PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

ESTRUCTURA DE DATOS

ENTREGA#1 PROYECTO

PRESENTA:

Diego Fernando Zabala,

Brandon Garcia Rodriguez

Santiago Camargo Trujillo

David Villareal

PROFESOR

John Jairo Corredor Franco

BOGOTA D.C

2025

- **Resumen**

El procesamiento de volúmenes 3D a partir de imágenes PGM enfrenta el desafío de garantizar una carga estructurada y homogénea de los datos. Se propone una implementación en C++ que organiza las imágenes en una estructura tridimensional, verificando su formato y tamaño. Los resultados muestran una carga eficiente del volumen, permitiendo generar proyecciones en distintas direcciones.

- **Introducción**

En el presente trabajo se aborda el problema de la carga de imágenes en formato pgm y también se aborda la carga y proyección de volúmenes tridimensionales a partir de una serie de imágenes en formato PPM. La dificultad principal radica en garantizar la correcta lectura y estructuración de los datos, asegurando que todas las imágenes posean dimensiones homogéneas y que el volumen resultante sea adecuado para posteriores análisis y proyecciones.

Para solucionar este problema, se propone una implementación en C++ que permite la lectura secuencial de múltiples archivos PPM y de una imagen de tipo PGM donde se usan struct para almacenar imágenes haciendo uso de vectores para datos de tipo entero y para varias imágenes ppm se usa un struct de volumen en el cual se usa un vector de varias imágenes.

- **Diseño**

Proyección de Imágenes

El TAD Proyección de Imágenes permite manejar información de los pixeles de imágenes y también volúmenes 3D de imágenes en escala de grises y generar una proyección 2D a partir de criterios de colapso en una dirección específica.

- Datos

El TAD maneja la siguiente información:

volumen: Una serie ordenada de imágenes 2D en escala de grises representadas como una lista de matrices de enteros (valores de intensidad de píxeles en el rango [0, 255]).

ancho (W): Cantidad de columnas en cada imagen del volumen.

alto (H): Cantidad de filas en cada imagen del volumen.

num_imagenes (D): Cantidad de imágenes en la serie (profundidad del volumen).

proyección: Matriz resultante después de aplicar la proyección en una dirección dada.

- Operaciones

El TAD debe implementar las siguientes operaciones:

1. Cargar una imagen individual en memoria

Entrada: nombre_imagen.pgm (ruta del archivo).

Salida: Mensaje indicando éxito o error.

Descripción: Carga una imagen PGM en memoria, sobrescribiendo cualquier imagen cargada previamente.

2. Cargar un volumen de imágenes en memoria

Entrada: nombre_base (nombre común de los archivos) y n_im (cantidad de imágenes en el volumen).

Salida: Mensaje de éxito o error.

Descripción: Carga una secuencia de imágenes PGM en memoria, formando el volumen 3D.

3. Obtener información de la imagen cargada

Salida: Mensaje con el nombre, ancho y alto de la imagen cargada.

Descripción: Muestra en pantalla la información de la imagen almacenada en memoria.

4. Obtener información del volumen cargado

Salida: Mensaje con el nombre base, tamaño (cantidad de imágenes), ancho y alto del volumen.

Descripción: Muestra en pantalla la información del volumen almacenado en memoria.

5. Generar una proyección 2D del volumen

Entrada: dirección (x, y, z), criterio (mínimo, máximo, promedio, mediana), nombre_archivo.pgm.

Salida: Imagen PGM con la proyección generada y mensaje de éxito o error.

Descripción: Recorre el volumen en la dirección dada, colapsando los valores según el criterio especificado para generar la imagen 2D resultante.

- Condiciones

El volumen debe estar cargado antes de ejecutar la proyección.

Los archivos PGM deben ser válidos (deben existir y contener datos en el formato correcto).

El número de imágenes en el volumen no puede superar 99, según la especificación.

Los criterios de proyección deben ser válidos, limitados a mínimo, máximo, promedio y mediana.

La dirección de proyección debe ser válida, siendo x, y o z.

- **Análisis**

El problema central abordado en este proyecto es la carga y estructuración de imágenes en formato PGM y PPM para la generación de volúmenes tridimensionales. La principal dificultad radica en garantizar la coherencia en dimensiones y formato de las imágenes, permitiendo una correcta representación del volumen y su posterior análisis mediante proyecciones.

Para resolver este desafío, se implementó una solución en C++ basada en estructuras de datos eficientes. Se utilizó una representación mediante `struct` para modelar las imágenes y un `vector<vector<vector<int>>>` para gestionar el volumen tridimensional. Esta estructura permite acceder de manera eficiente a los valores de píxeles en cualquier posición del espacio 3D y facilita la manipulación de los datos.

Durante el desarrollo, se diseñaron y probaron varias funciones esenciales, tales como:

1. **Carga de imágenes individuales:** Se valida la existencia del archivo, su formato y sus dimensiones antes de almacenarlo en memoria.
2. **Carga de volúmenes tridimensionales:** Se verifica la consistencia de las imágenes para formar un volumen homogéneo, evitando errores de tamaño o formato.
3. **Extracción de información:** Se implementaron funciones para recuperar detalles sobre imágenes individuales y volúmenes completos, facilitando la inspección de los datos.
4. **Generación de proyecciones 2D:** Se desarrolló un método para proyectar el volumen en los ejes X, Y y Z, utilizando diferentes criterios de colapso (mínimo, máximo, promedio y mediana).

Estructuras Utilizadas

El código analizado utiliza diversas estructuras de datos para el manejo de imágenes en formato PGM y PPM. A continuación, se describen las principales estructuras utilizadas:

- **`vector<string>`**: Para manejar argumentos de funciones.
- **`vector<vector<int>>`**: Para almacenar imágenes en formato PGM.
- **`Imagen`**: Se asume que representa una imagen en formato PPM.
- **`volumen_actual`**: Representa un volumen de imágenes en un conjunto tridimensional.

- **`fs::directory_iterator`**: Se utiliza para buscar archivos en directorios.

2. Lógica del Programa

2.1 Carga y Manipulación de Imágenes

`cargar_imagen()`

- Verifica que se pase un solo argumento con el nombre de la imagen.
- Llama a `leer_pgm()` para cargar la imagen y almacenarla en `imagen_actual`.

`leer_pgm()`

- Abre el archivo PGM y lo almacena en una matriz bidimensional.
- El formato PGM es "P2 ancho alto max_val datos...".

`info_imagen()`

- Muestra la información de la imagen cargada en memoria.

2.2 Proyección 2D de un Volumen de Imágenes

`proyeccion2D()`

- Verifica si un volumen ha sido cargado.
- Valida la dirección de proyección (`x`, `y`, `z`) y el criterio (`mínimo`, `máximo`, `promedio`, `mediana`).
- Aplica el criterio seleccionado recorriendo las imágenes en el volumen.

`aplicar_criterio()`

- Aplica funciones matemáticas a los valores de píxeles:
    - `min_element()`: Encuentra el valor mínimo.
    - `max_element()`: Encuentra el valor máximo.
    - `accumulate()`: Calcula el promedio.
    - `sort()`: Ordena los valores para obtener la mediana.

`guardar_pgm()`

- Guarda la imagen resultante en formato PGM en el disco.

2.3 Carga y Manipulación de Volúmenes

`cargar_volumen()`

- Busca carpetas con nombres `nombre-ppm` o `nombre_ppm`.
- Extrae `n_im` imágenes con prefijo `nombre_base`.
- Verifica que `n_im` sea un número válido entre 1 y 99.
- Calcula el promedio de ancho y alto de las imágenes cargadas.

`info_volumen()`

- Muestra información del volumen cargado.

`leer_ppm()`

- Lee archivos PPM con formato "P3 ancho alto max_val R G B...".
- Almacena la imagen en una matriz tridimensional donde cada píxel tiene tres valores (RGB).

