

# Laboratorio2

February 3, 2026

## 1 Laboratorio 2

Ignacio Mendez (22613) y Diego Soto (22737)

Link al repositorio de GitHub: <https://github.com/ignaciomendeza/VPC-LAB2.git>

Carga de librerías

```
[1]: import numpy as np
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
```

### 1.1 Task 1

Carga de imagen periodic noise

```
[2]: imagen_periodic = cv2.imread("periodic_noise.jpg", cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
```

Calculo de transformada de fourier discreta y shift en 0

```
[3]: imagen_f = imagen_periodic.astype(np.float32)

transformada_fourier = np.fft.fft2(imagen_f)

fourier_shift = np.fft.fftshift(transformada_fourier)
```

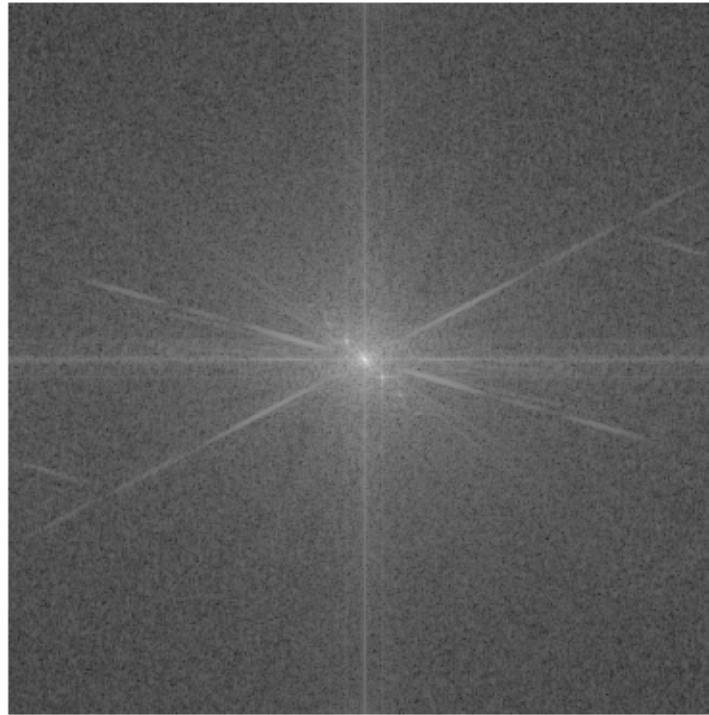
Calculo de versión logarítmica y gráfica

```
[4]: magnitud = np.abs(fourier_shift)

logaritmica = np.log(1+magnitud)
```

```
[5]: plt.imshow(logaritmica, cmap='gray')
plt.title("Espectro de Magnitud (Log)")
plt.axis('off')
plt.show()
```

## Espectro de Magnitud (Log)



```
[6]: # Funcion de mascara con lineas simetricas
def notch_lines_mask(shape, angles_deg, half_width=5, r_protect=12):

    H, W = shape
    cy, cx = H // 2, W // 2

    Y, X = np.ogrid[:H, :W]
    y = Y - cy
    x = X - cx

    # máscara inicial
    mask = np.ones((H, W), dtype=np.float32)

    r2 = x*x + y*y
    protect = r2 <= (r_protect * r_protect)

    for ang in angles_deg:
        theta = np.deg2rad(ang)

        dist = np.abs(x*np.sin(theta) - y*np.cos(theta))

        band = dist <= half_width
```

```

mask[band & (~protect)] = 0.0

mask[protect] = 1.0
return mask

