



MANUAL DE USUARIO

SOFTWARE DETECCIÓN DE
GLAUCOMA
“APP_DET_GLAUCOMA”

Notas importantes

Este software tiene fines educativos y de investigación.
No reemplaza el diagnóstico de un especialista médico.

ÍNDICE

■ Introducción al sistema	03
■ Características del modelo	04
■ Ejecución de la aplicación.	08
■ Paneles principales.	11
■ Formula de nivel de urgencia.	19
■ Instrucciones finales	21
■ Contacto.	22

INTRODUCCIÓN

La APP_DET_GLAUCOMA es un software de escritorio desarrollado en Python, PySide6 y TensorFlow/Keras para la detección asistida de glaucoma a partir de imágenes clínicas del ojo. El objetivo principal es brindar una herramienta de apoyo que permita analizar imágenes de fondo de ojo y ofrecer una predicción preliminar sobre la presencia de glaucoma.

⚠ Importante: Esta aplicación no reemplaza el diagnóstico médico. Se debe utilizar únicamente como herramienta complementaria.

La aplicación cuenta con una interfaz sencilla, que permite al usuario:

- Cargar imágenes individuales o carpetas completas.
- Obtener predicciones automáticas sobre glaucoma.
- Visualizar mapas de calor (Grad-CAM) que muestran en qué región de la imagen se basó la red neuronal.
- Consultar un historial con los resultados obtenidos.

CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

El corazón de la aplicación es una red neuronal convolucional (CNN) entrenada específicamente para la detección temprana de glaucoma a partir de imágenes de fondo de ojo.

Arquitectura empleada

- Modelo base: MobileNetV2
 - Elegida por su eficiencia computacional y bajo consumo de memoria, lo que permite que la aplicación sea liviana y rápida.
 - Preentrenada en ImageNet y posteriormente ajustada a nuestro problema mediante transfer learning.
- Capas finales personalizadas:
 - Se reemplazaron las últimas capas densas de MobileNetV2 por un cabezal denso con Dropout para reducir sobreajuste.
 - Capa de salida con activación sigmoide (clasificación binaria: Glaucoma / No Glaucoma).

Estrategia de entrenamiento

- Dataset: Imágenes de fondo de ojo clasificadas en dos categorías (Glaucoma / No Glaucoma).
- Preprocesamiento:
 - Redimensionamiento a 224x224 píxeles.
 - Normalización de valores de píxeles en rango [0,1].
- Data Augmentation: aplicado de manera agresiva para simular variaciones clínicas reales:
 - Rotaciones, giros horizontales/verticales.
 - Cambios de brillo y contraste.
 - Zoom y recortes aleatorios.

Entrenamiento y fine-tuning

1. Fase 1 (Transfer Learning congelado):

- Se mantuvieron congeladas las capas convolucionales preentrenadas.
- Solo se entrenaron las capas densas personalizadas.
- Optimizador Adam ($lr=1e-2$).

2. Fase 2 (Fine-Tuning parcial):

- Se descongelaron las últimas capas convolucionales del MobileNetV2.
- Se redujo la tasa de aprendizaje ($lr=1e-4$).
- Entrenamiento adicional para ajustar mejor a las características del dataset.

Métricas obtenidas

- Accuracy en validación: 87%
- AUC (Área bajo la curva ROC): 0.94
- Precisión y Recall balanceados, asegurando sensibilidad suficiente para la clase Glaucoma.