3. Análisis de Complejidad (Big-O)

Función	Complejidad	Explicación
`leer_pgm()`	**O(W×H)**	Recorre cada píxel de la imagen una sola vez.
`guardar_pgm()`	**O(W×H)**	Escribe cada píxel en el archivo.
`proyeccion2D()`	**O(W×H×D)**	Recorre todas las imágenes del volumen.
`aplicar_criterio()`	**O(N log N)** (mediana) / **O(N)** (otras)	La mediana usa `sort()`, las demás operaciones recorren la lista una vez.
`cargar_volumen()`	**O(N) + O(W×H×N)**	Busca archivos (`O(N)`) y los carga (`O(W×H×N)`).
`leer_ppm()`	**O(W×H)**	Recorre todos los píxeles de la imagen RGB.

W=ancho
H=alto

El diseño adoptado permite una gestión flexible y eficiente de los datos. Sin embargo, el uso de vectores anidados implica un costo en memoria que podría optimizarse con estructuras más avanzadas, como el uso de arreglos dinámicos o técnicas de compresión de datos en volúmenes grandes.

- **Plan de pruebas**

Vamos a probar uno a uno los comandos

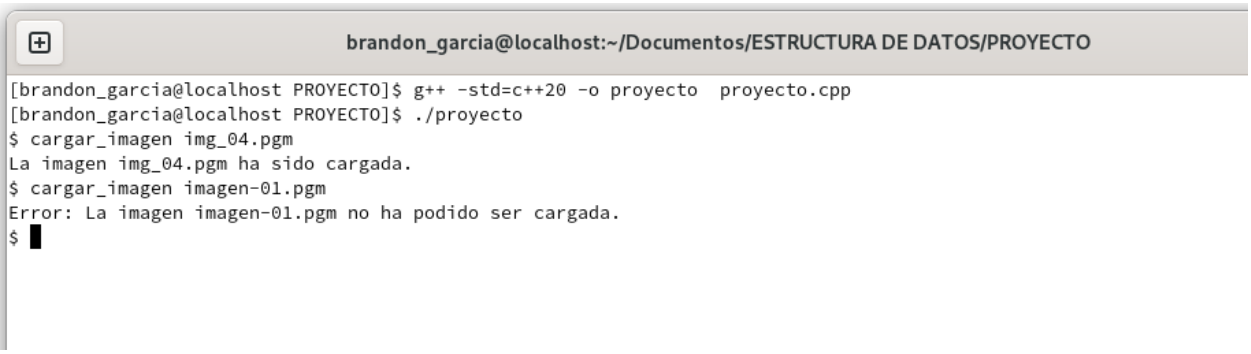
Antes compilamos el programa de la siguiente manera:

Esto con el fin de que funcionen las librerías que implementamos en el código, ya que solo funcionan desde –std=c++17 en adelante.

Ahora si ejecutamos el programa y empecemos a probar uno a uno los comandos

Comando: cargar_imagen:

Ya acá tenemos cargada la imagen con nombre img_04.pgm ahora probaremos con una imagen inexistente:



Y tal cual como debería ser la imagen no ha podido ser cargada con ello probamos ambos mensajes tanto el de éxito como el de error.

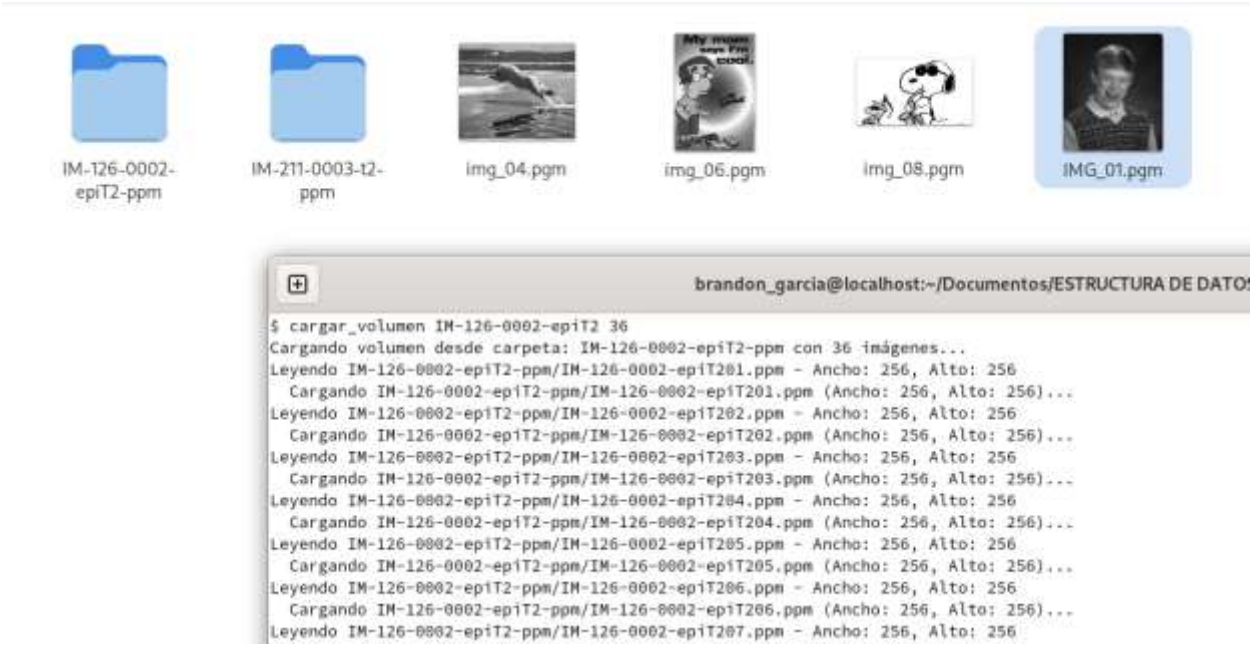
Comando: info_imagen

Ahora probamos la información que debió ser cargada a partir de la función de cargar_imagen la cual debe ser ancho y altura en pixeles de la imagen.

Acá comprobamos que la función cargar_imagen y la función info_imagen funcionan correctamente tanto guardando como mostrando los datos que se piden, igual comprobemos con otra imagen

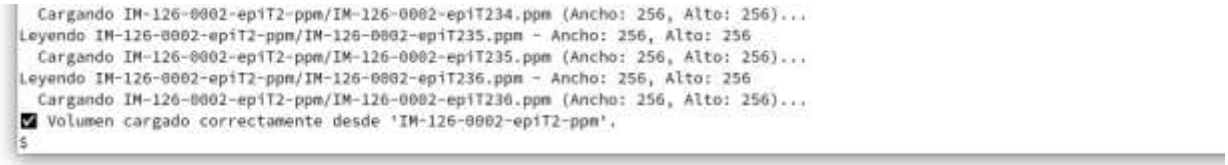
Con ello ya tenemos que los comandos funcionan perfectamente.

Comando: cargar_volumen



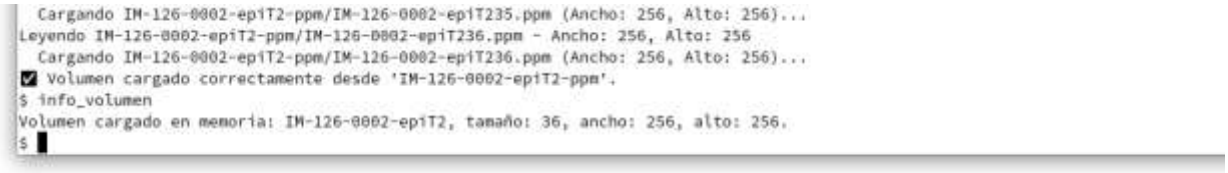
La función busca la carpeta que debe tener el mismo nombre base de las imágenes de las cuales se desea obtener la información.

Y se guarda la información de ancho y alto de pixeles que es un promedio de todas las imágenes.