```

```

[7]: mask = notch_lines_mask(imagen_periodic.shape, angles_deg=[17, -28],
    ↪ half_width=0, r_protect=12)
F_filt = fourier_shift * mask

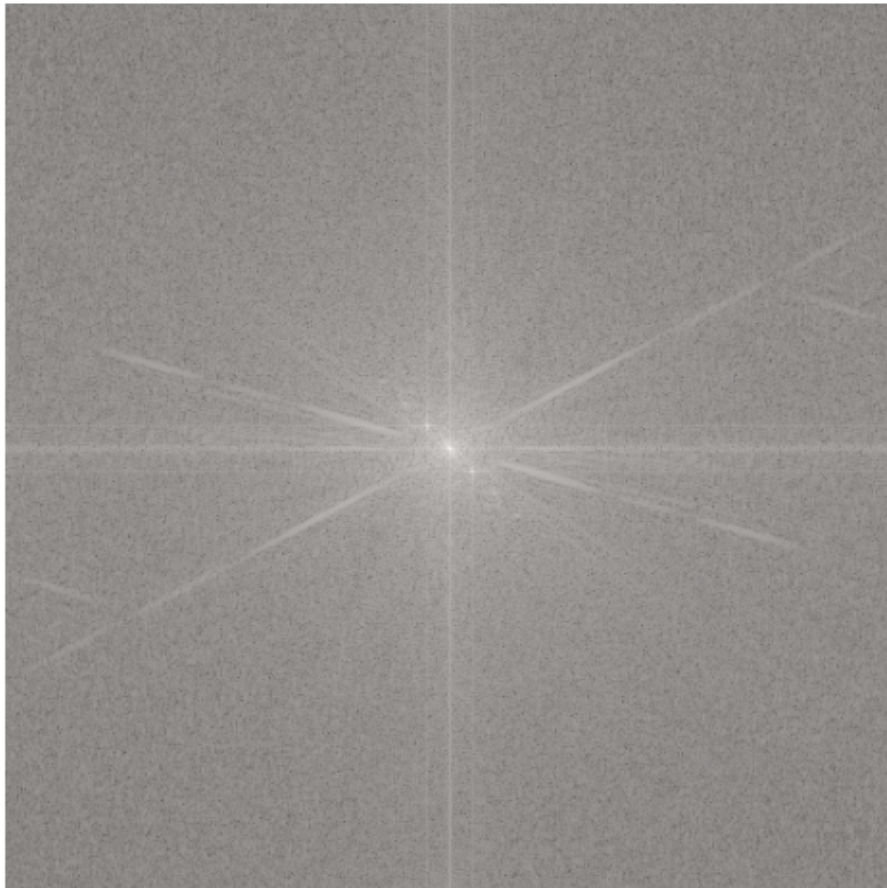
```

```

[8]: # Imagen del espectro con mascara
plt.figure(figsize=(6,6))
plt.imshow(logaritmica, cmap='gray')
plt.imshow(mask, cmap='Reds', alpha=0.35)
plt.title("Espectro (log) + Máscara (overlay)")
plt.axis('off')
plt.show()

```

Espectro (log) + Máscara (overlay)



```
[9]: # Función de mascara para puntos especificos
def add_circular_notches(mask, centers, radius=4):

    H, W = mask.shape
    Y, X = np.ogrid[:H, :W]

    for (cy, cx) in centers:
        circle = (Y - cy)**2 + (X - cx)**2 <= radius**2
        mask[circle] = 0.0

    return mask
```

```
[10]: # Colocación de puntos especificos
H, W = imagen_periodic.shape
cy, cx = H // 2, W // 2

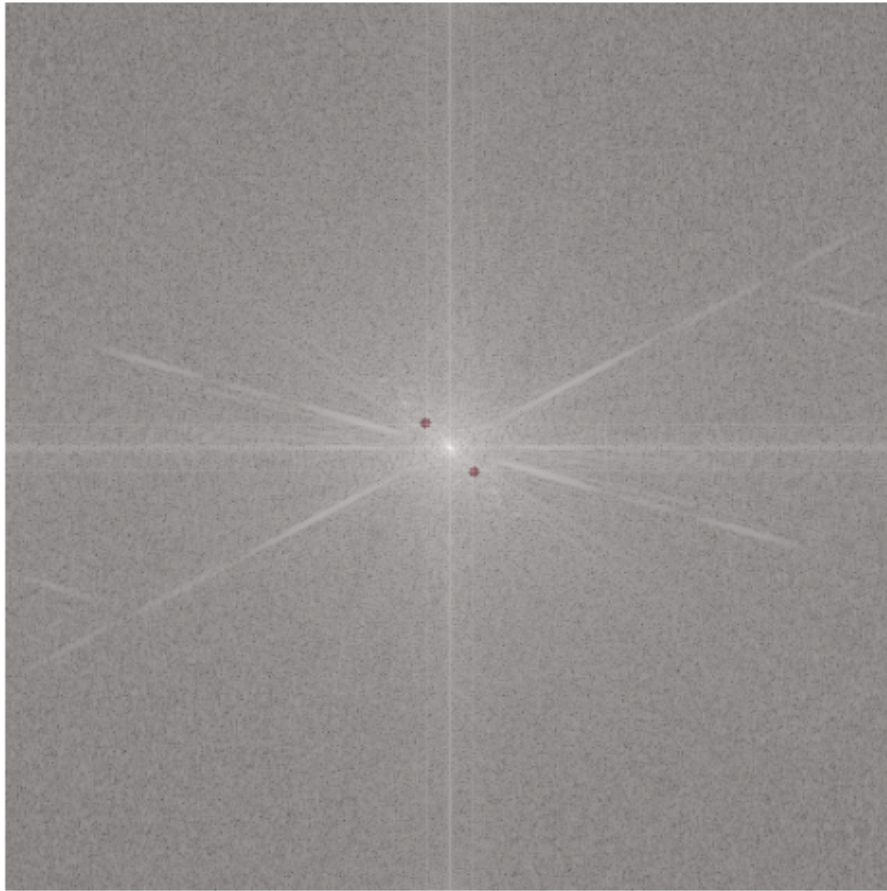
extra_peaks = [
    (cy - 14, cx - 14),
    (cy + 14, cx + 14),
]

mask = add_circular_notches(mask, extra_peaks, radius=3)
```

```
[11]: # Representación de puntos agregados en mascara
blocked = 1 - mask

plt.figure(figsize=(6,6))
plt.imshow(logaritmica, cmap='gray')
plt.imshow(blocked, cmap='Reds', alpha=0.35)
plt.title("Espectro + bandas + notches circulares")
plt.axis('off')
plt.show()
```