Primer entrenamiento del modelo

	precision	recall	f1-score
0	0.97	0.89	0.92
1	0.84	0.95	0.89

Re-entrenamiento fine – tuning

	precision	recall	f1-score
0	0.97	0.91	0.94
1	0.87	0.96	0.91

Precisión aumentó 3% clase 1

Recall aumentó 2% clase 0 y 1% clase 1

F1 – score aumentó 2% clase 0 y 2% clase 1

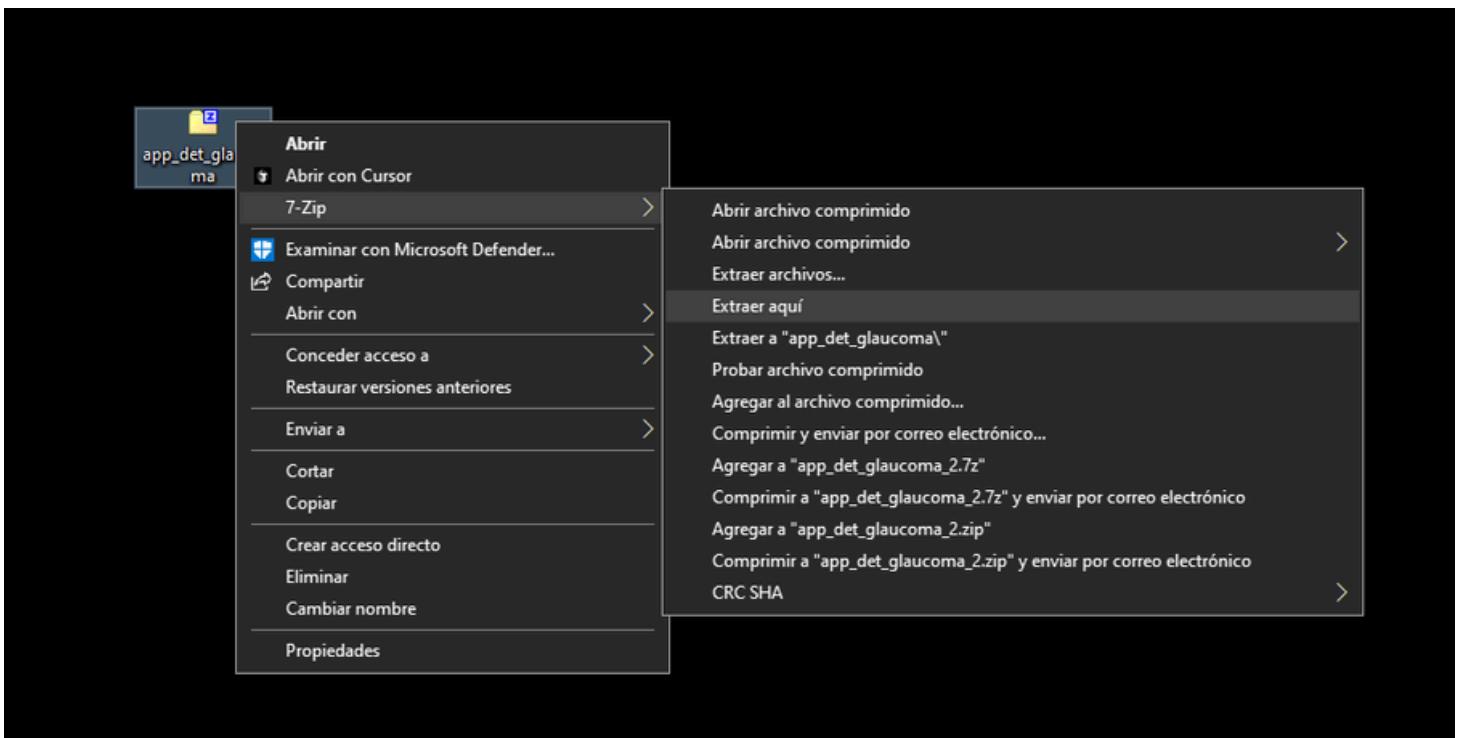
Interpretabilidad del modelo

- Se integró la técnica Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping).
- Grad-CAM genera un mapa de calor sobre la imagen, resaltando las regiones más influyentes en la predicción.
- Esto aporta transparencia al modelo, permitiendo que médicos y especialistas comprendan qué parte de la imagen llevó a la decisión del sistema.

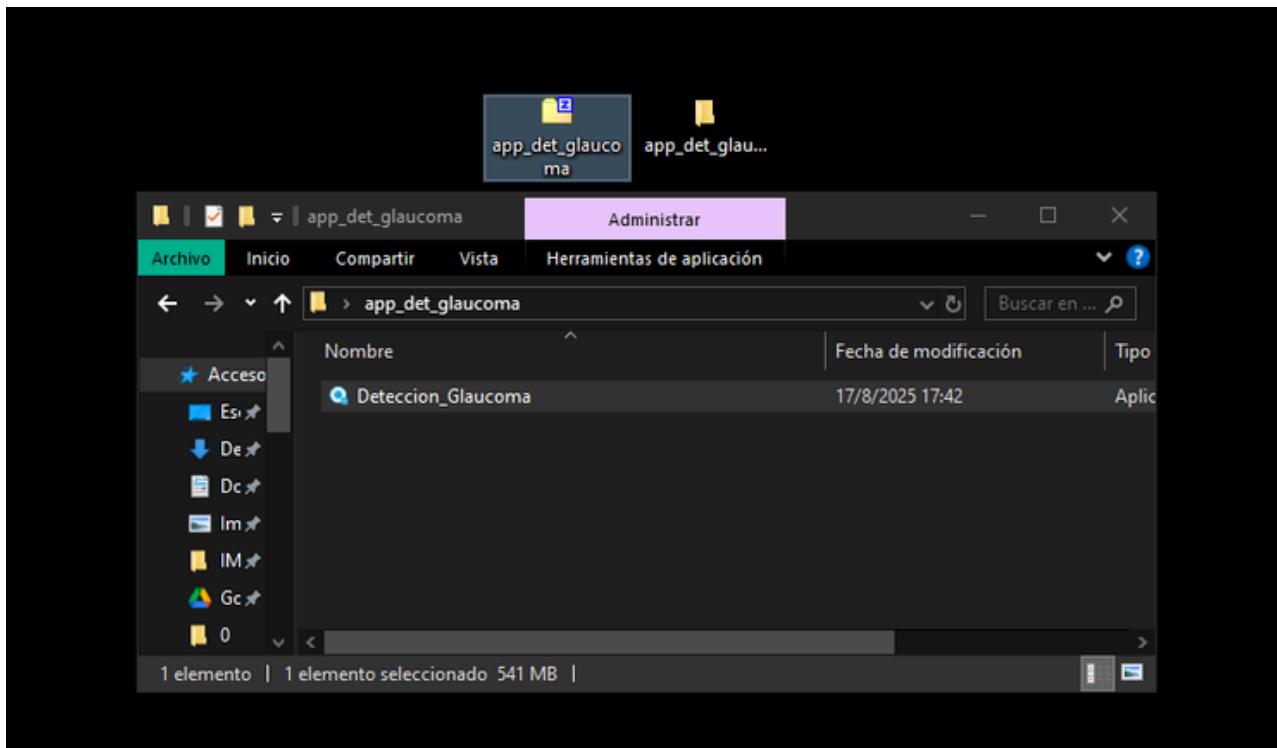
EJECUCIÓN DE LA APLICACIÓN

No requiere instalación.