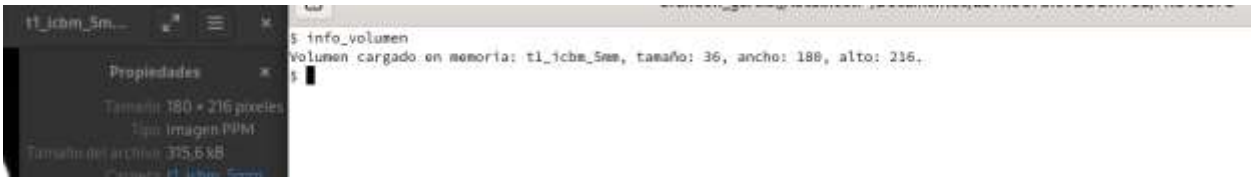


Tambien la función permite el uso de que las carpetas la ppm acabe en _

Comando: Info_volumen



Como lo dice el mismo nombre del comando muestra la información que es proporcionada por el uso de la función cargar_volumen

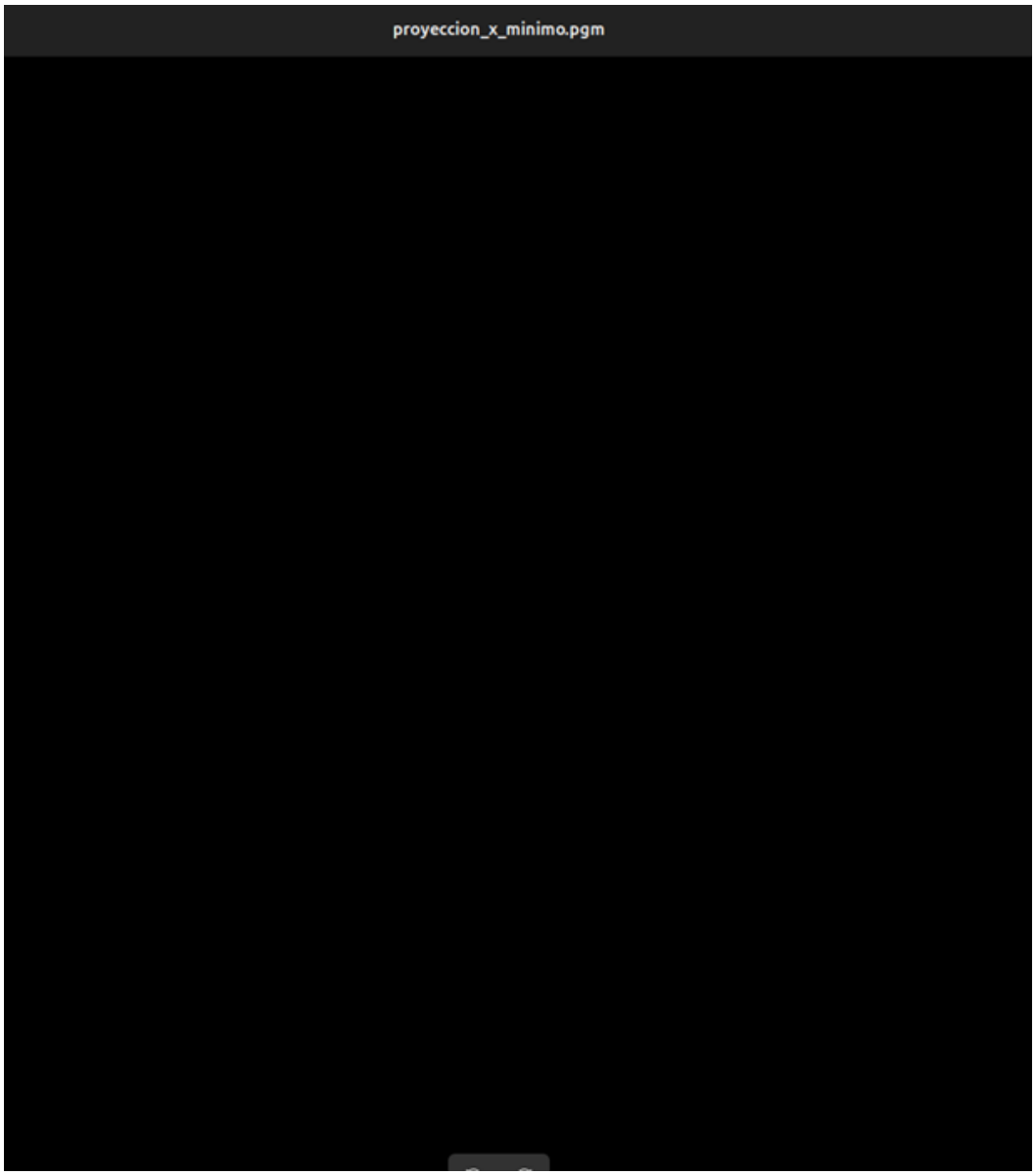


Proyecciones en el eje X:

1. **Criterio mínimo**:

Copiar

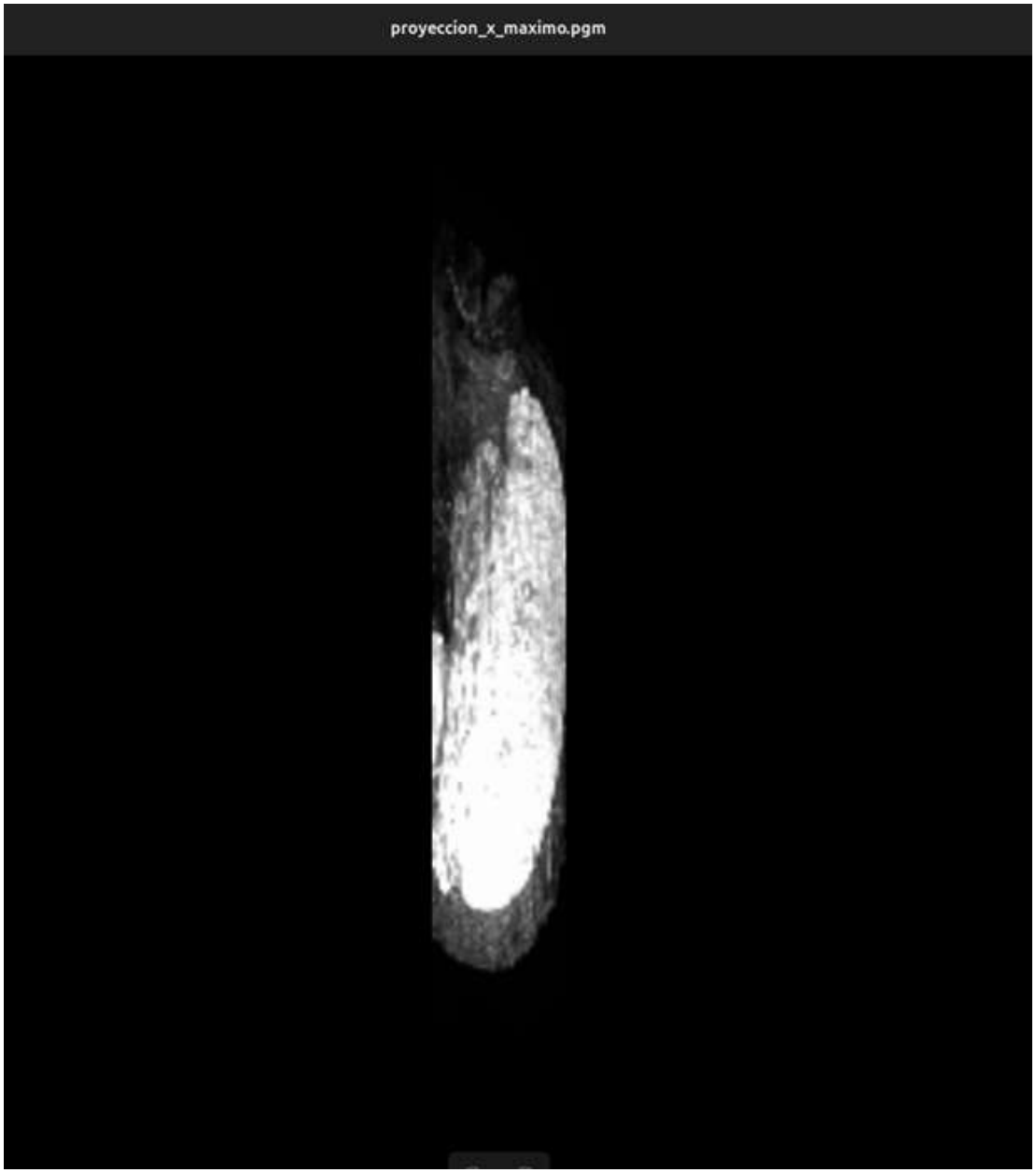
proyeccion2D x minimo proyeccion_x_minimo.pgm



