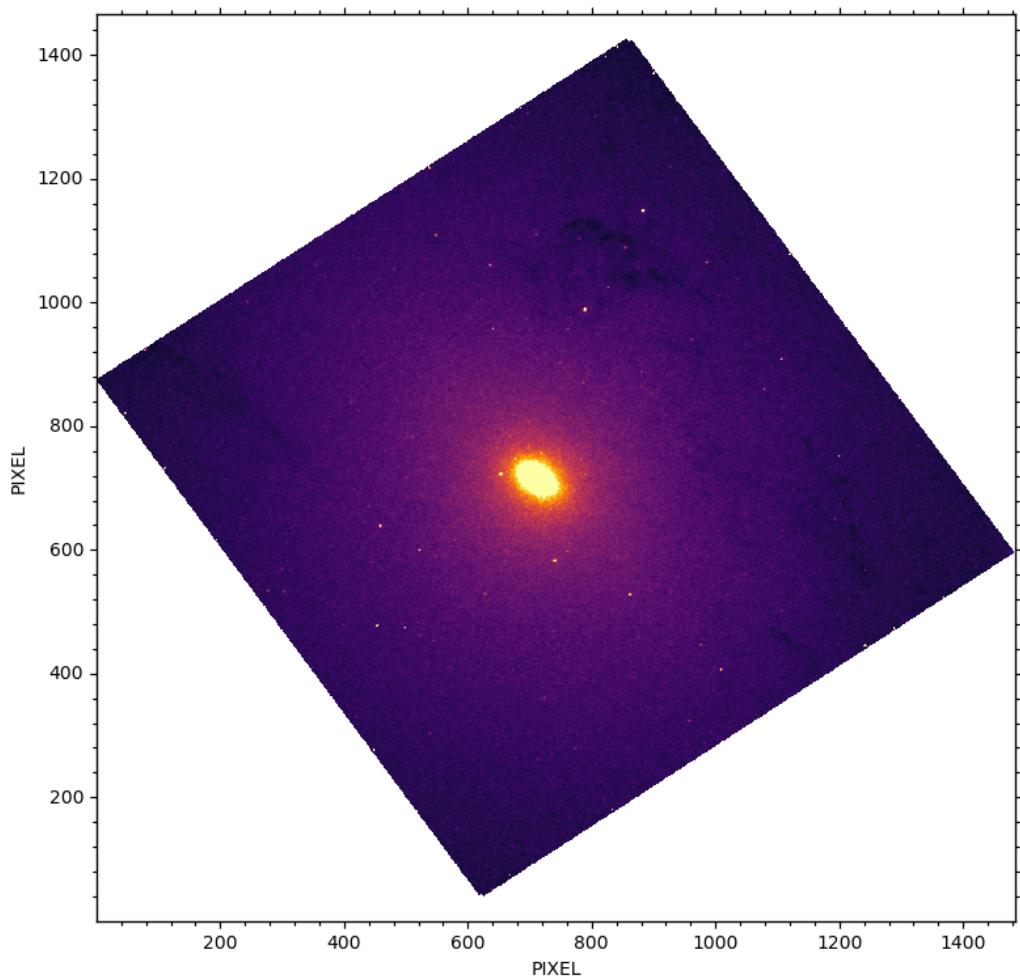




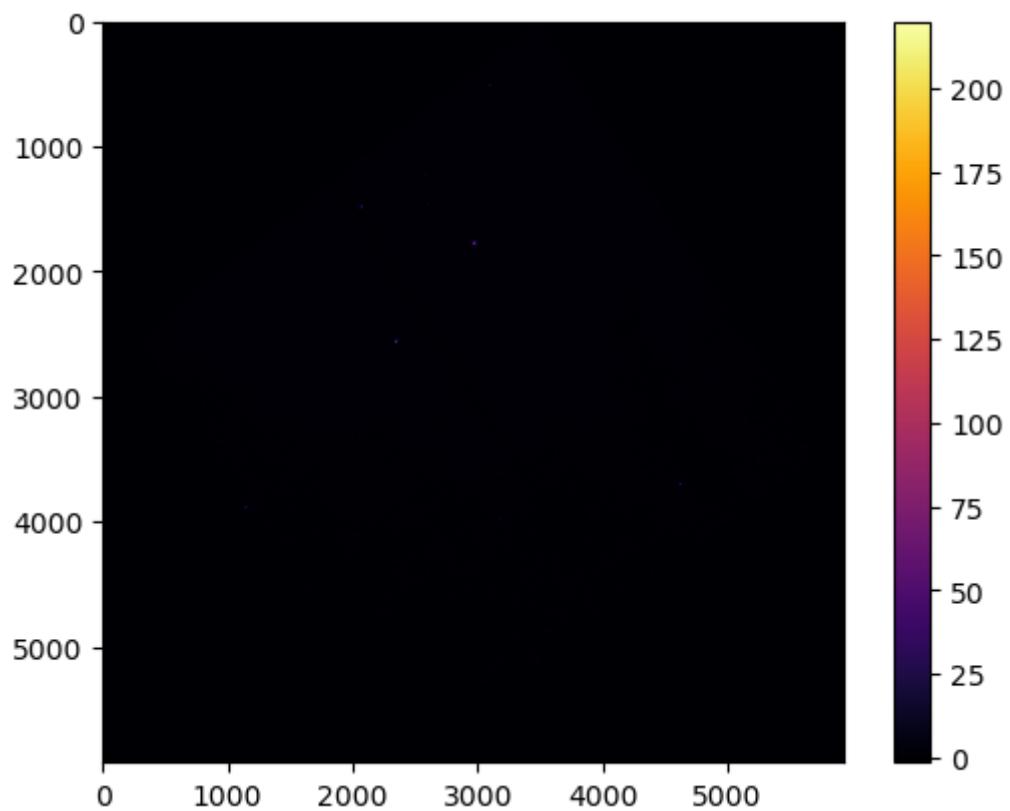
Galaxias

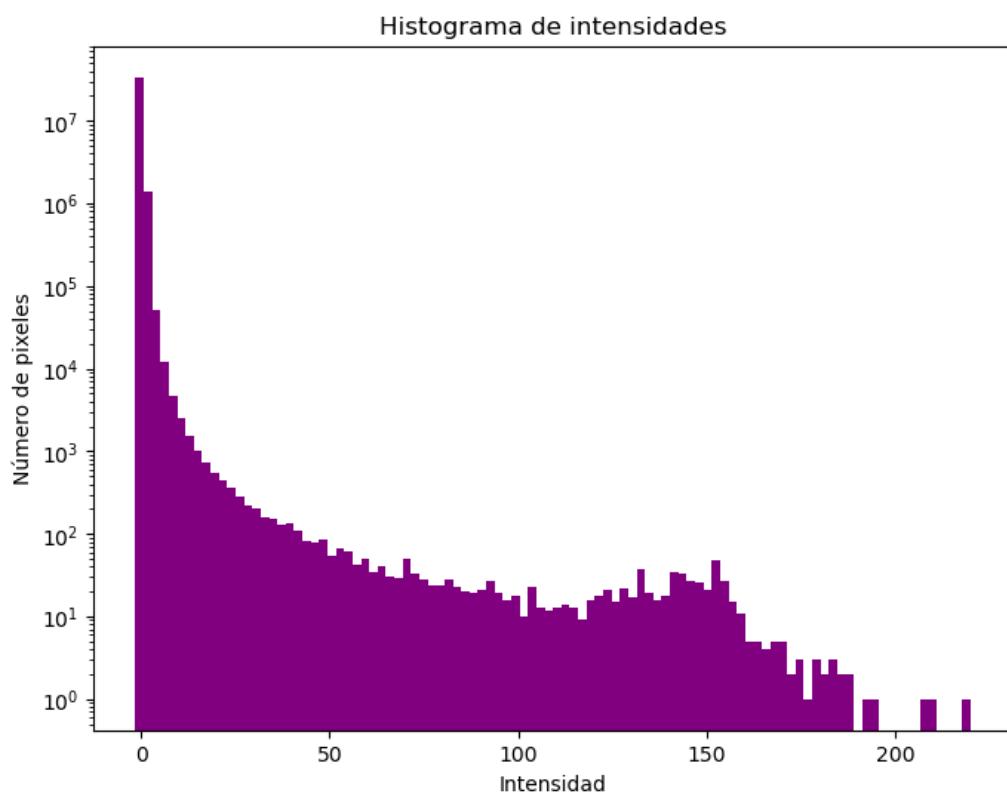
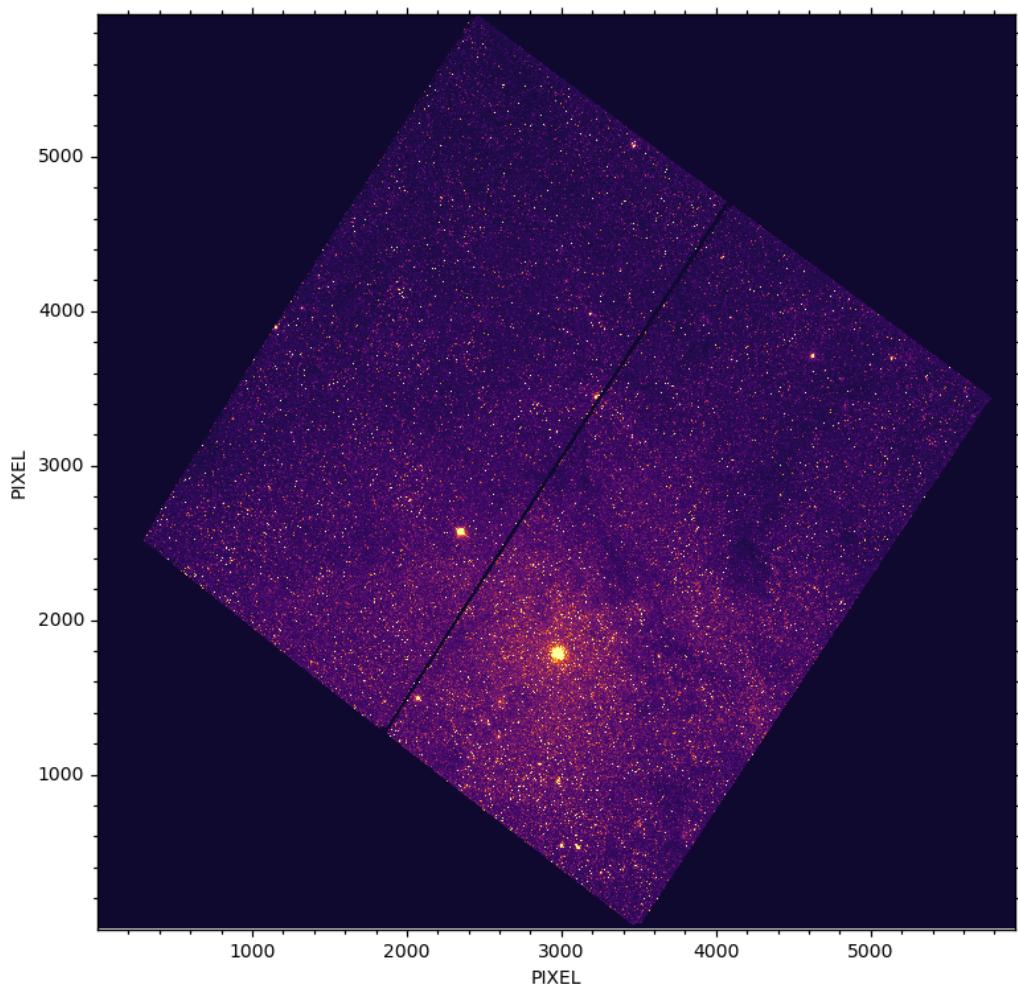
NGC 224 (M31) – Galaxia de Andrómeda