1. Descargue el archivo comprimido (app_det_glaucoma.zip).
2. Descomprima en cualquier carpeta de su computadora.



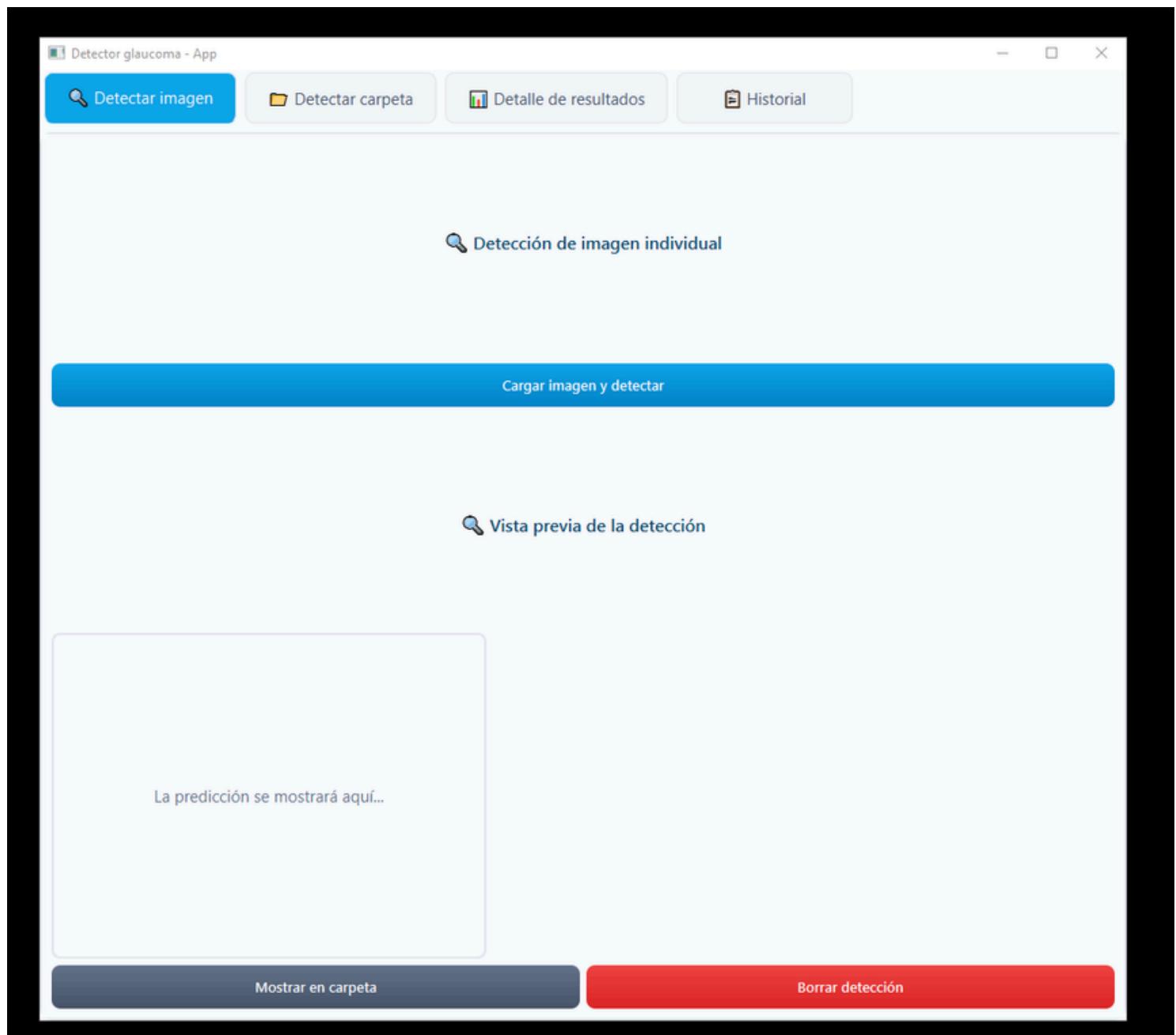
3. Ejecute el archivo Deteccion_Glaucoma.exe dentro de la carpeta descomprimida haciendo doble clic.



4. Se ejecutará una consola con todo el proceso de carga del modelo a la aplicación.

```
C:\Users\Joaquin\Desktop\app_det_glaucoma\app_det_glaucoma> Deteccion_Glaucoma.exe
2025-08-18 23:46:28.299894: I tensorflow/core/util/port.cc:153] oneDNN custom operations are on. You may see slightly different numerical results due to floating-point round-off errors from different computation orders. To turn them off, set the environment variable `TF_ENABLE_ONEDNN_OPTS=0`.
2025-08-18 23:46:30.373610: I tensorflow/core/util/port.cc:153] oneDNN custom operations are on. You may see slightly different numerical results due to floating-point round-off errors from different computation orders. To turn them off, set the environment variable `TF_ENABLE_ONEDNN_OPTS=0`.
Iniciando aplicación de Detección de Glaucoma...
Cargando modelo de IA...
2025-08-18 23:46:37.285454: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:210] This TensorFlow binary is optimized to use available CPU instructions in performance-critical operations.
To enable the following instructions: SSE3 SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compiler flags.
▣ Modelo cargado exitosamente!
[INFO] Usando capa objetivo: Conv_1
▣ Modelo configurado en la ventana principal
▣ Aplicación completamente inicializada!
```