2. **Criterio máximo**:

Copiar

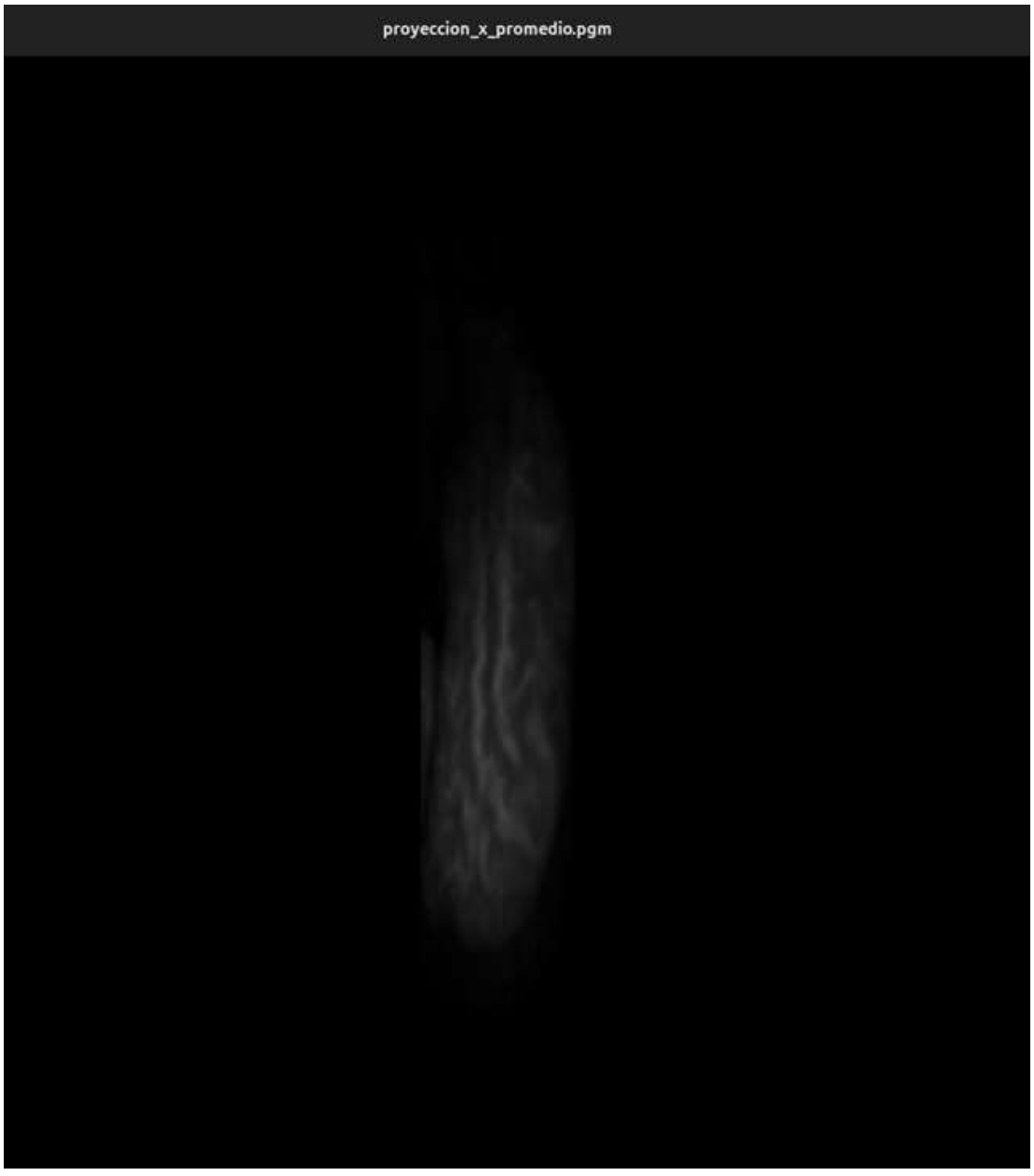
proyeccion2D x maximo proyeccion_x_maximo.pgm



3. **Criterio promedio**:

Copiar

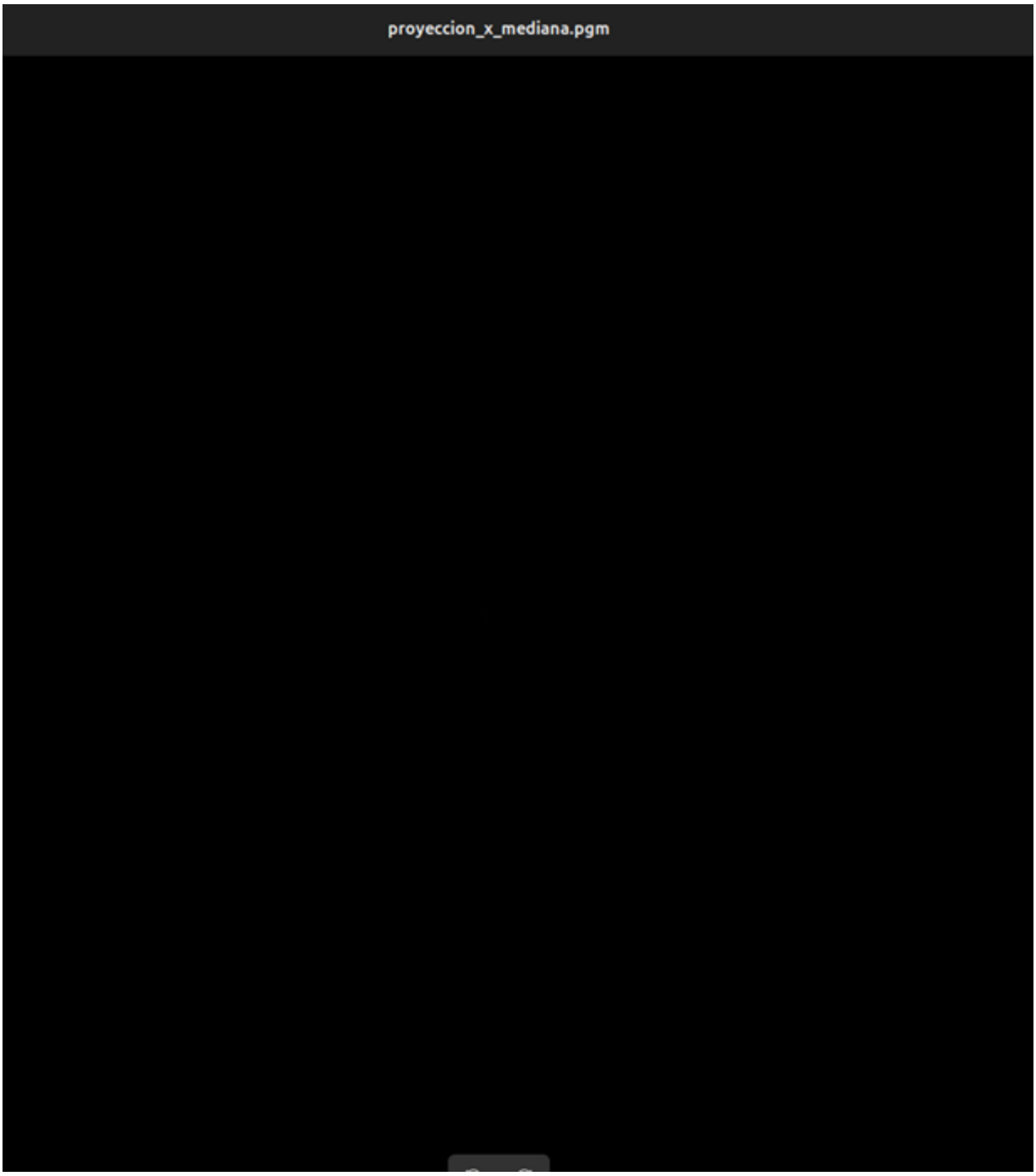
proyeccion2D x promedio proyeccion_x_promedio.pgm



4.**Criterio mediana**:

Copiar

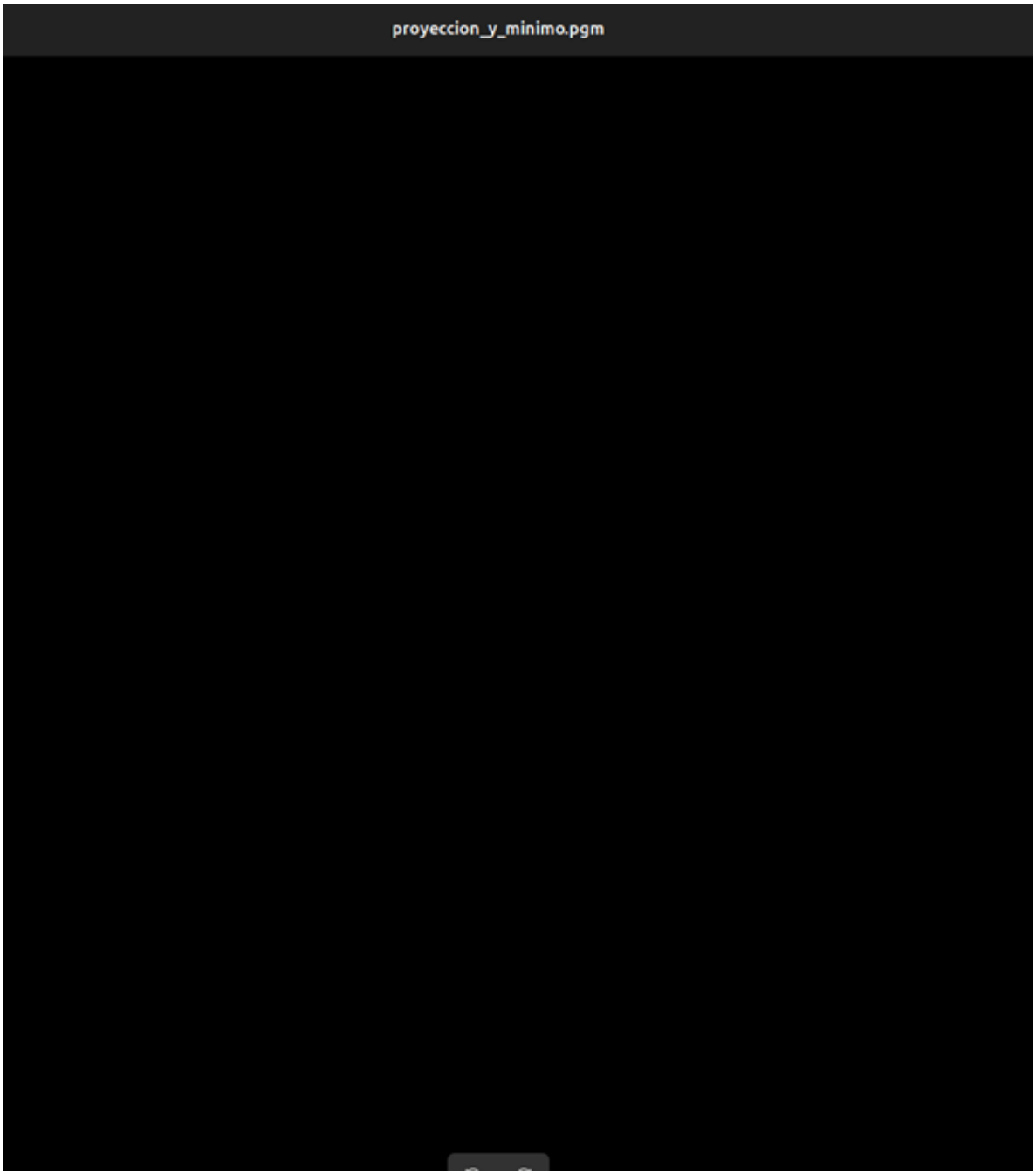
proyeccion2D x mediana proyeccion_x_mediana.pgm



Proyecciones en el eje Y:

1. **Criterio mínimo**:

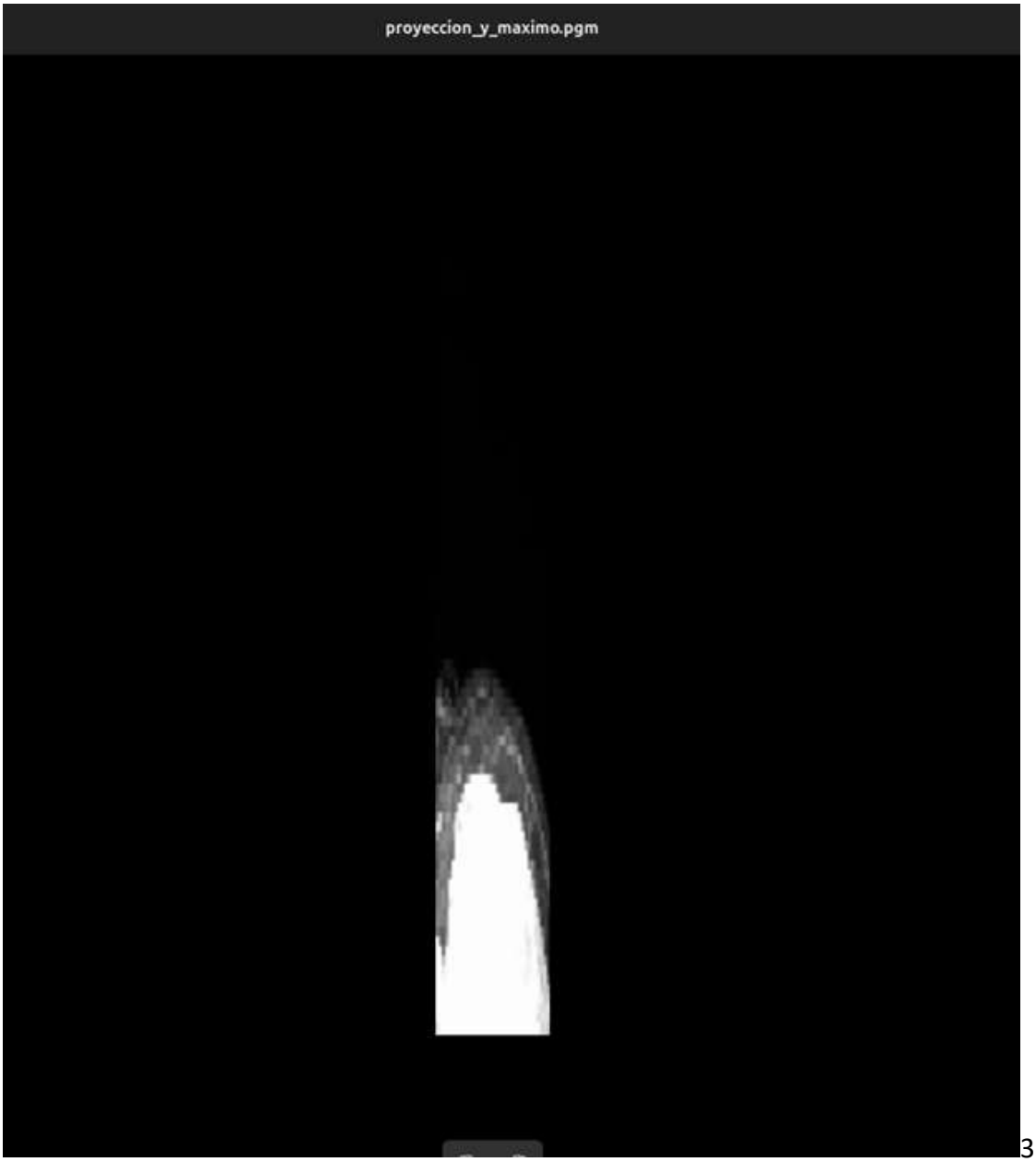
Copiar
proyeccion2D y minimo proyeccion_y_minimo.pgm



2. **Criterio máximo**:

Copiar

proyeccion2D y maximo proyeccion_y_maximo.pgm

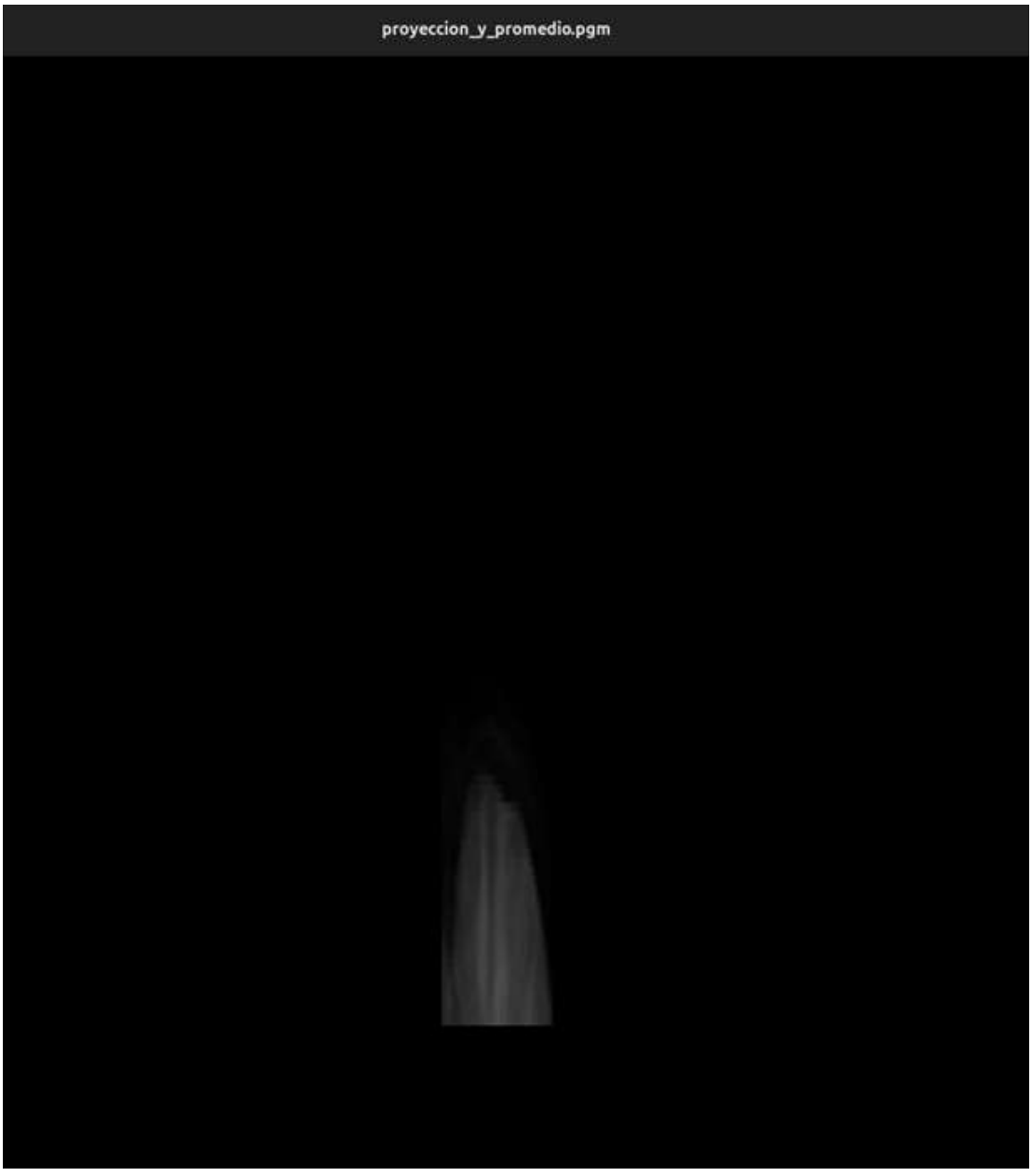


3

3. **Criterio promedio**:

Copiar

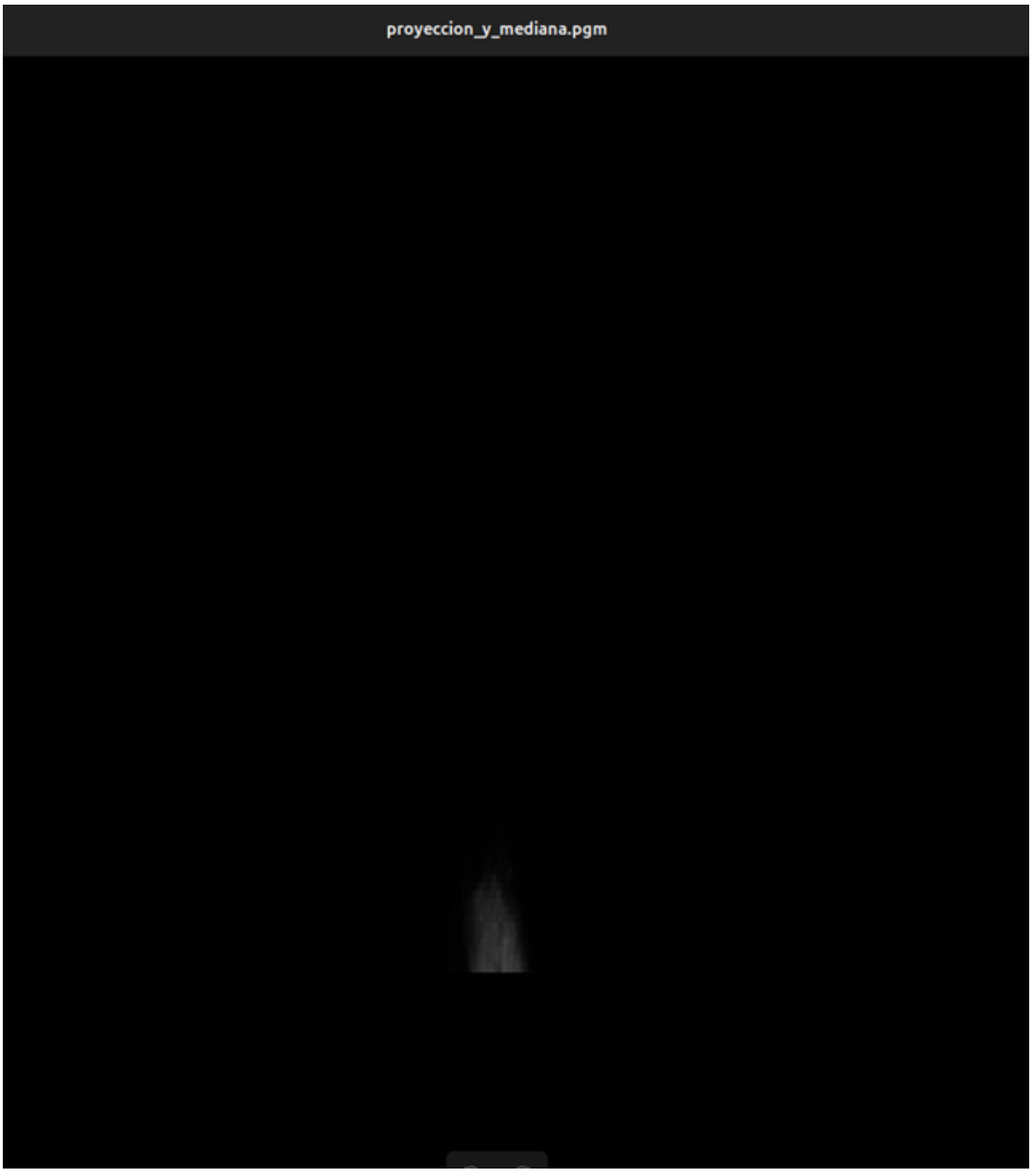
proyeccion2D y promedio proyeccion_y_promedio.pgm



4. **Criterio mediana**:

Copiar

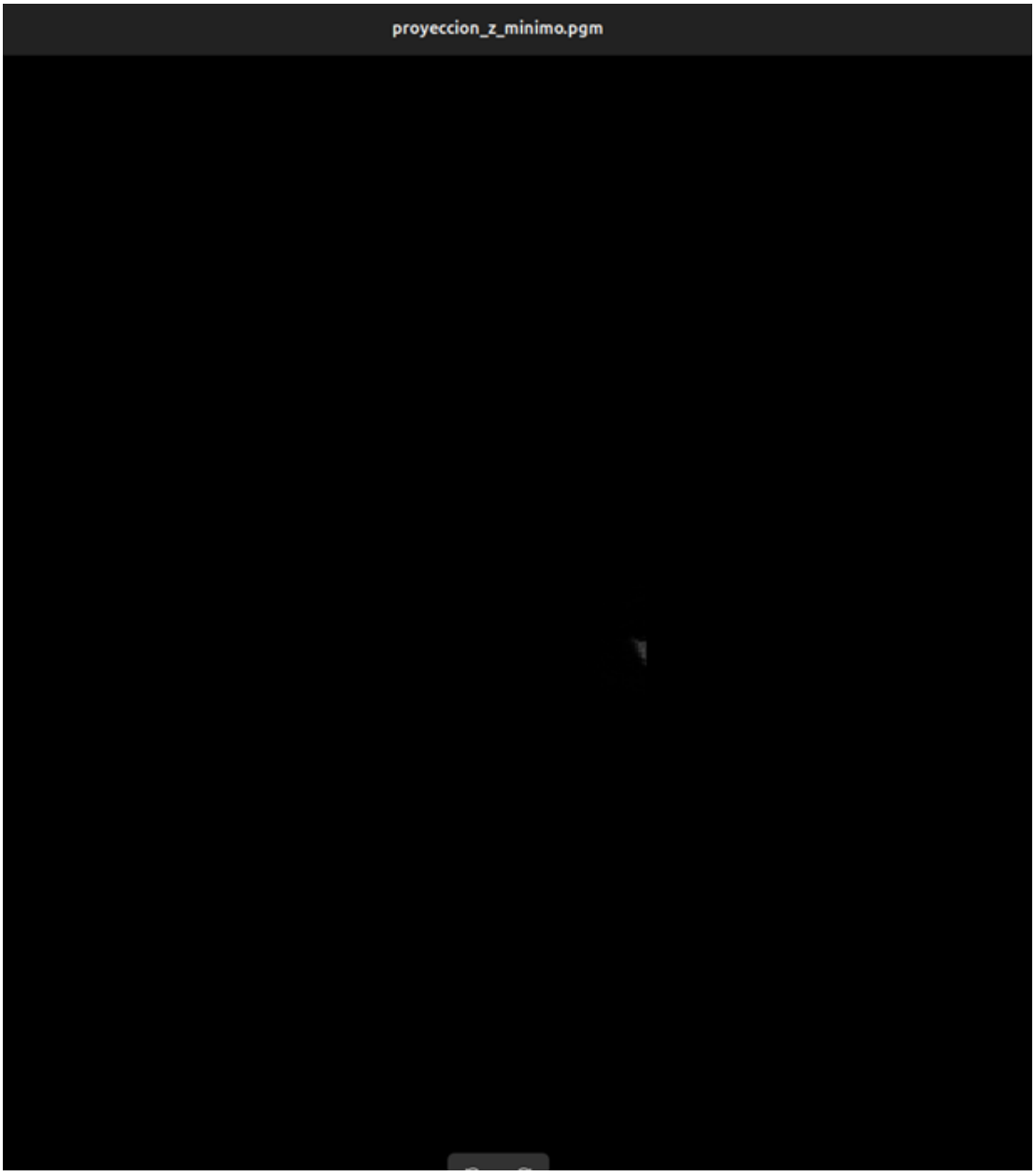
proyeccion2D y mediana proyeccion_y_mediana.pgm



Proyecciones en el eje Z:

1. **Criterio mínimo**:

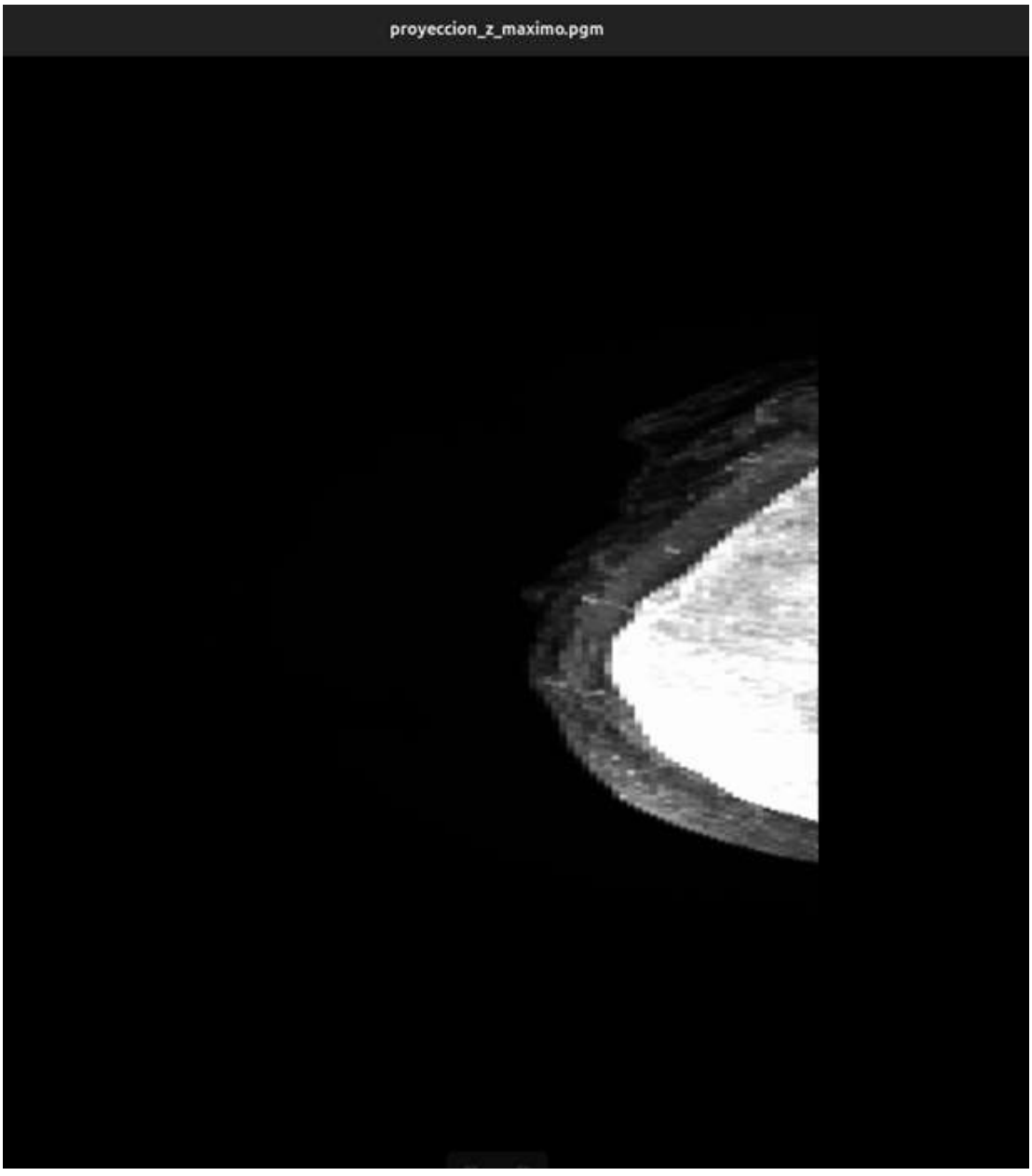
Copiar
proyeccion2D z minimo proyeccion_z_minimo.pgm



2. **Criterio máximo**:

Copiar

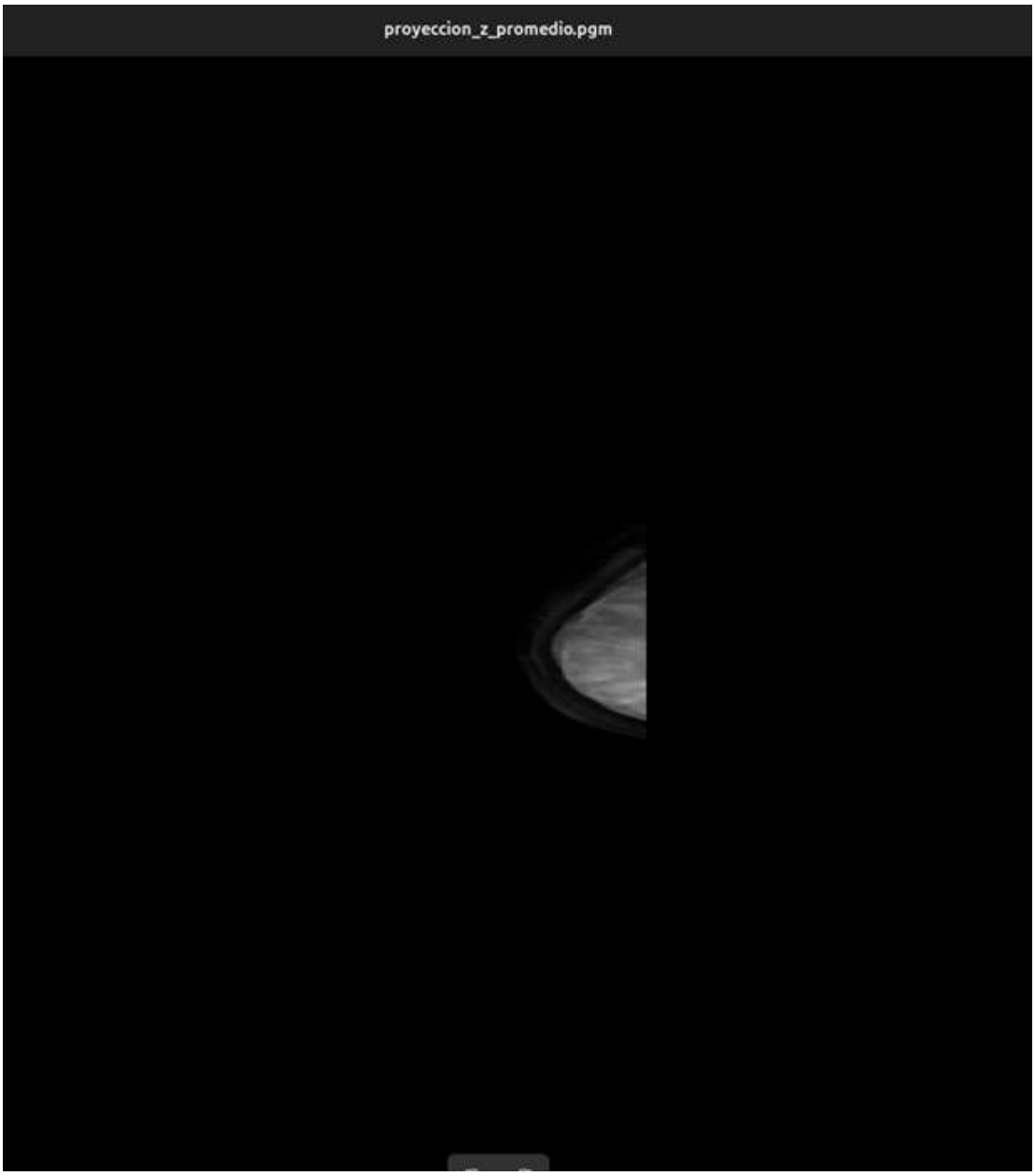
proyeccion2D z maximo proyeccion_z_maximo.pgm



3. **Criterio promedio**:

Copiar

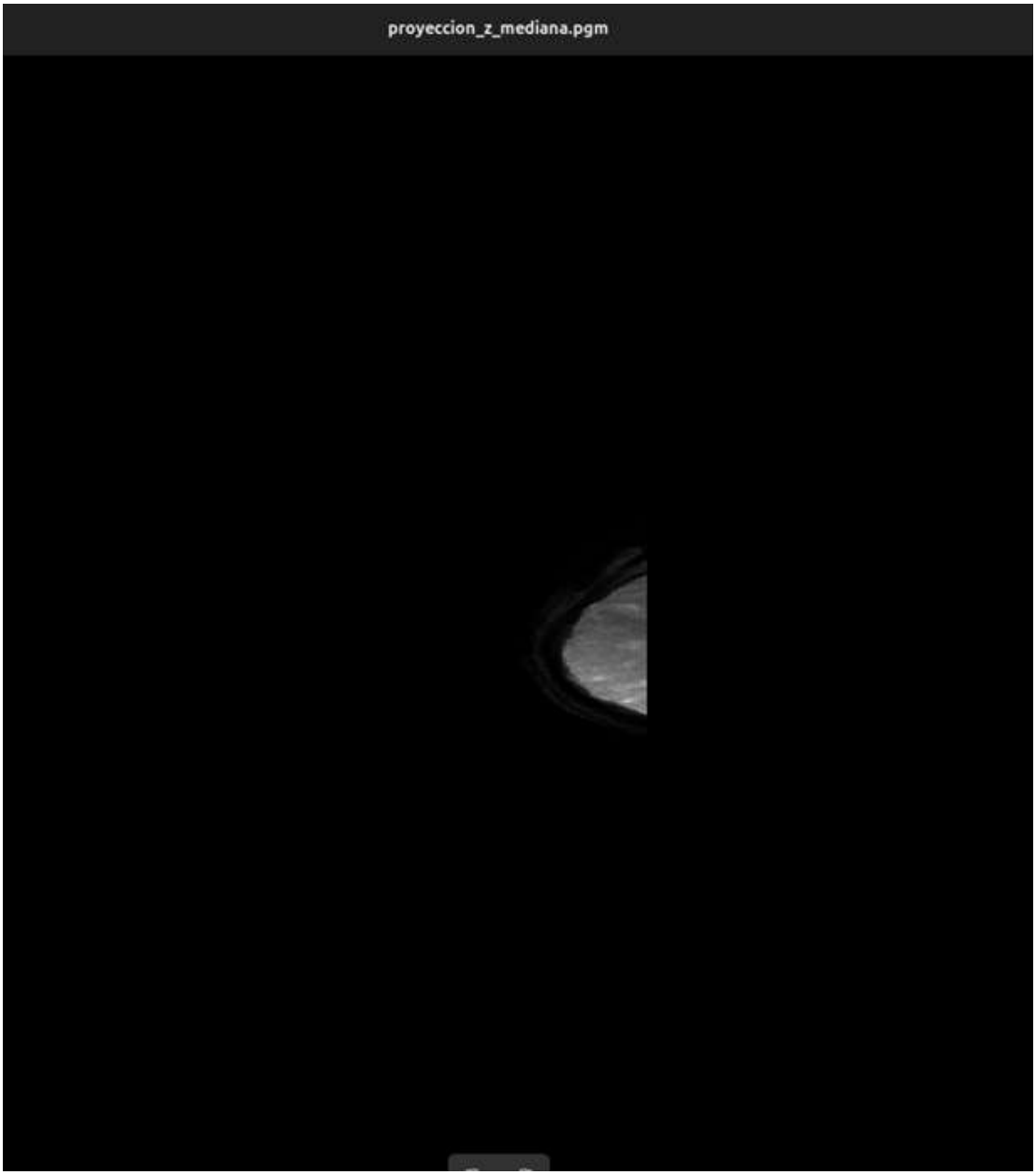
proyeccion2D z promedio proyeccion_z_promedio.pgm



4. **Criterio mediana**:

Copiar

proyeccion2D z mediana proyeccion_z_mediana.pgm



- **Conclusiones**

Los resultados obtenidos confirman que la implementación en C++ desarrollada permite la correcta construcción de volúmenes tridimensionales a partir de imágenes individuales en formato PGM y PPM. Se verificó que el sistema carga de manera eficiente los datos, asegurando que todas las imágenes cumplan con los requisitos de homogeneidad en dimensiones y formato.

Además, el sistema facilita la generación de proyecciones en distintas direcciones (X, Y, Z), permitiendo el análisis del volumen desde diversas perspectivas. La implementación de diferentes criterios de proyección (mínimo, máximo, promedio y mediana) ofrece flexibilidad en la manipulación de los datos, asegurando una representación ajustada a las necesidades del usuario.

Las pruebas realizadas validaron la robustez del sistema, asegurando que las operaciones de carga de imágenes, carga de volumen, recuperación de información y generación de proyecciones funcionan correctamente. Se confirmó que el manejo de errores es adecuado, impidiendo la carga de imágenes inexistentes o con formatos incorrectos.