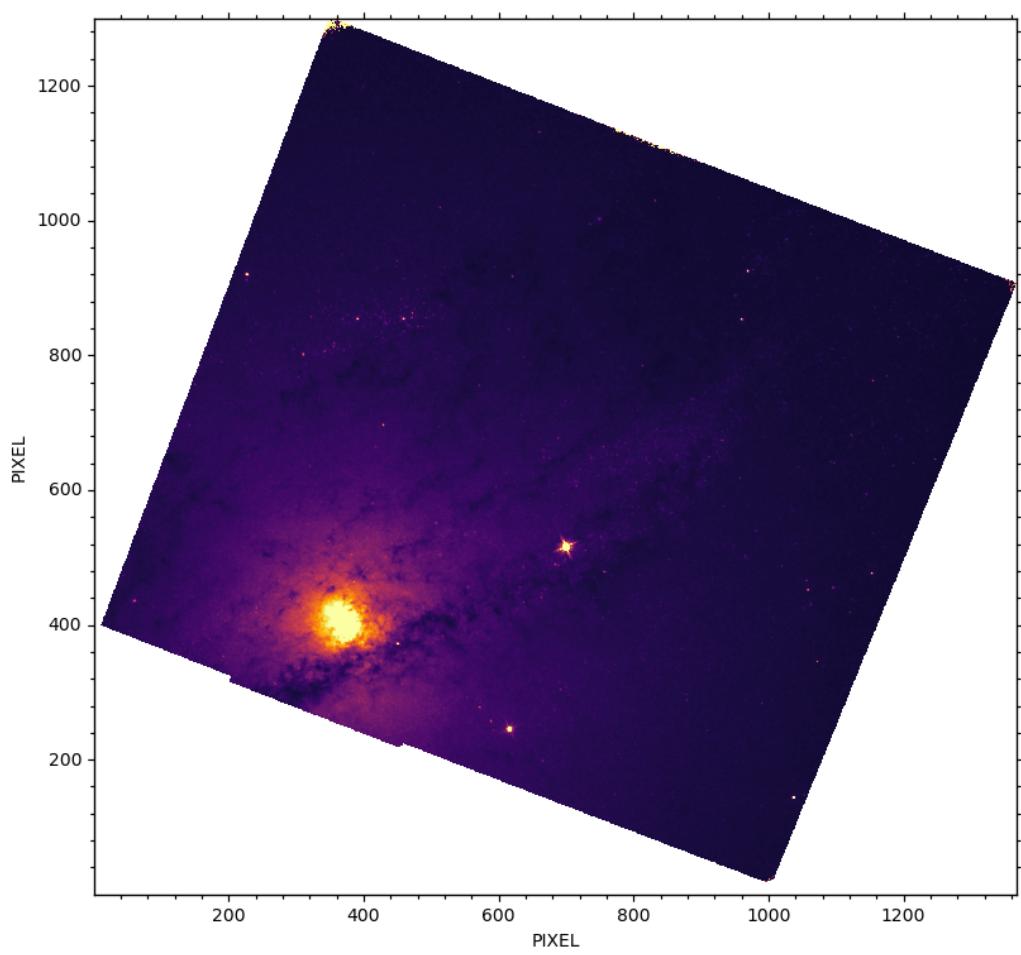
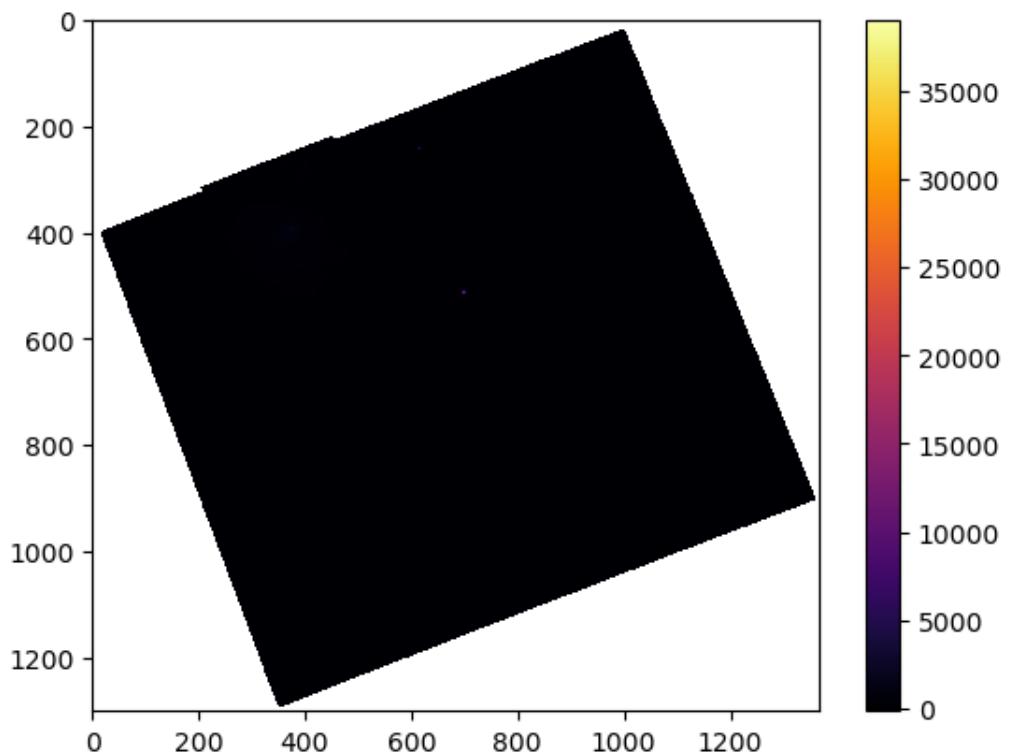