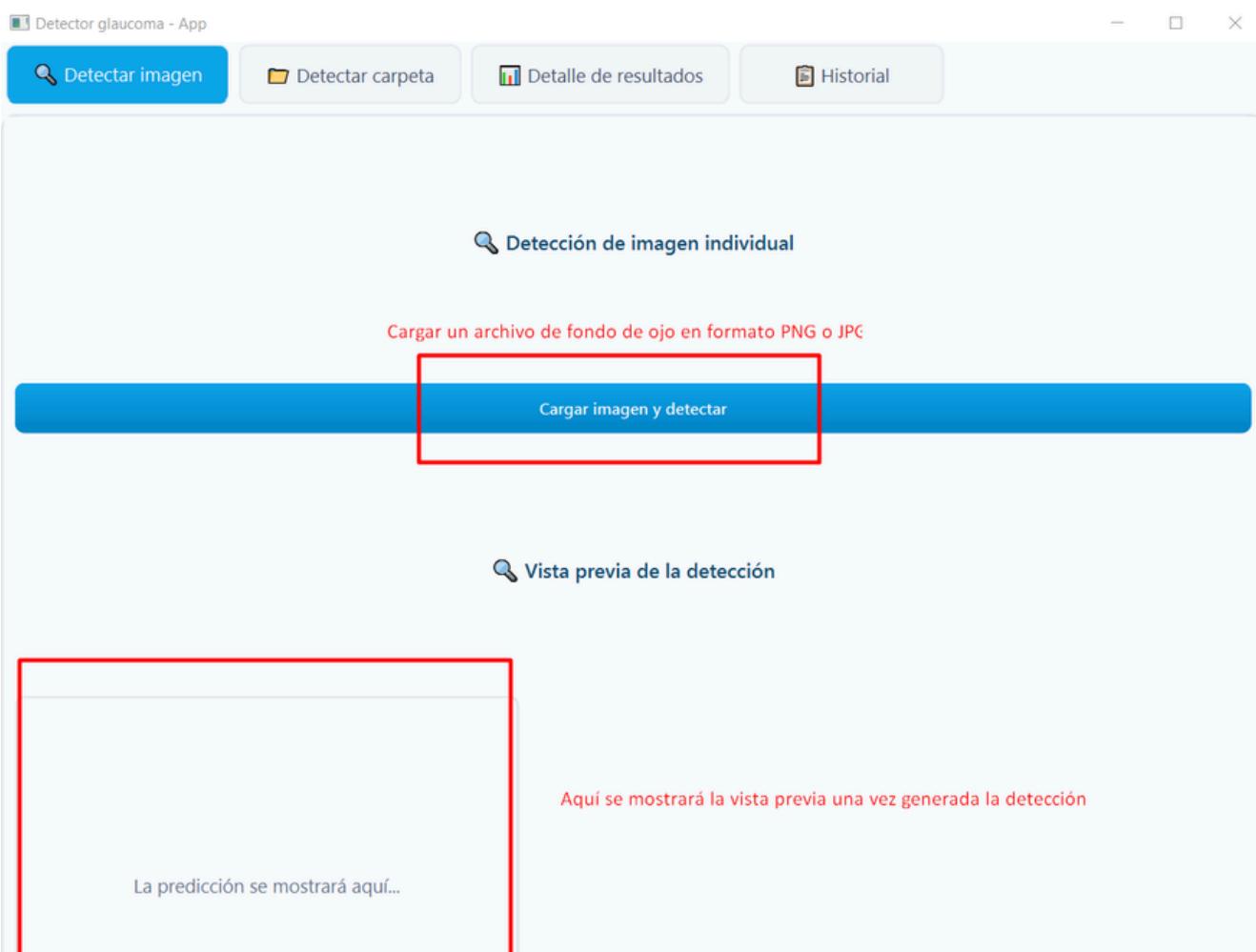
5. Una vez que el modelo se carga correctamente se ejecutará la app en una ventana similar a la siguiente:



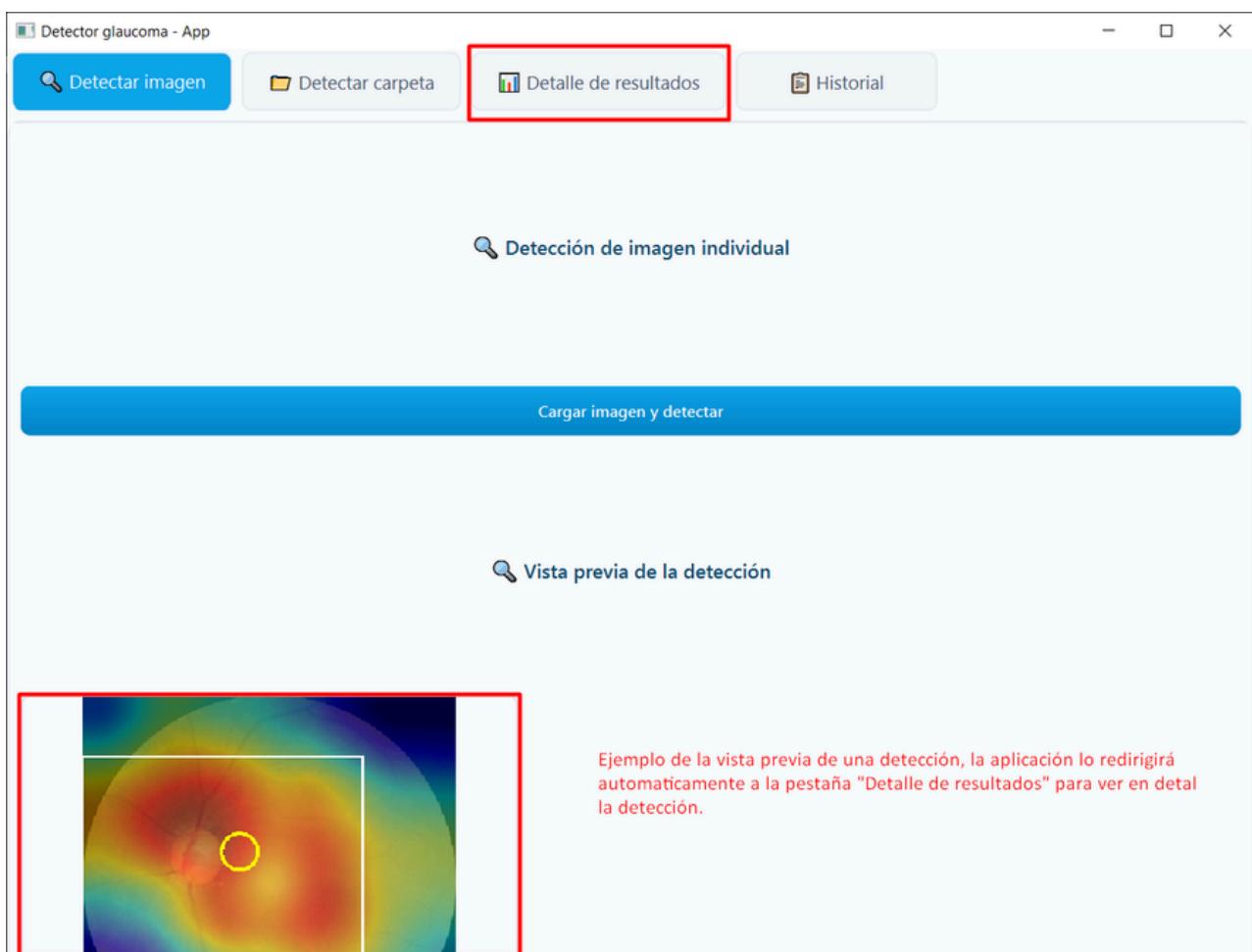
Paneles Principales

Detectar Imagen

1. La pantalla principal le permitirá cargar una imagen para realizar la detección y posteriormente ver la vista previa

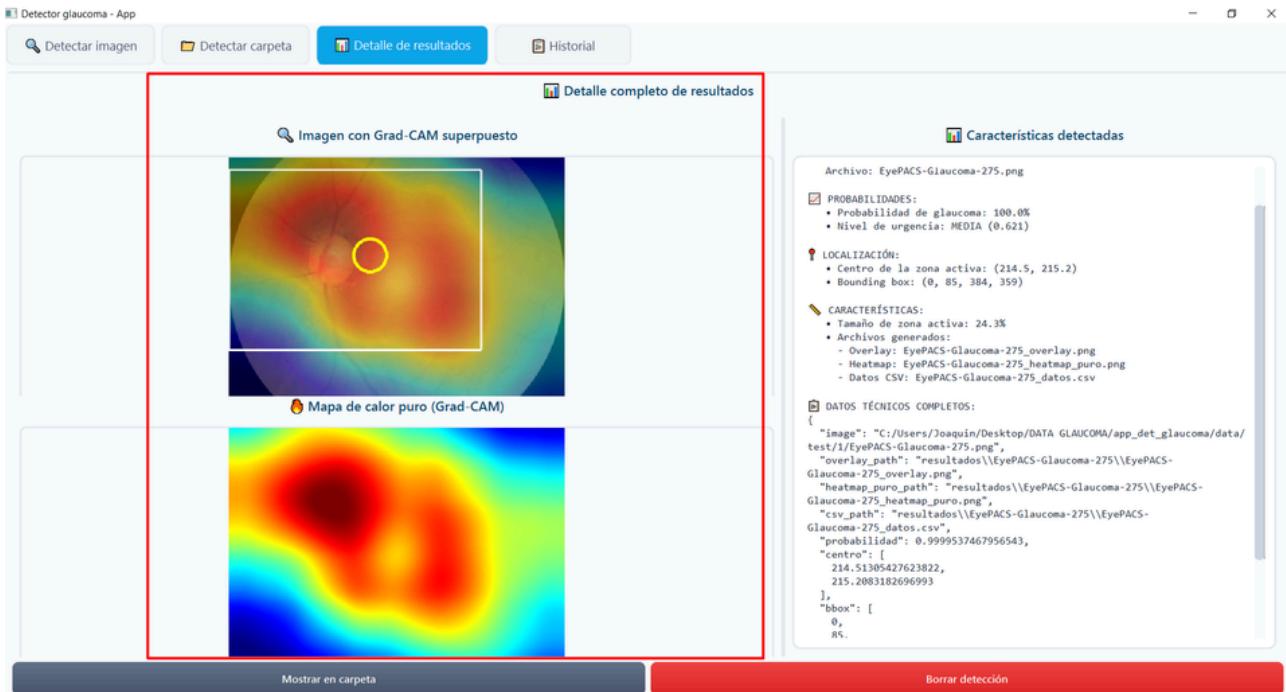


2. Una vez que se realiza una detección se podrá visualizar la vista previa en el panel principal “detectar imagen”. Si se desea ver el detalle deberá redirigirse a la pestaña “Detalle de resultados”



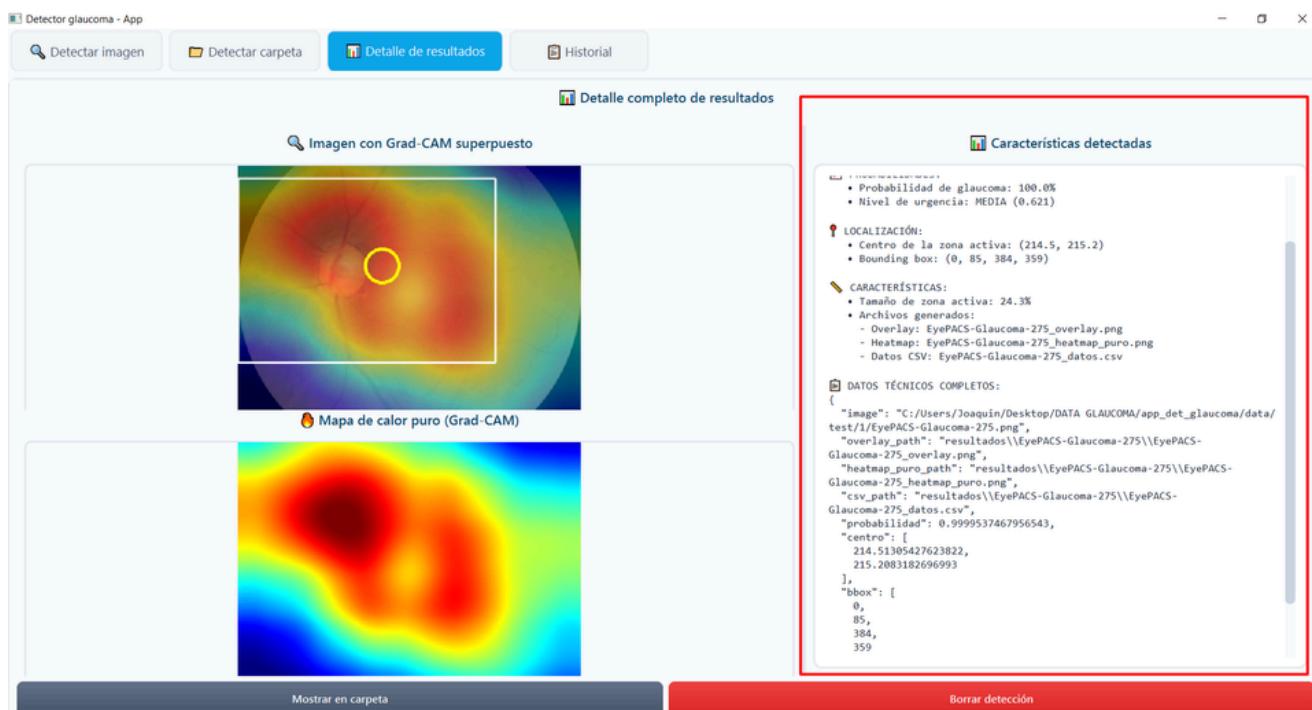
Detalle de resultados

1. En la pestaña “Detalle de resultados” se podrá visualizar la información completa de la detección.
2. El lateral izquierdo nos permitirá visualizar el Gram-Cam superpuesto en la imagen original, junto a el bounding box y el centro de la zona activa. También podremos visualizar el mapa de calor puro del modelo