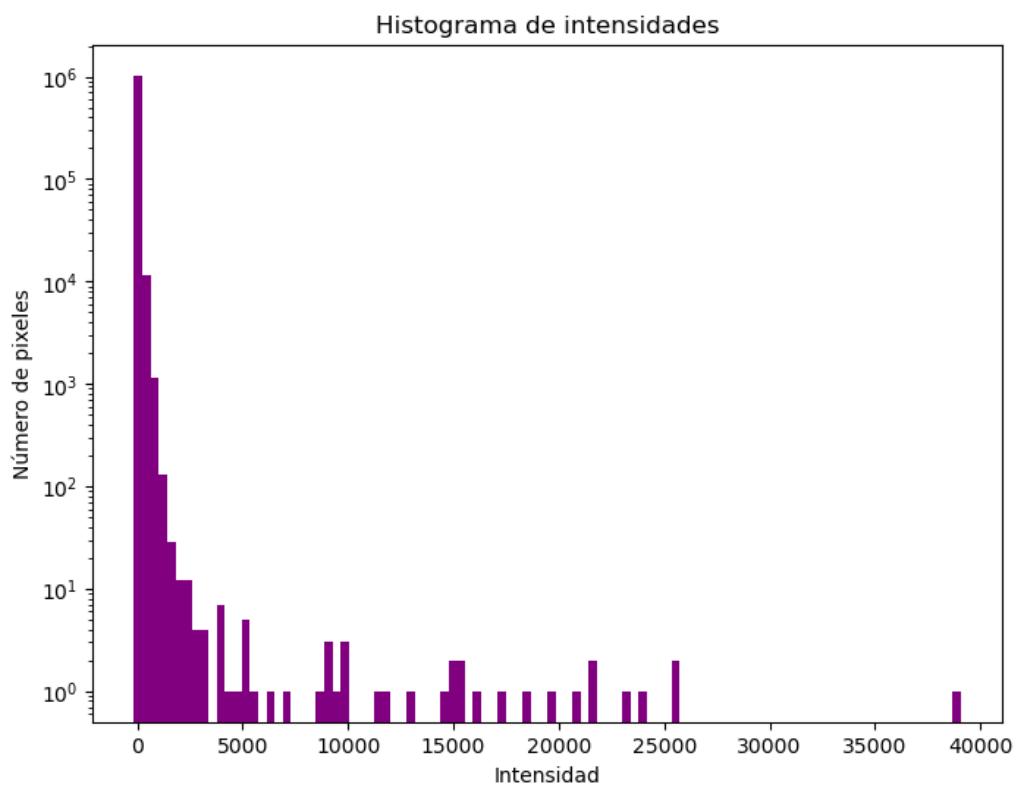
NGC 598 (M33) – Galaxia del Triángulo



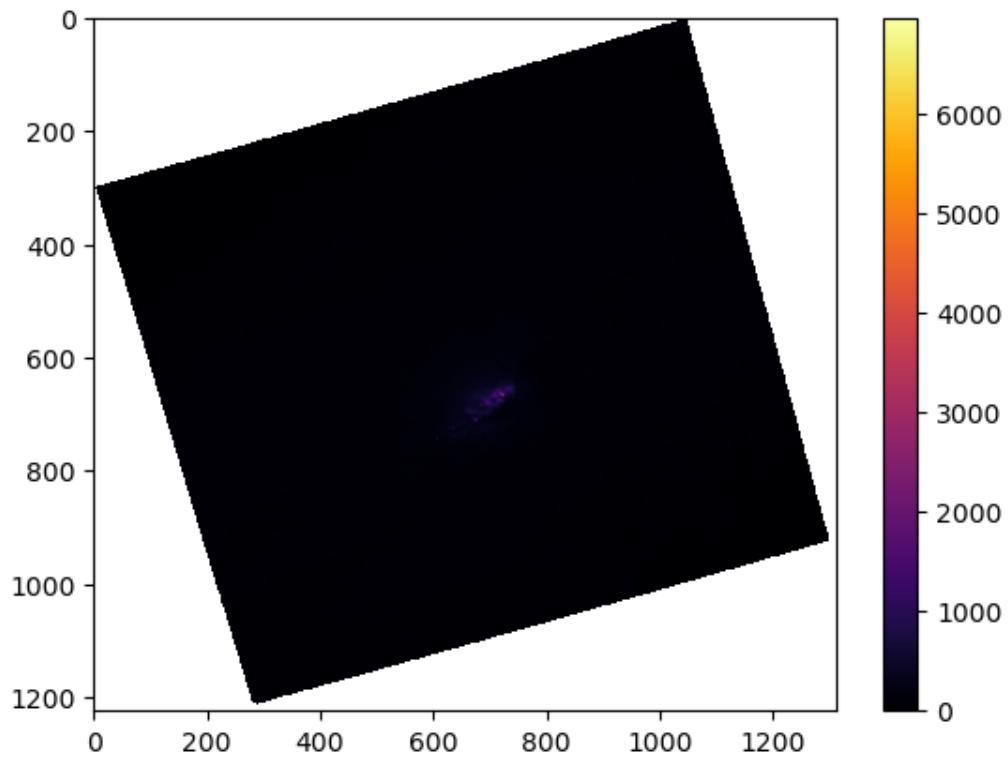


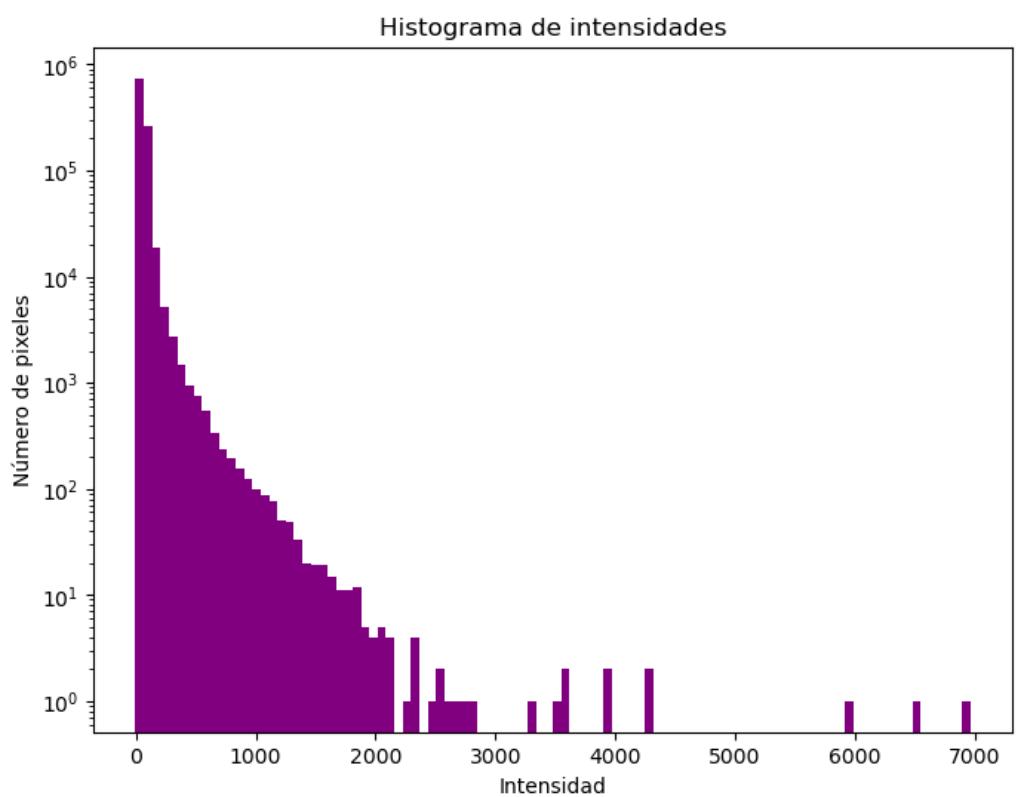
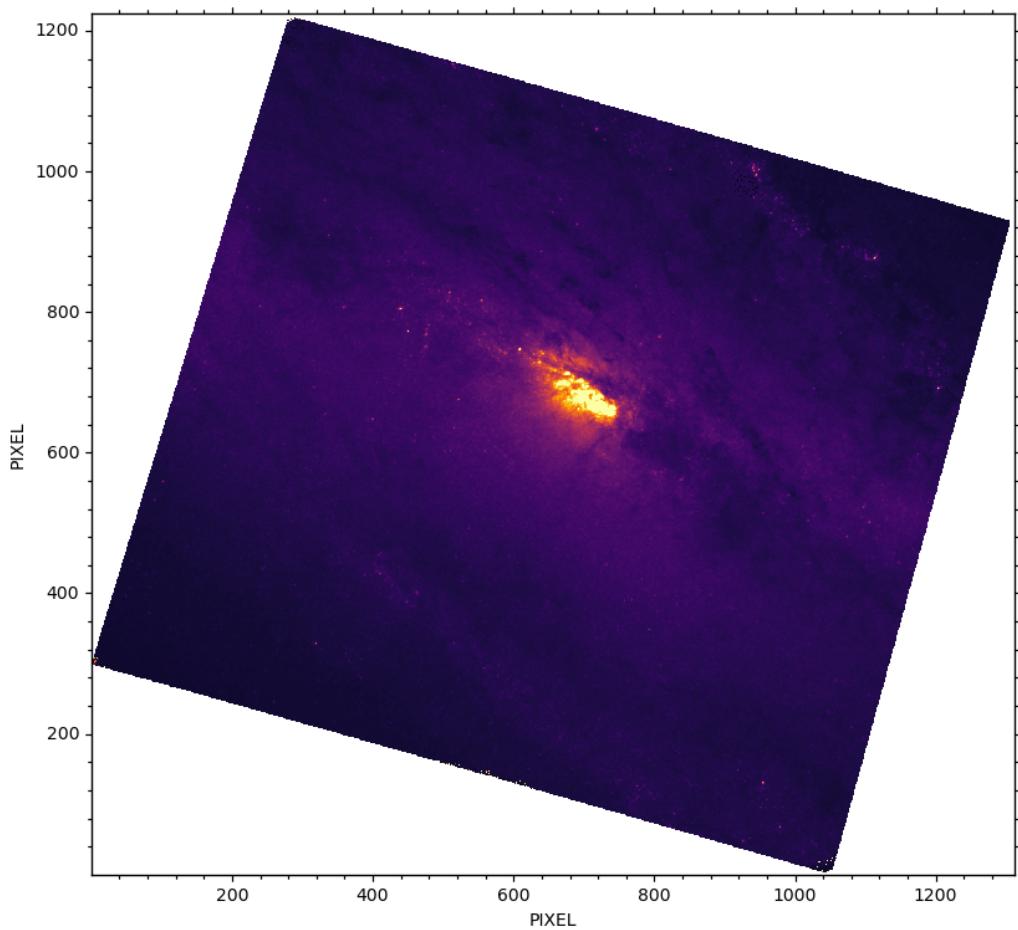
"NGC 5128" (Centaurus A)



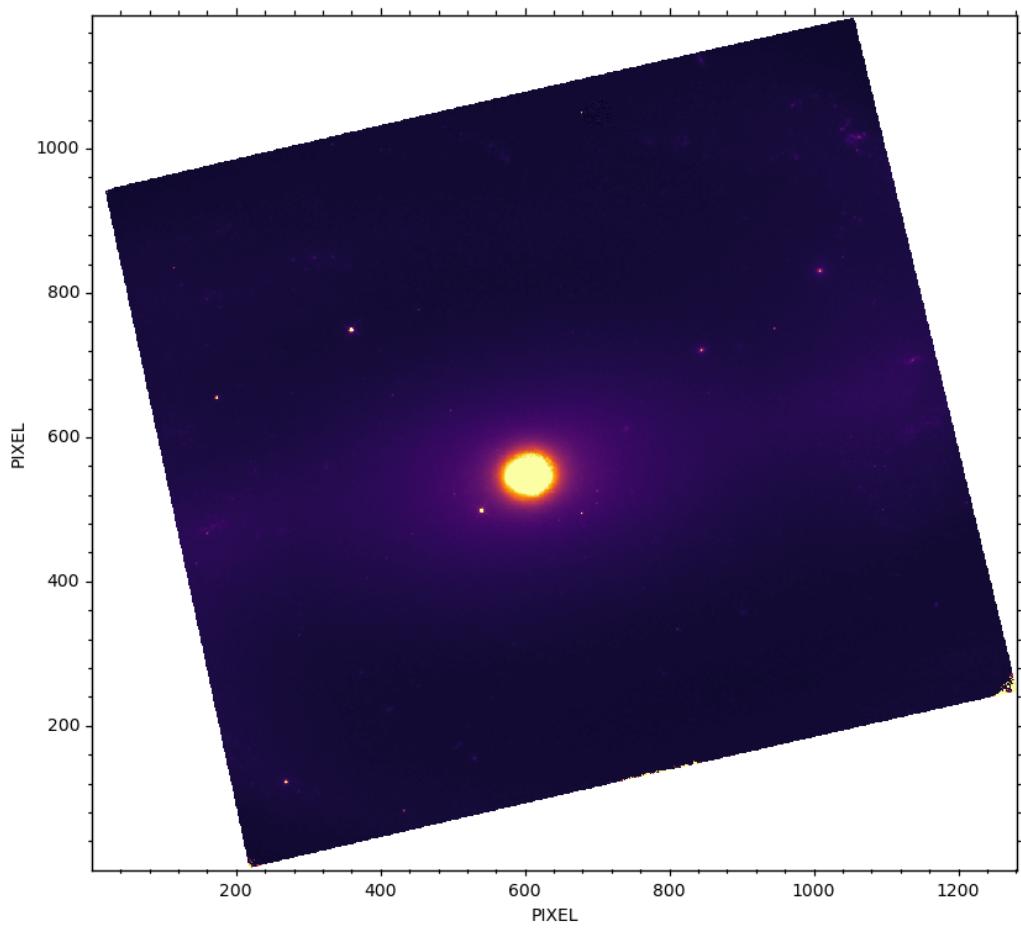
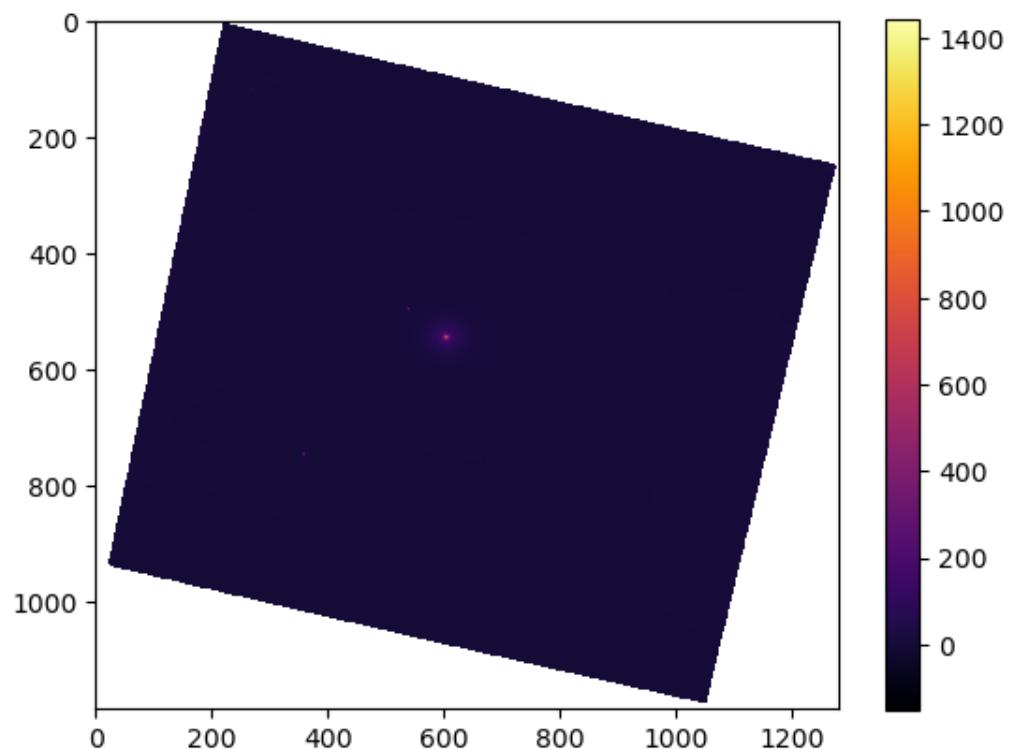