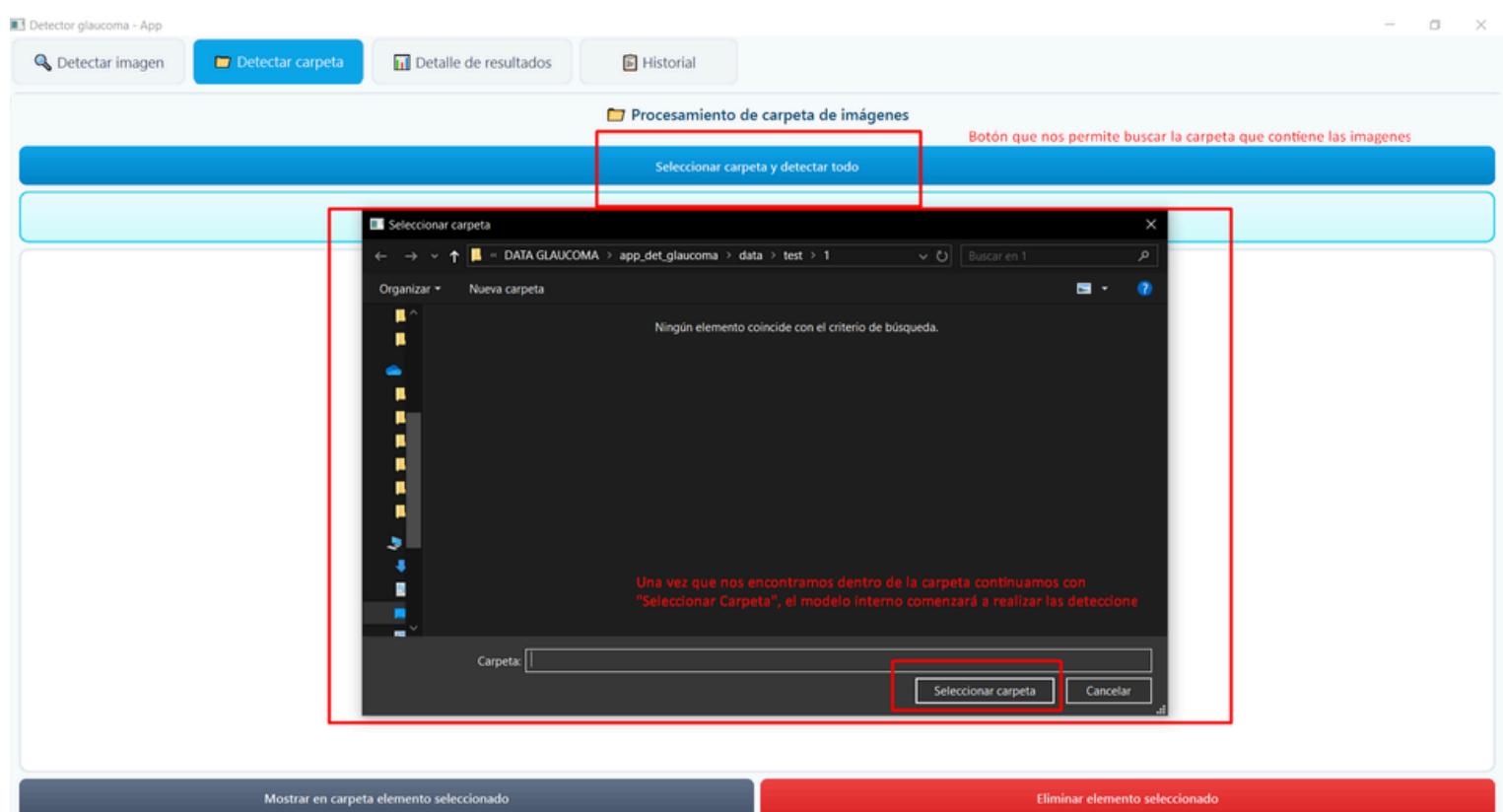
3. En el lateral derecho podremos observar la características destacadas como por ejemplo:

- Nombre del archivo.
- Probabilidad de glaucoma. (porcentaje %)
- Nivel de urgencia.
- Centro de la zona activa.
- Bounding box (Sector donde el modelo identificó mayor patrones similares a glaucoma).
- Tamaño de la zona activa.
- Archivos generados (Guardados en la carpeta "resultados")
- JSON crudo con los datos técnicos completos