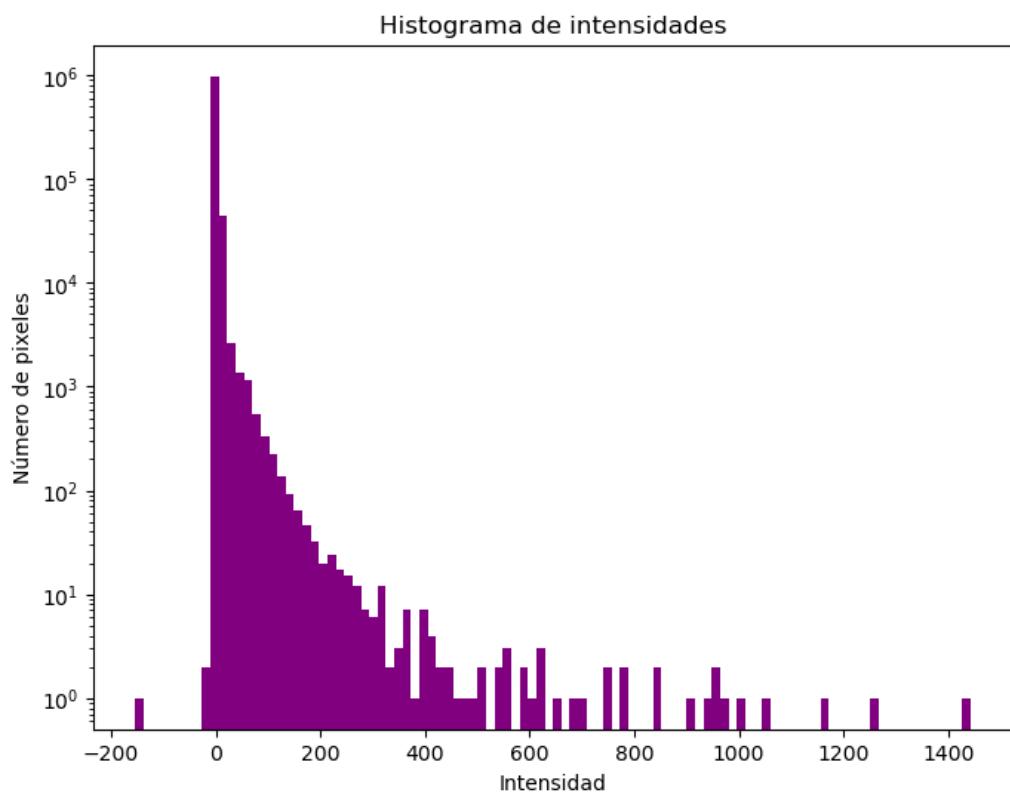
NGC 253 – Galaxia del Escultor



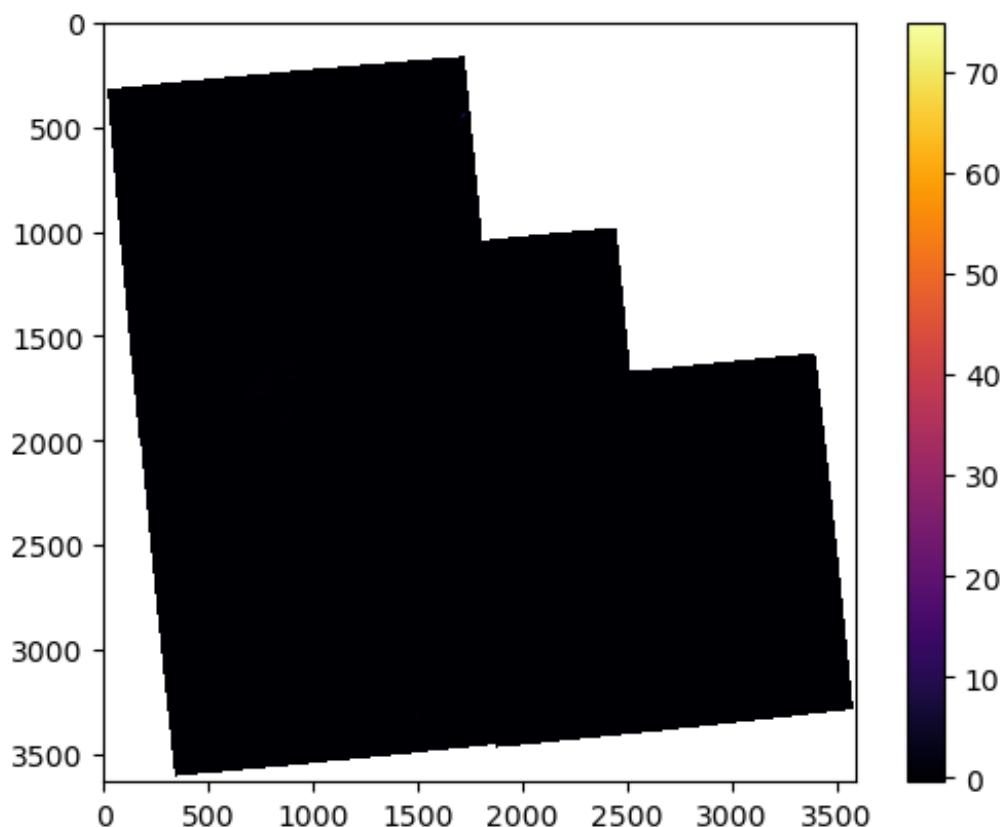


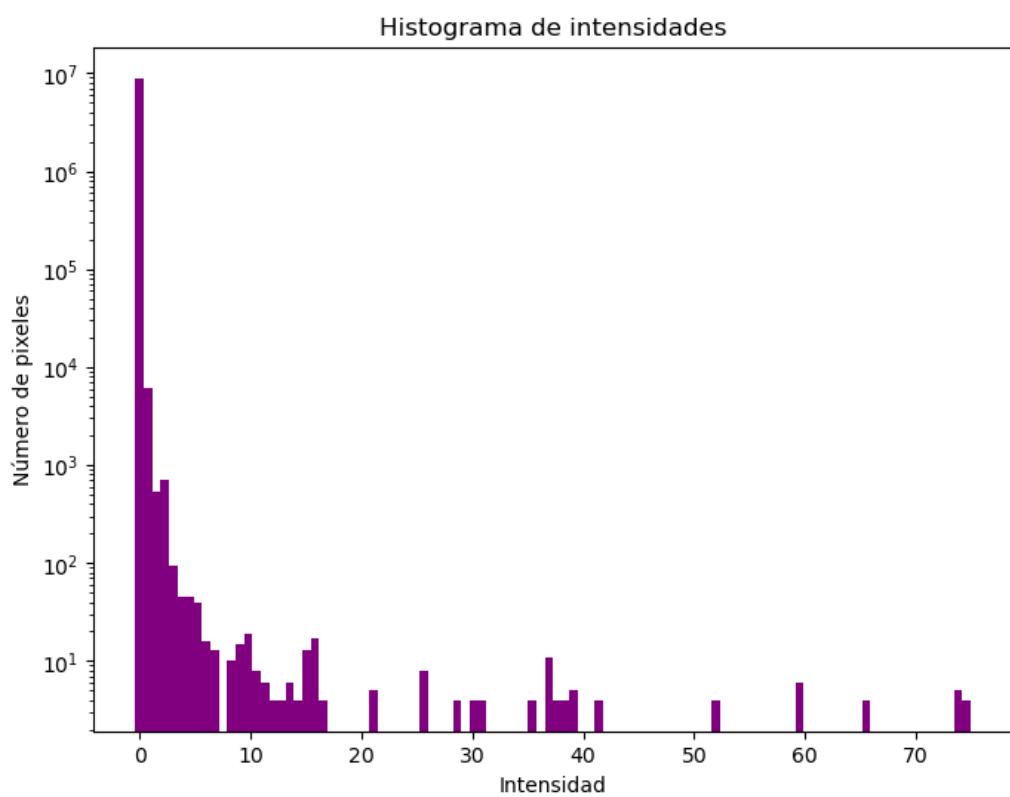
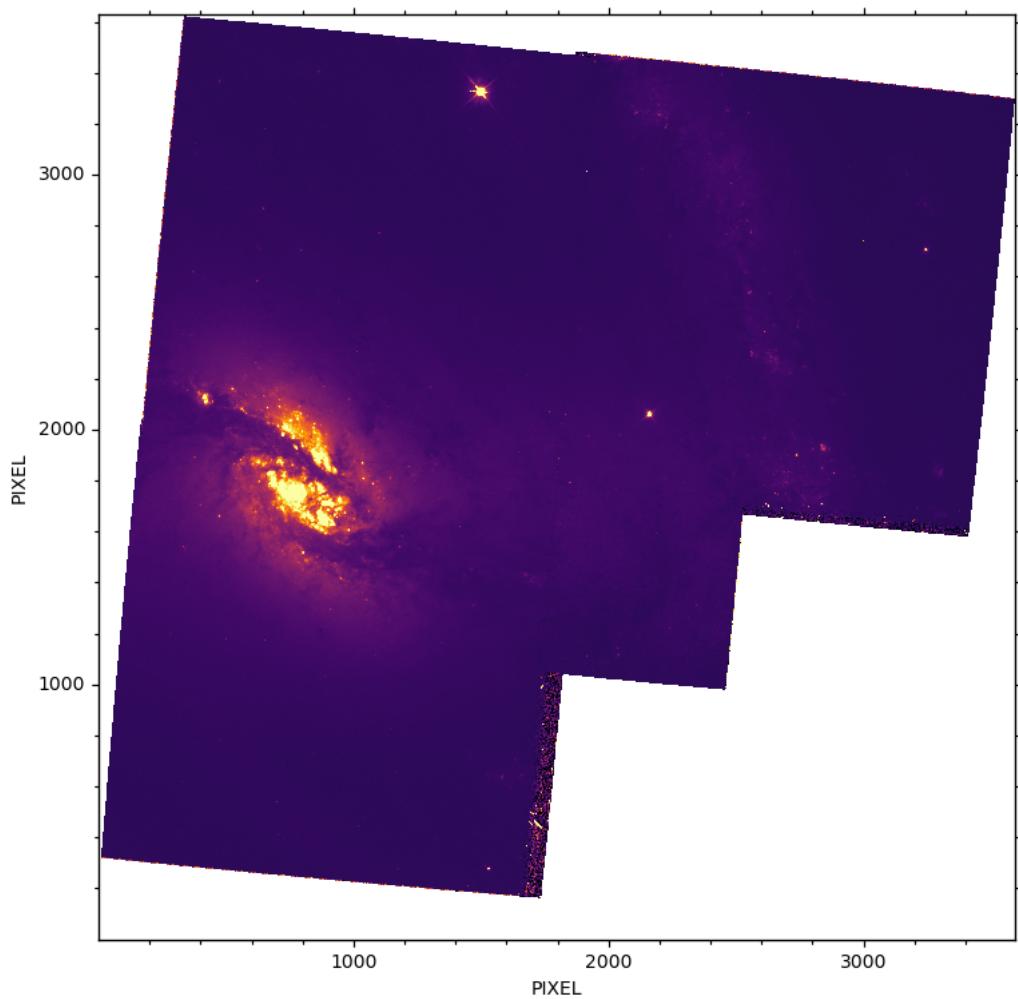
NGC 1300





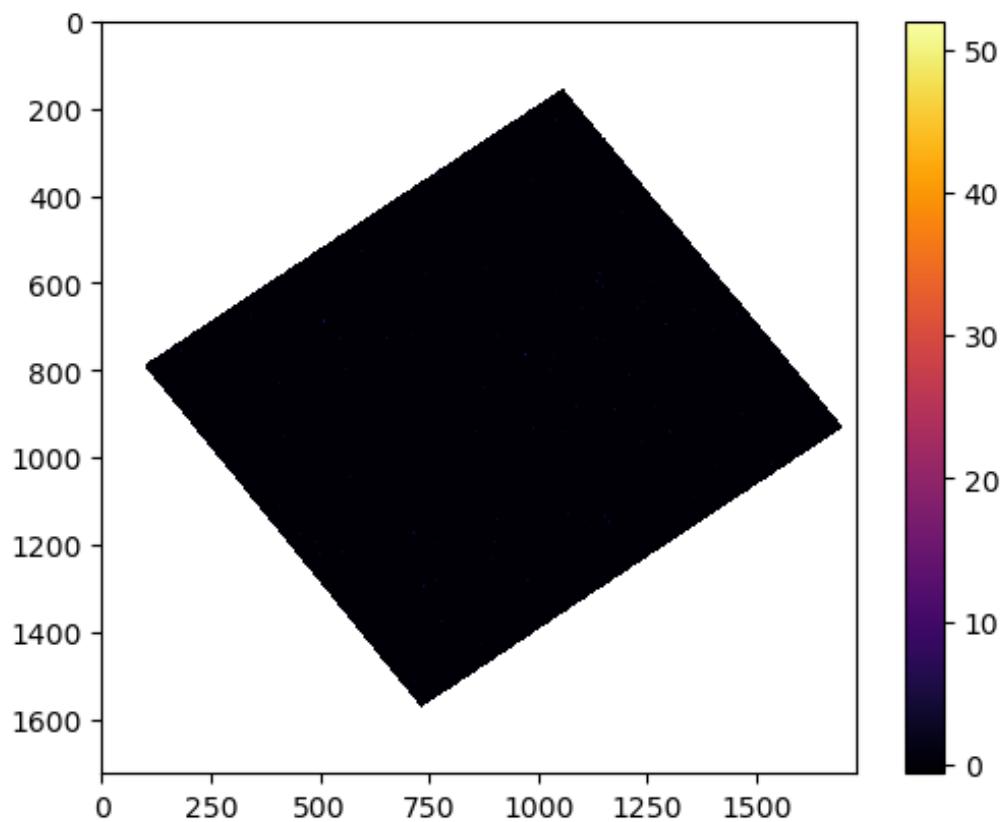
NGC 1365

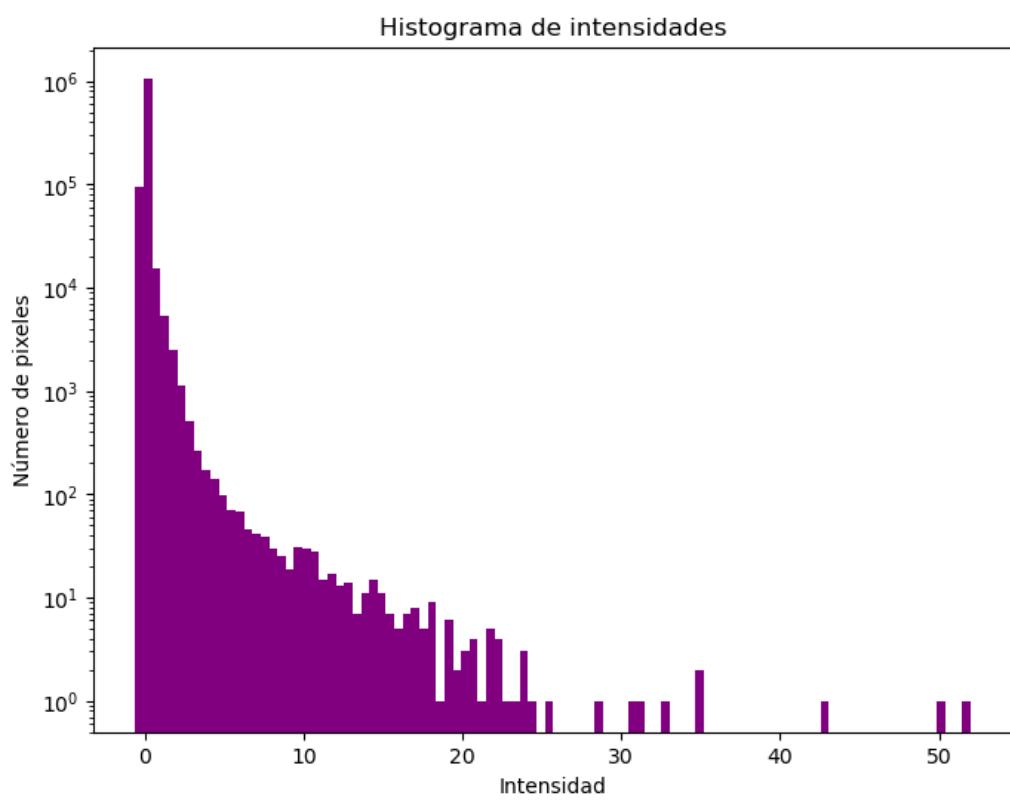
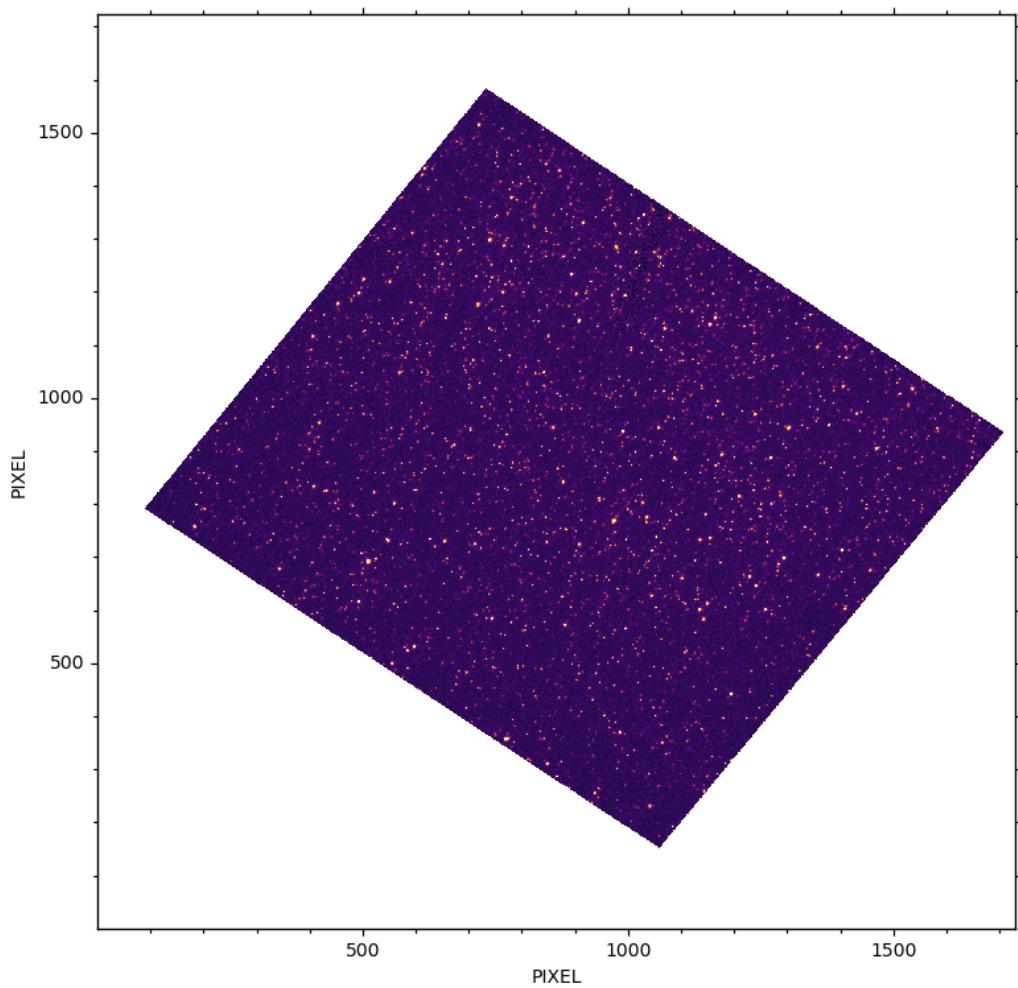