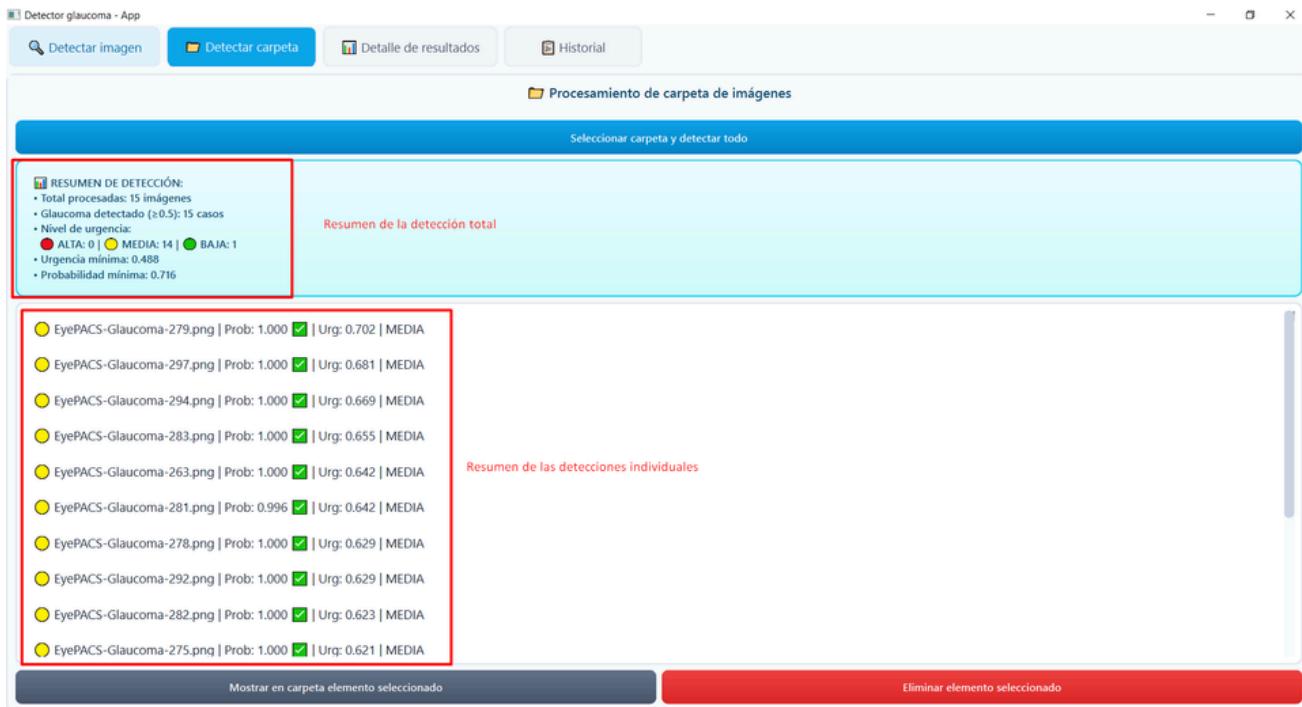


Detectar Carpeta

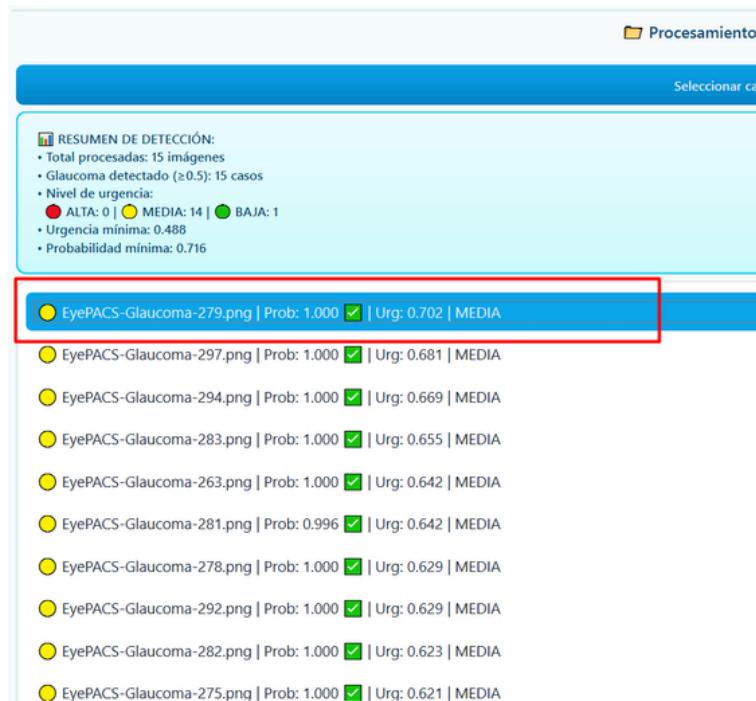
1. La pestaña “Detectar Carpeta” nos permite realizar la detección de más de una imagen que estén contenidas dentro de una carpeta
2. Posiblemente al seleccionar la carpeta esta misma tendrá una demora significativa ya que está procesando varias detecciones una detrás de la otra.