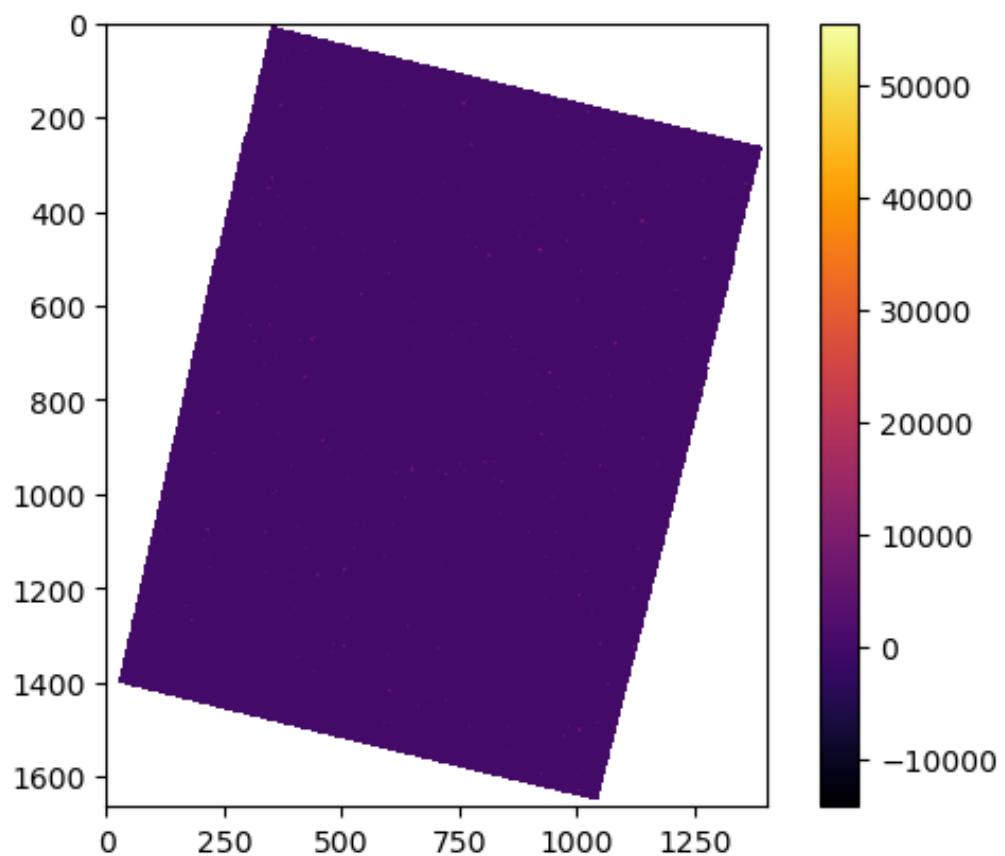
Cúmulos estelares

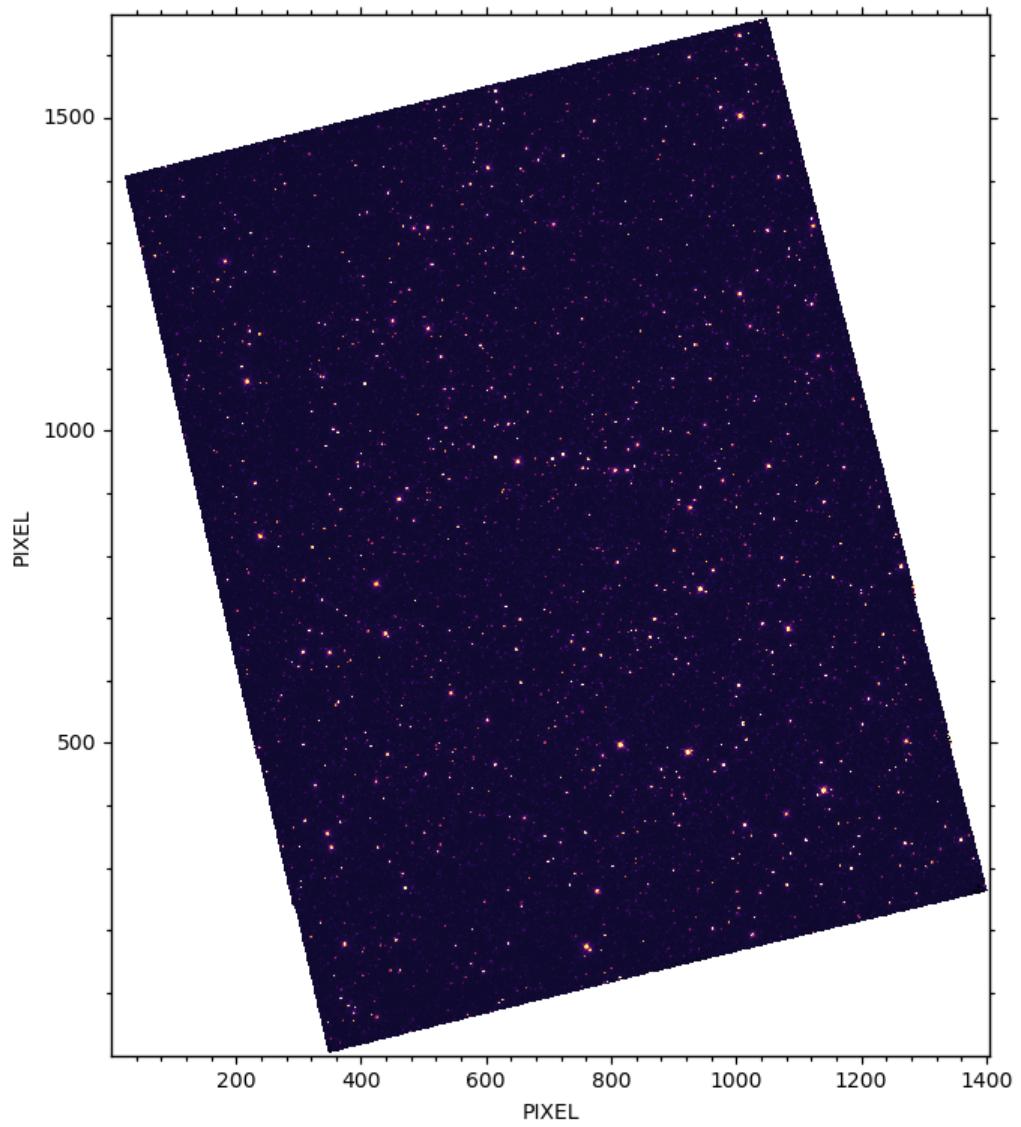
NGC 104 (47 Tucanae)

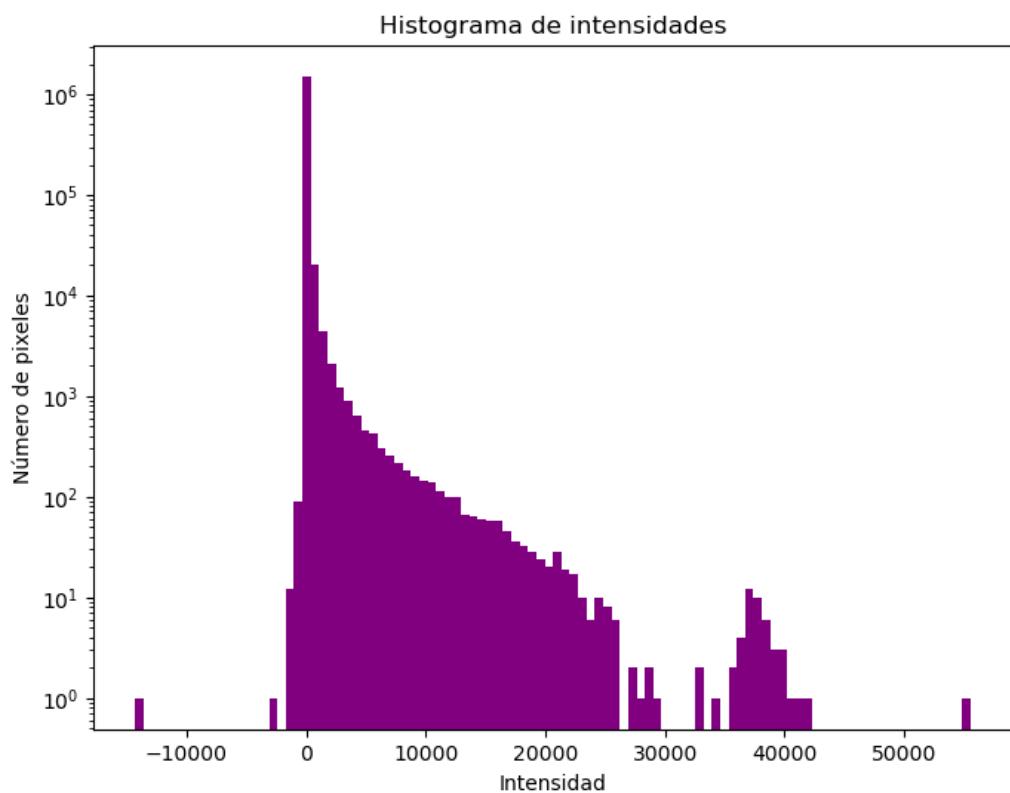




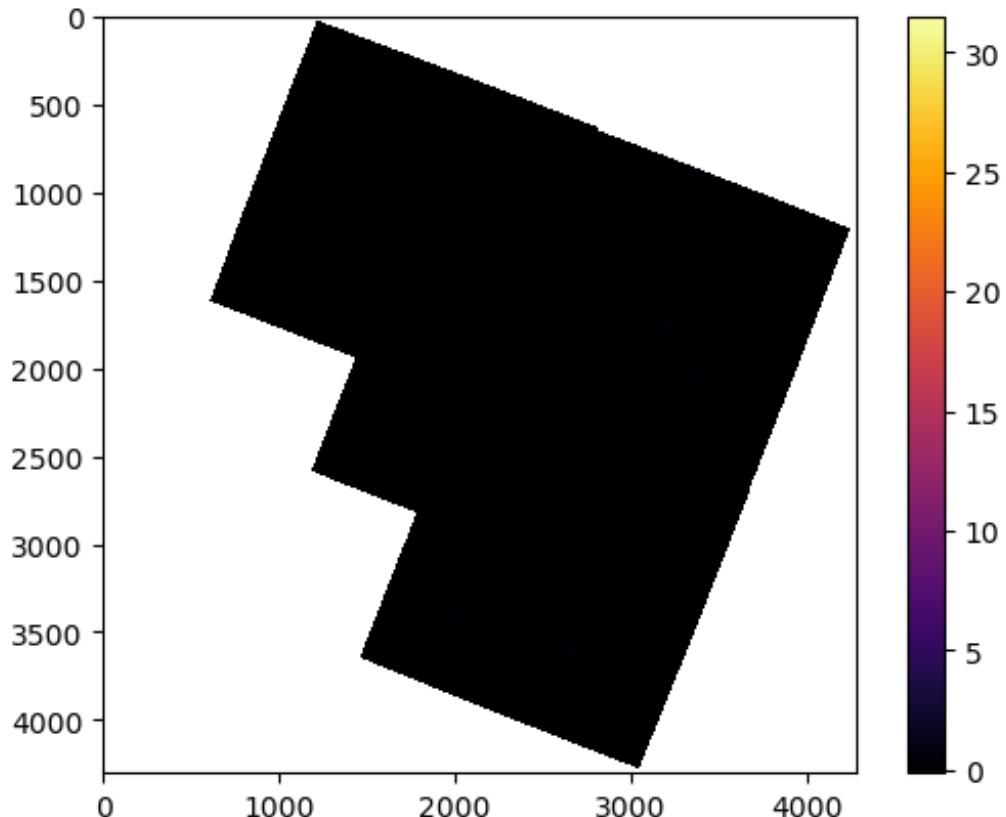
NGC 5139 (Omega Centauri)

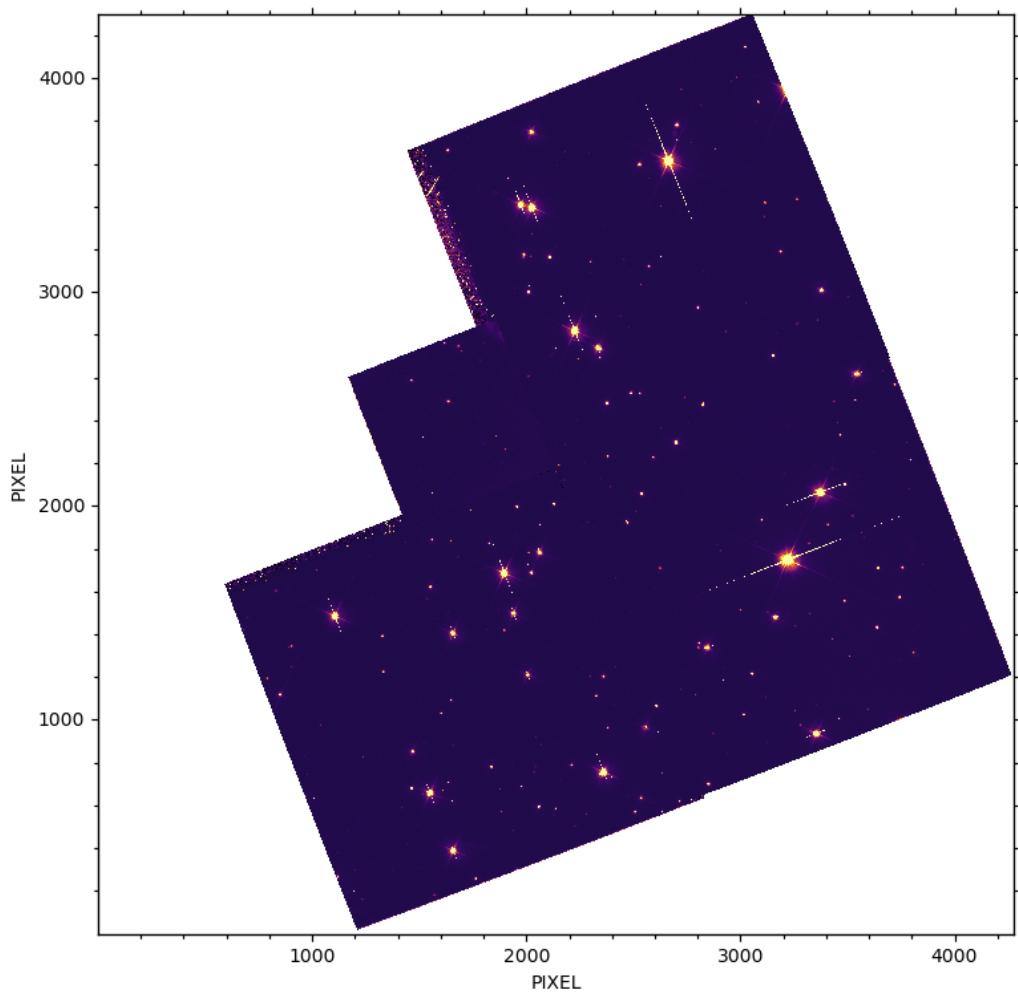




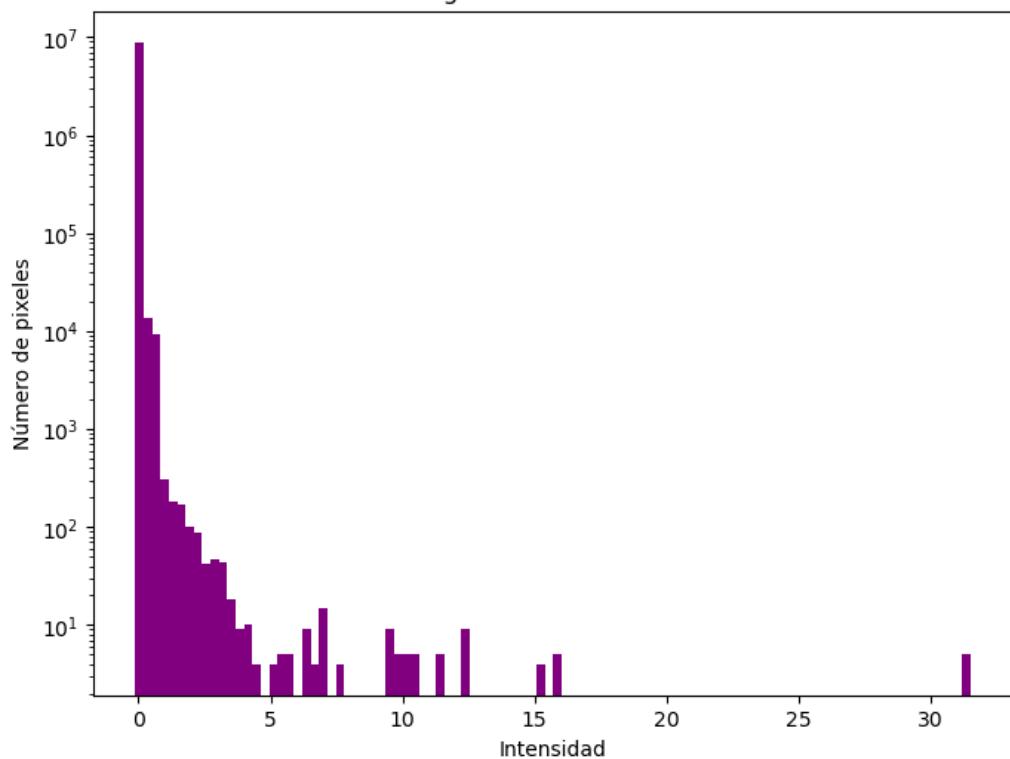


NGC 869 y NGC 884 – Doble Cúmulo de Perseo





Histograma de intensidades



NGC 4755 – El Joyero