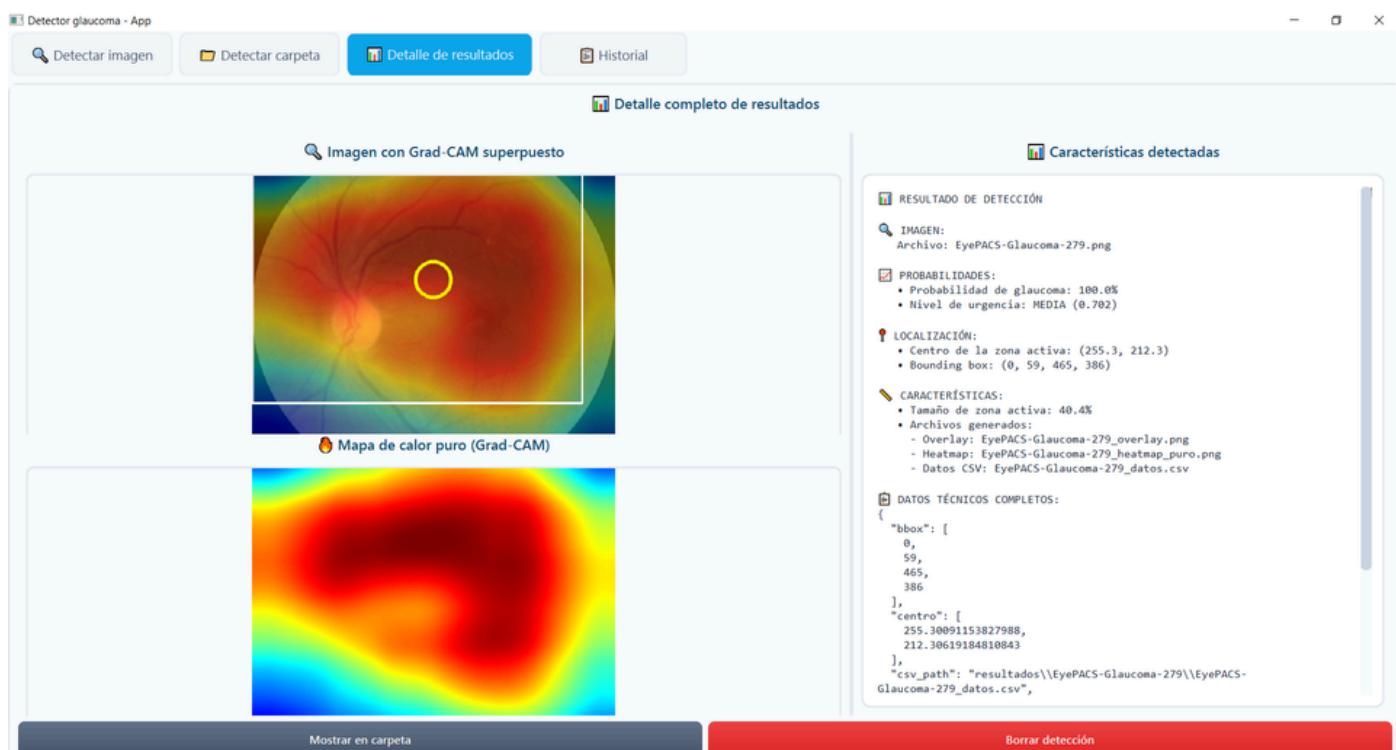
3. Cuando finaliza el procesamiento de todas las imágenes la aplicación nos mostrará el resumen de la detección total y el resumen individual de cada imagen.



4. Si deseamos ver el detalle del resultado simplemente hacemos doble click en la detección individual.



5. Esta acción nos lleva nuevamente a la pestaña "Detalle de resultados" el cual nos mostrará el detalle completo de esta nueva detección.



Historial

1. Esta pestaña nos permitirá visualizar todo el historial de las detecciones que realizamos, tenemos la posibilidad de ordenar la lista por fecha(ascendente y descendente) y por nivel de urgencia (acendente y descendente). También podremos filtrar por nivel de urgencia (Baja - Media - Alta)

The screenshot shows the 'Historial' tab selected in the top navigation bar. The interface includes filters for sorting by date ('Fecha descendente') and urgency ('Todo'), and buttons for updating the history and deleting selected items. A red box highlights the sorting and filtering controls. Another red box highlights the list of detections.

Historial de detecciones

Actualizar historial

Historial de detecciones.

Fecha	Imagen	Probabilidad	Urgencia	Categoría
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-297.png	1.000	0.681	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-294.png	1.000	0.669	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-292.png	1.000	0.629	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-283.png	1.000	0.655	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-282.png	1.000	0.623	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-281.png	0.996	0.642	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-279.png	1.000	0.702	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-278.png	1.000	0.629	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-275.png	1.000	0.621	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-273.png	0.998	0.556	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-272.png	1.000	0.575	MEDIA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-266.png	0.716	0.488	BAJA
2025-08-19T00:27:56	EyePACS-Glaucoma-263.png	1.000	0.642	MEDIA

Mostrar en carpeta los seleccionados

Eliminar los seleccionados

FÓRMULA DEL NIVEL DE URGENCIA

El sistema no solo calcula la probabilidad de glaucoma de cada imagen, sino que también estima un nivel de urgencia.

Este indicador busca reflejar no solo si hay glaucoma, sino qué tan extendida es la zona activa detectada en el ojo.

La formula utilizada es:

$$\text{Nivel de urgencia} = (\text{Probabilidad Glaucoma} + \text{Porcentaje de zona activa}) / 2$$

Donde:

- **Probabilidad de glaucoma:** valor entre 0 y 1 entregado por el modelo de deep learning.
- **Porcentaje de zona activa:** proporción del área del ojo resaltada por Grad-CAM como relevante para la predicción.

Ventajas de utilizar esta formula:

- Combina certeza del modelo con impacto anatómico.
- Es fácil de interpretar.
- Mantiene el rango entre 0 y 1.

Pero tiene limitaciones:

1. Peso igual para probabilidad y área → en la práctica clínica, no siempre son equivalentes.
 - Ejemplo: un área pequeña en la papila óptica puede ser clínicamente muy importante aunque ocupe poco espacio.
2. Grad-CAM no es exacto → solo aproxima la zona de atención del modelo, no siempre coincide con la lesión real.
3. No considera localización → no es lo mismo una zona activa en el borde periférico que en el disco óptico.

Opciones de mejora

1. Ponderación diferente: Dar más peso a la probabilidad que al área:

$$U = 0.7 * P + 0.3 * A$$

2. Función no lineal: En vez de promedio lineal, usar una fórmula que aumente la urgencia solo cuando ambas son altas (tipo producto):

$$U = P \cdot \sqrt{A}$$

INSTRUCCIONES FINALES

- 1.Verifique que las imágenes cargadas sean de buena calidad (enfoque, contraste, campo visual completo).
- 2.Use la aplicación como herramienta de apoyo, no como reemplazo de diagnóstico.
- 3.Guarde periódicamente los resultados para su análisis posterior.
- 4.Ante cualquier error, reinicie la aplicación y vuelva a cargar los datos.



CONTACTO

Si desea más información sobre el sistema o realizar consultas técnicas, puede comunicarse a través de los siguientes medios:

- **Correo electrónico:**
joaquinrodriguez.dev@gmail.com
- **Linkedin:** [joaquinrodriguez-dev](https://www.linkedin.com/in/joaquinrodriguez-dev/)
- **Repositorio del proyecto:** [app_det_glaucoma](https://github.com/joaquinrodriguez-dev/app_det_glaucoma)

Notas importantes

Este software tiene fines educativos y de investigación.
No reemplaza el diagnóstico de un especialista médico.