### Espectro + bandas + notches circulares



Resultados obtenidos

```
[12]: # Filtrar en frecuencia
F_filt = fourier_shift * mask

# Deshacer el shift y aplicar la inversa
F_ishift = np.fft.ifftshift(F_filt)
img_back = np.fft.ifft2(F_ishift)
img_back = np.real(img_back)

# Normalizar y convertir a uint8
img_out = cv2.normalize(img_back, None, 0, 255, cv2.NORM_MINMAX)
img_out = img_out.astype(np.uint8)

# Comparación
plt.figure(figsize=(10,4))
```

```
plt.subplot(1,2,1)
plt.imshow(imagen_periodic, cmap='gray')
plt.title("Original")
plt.axis('off')

plt.subplot(1,2,2)
plt.imshow(img_out, cmap='gray')
plt.title("Filtrada (Notch + IDFT)")
plt.axis('off')

plt.show()
```



### 1.1.1 ¿Por qué un filtro de promedio $5 \times 5$ en el dominio espacial es una mala solución?

Un filtro promedio de  $5 \times 5$  no sería una buena solución debido a que este es muy bueno para borrar o corregir ruido tipo sal o pimienta. En este caso como estamos trabajando con un ruido periódico y direccional el filtro promedio al corregir este ruido borraría detalles importantes de la imagen. Debido a que está usando el promedio de los vecinos y no sabe como tratar ruidos en frecuencias específicas como un filtro notch.

## 1.2 Task 2

Cargue la imagen fingerprint\_noisy.png. Asegúrese de que sea binaria.

```
[14]: imagen_fingerprint = cv2.imread("fingerprint_noisy.png", cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
_, imagen_binaria = cv2.threshold(imagen_fingerprint, 127, 255, cv2.
    THRESH_BINARY)
```

Aplique una operación morfológica para eliminar el ruido blanco sin destruir las crestas de la huella. (Seleccione entre Erosión, Dilatación, Apertura o Cierre).



```
[ ]: # Se seleccionó Apertura para eliminar ruido
kernel_open = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (3, 3))
imagen_sin_ruido = cv2.morphologyEx(imagen_binaria, cv2.MORPH_OPEN, kernel_open)
```

Aplique una segunda operación secuencial para conectar las grietas en las crestas de la huella.

```
[ ]: # Se seleccionó Cierre para conectar crestas
kernel_close = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (3, 3))
imagen_final = cv2.morphologyEx(imagen_sin_ruido, cv2.MORPH_CLOSE, kernel_close)
```

Muestre la imagen original, la imagen tras el paso 2, y la imagen final.

```
[19]: plt.figure(figsize=(12,4))

plt.subplot(1,3,1)
plt.imshow(imagen_binaria, cmap="gray")
plt.title("Imagen original (binaria)")
plt.axis("off")

plt.subplot(1,3,2)
plt.imshow(imagen_sin_ruido, cmap="gray")
plt.title("Después de Apertura (sin ruido)")
plt.axis("off")

plt.subplot(1,3,3)
plt.imshow(imagen_final, cmap="gray")
plt.title("Imagen final (crestas continuas)")
plt.axis("off")

plt.tight_layout()
plt.show()
```



¿El orden de los factores altera el producto? Explique qué hubiera pasado si hubiera aplicado las operaciones en orden inverso y demuéstrela con un ejemplo visual en el

**notebook.** Sí, el orden de las operaciones morfológicas altera el resultado. Cuando aplicamos el cierre antes de la apertura, esto provoca que el ruido blanco se expanda y se integre a las crestas, dificultando su eliminación y disminuyendo la calidad de la huella.

```
[21]: imagen_cierre = cv2.morphologyEx(imagen_binaria, cv2.MORPH_CLOSE, kernel_close)
      imagen_final2 = cv2.morphologyEx(imagen_cierre, cv2.MORPH_OPEN, kernel_open)

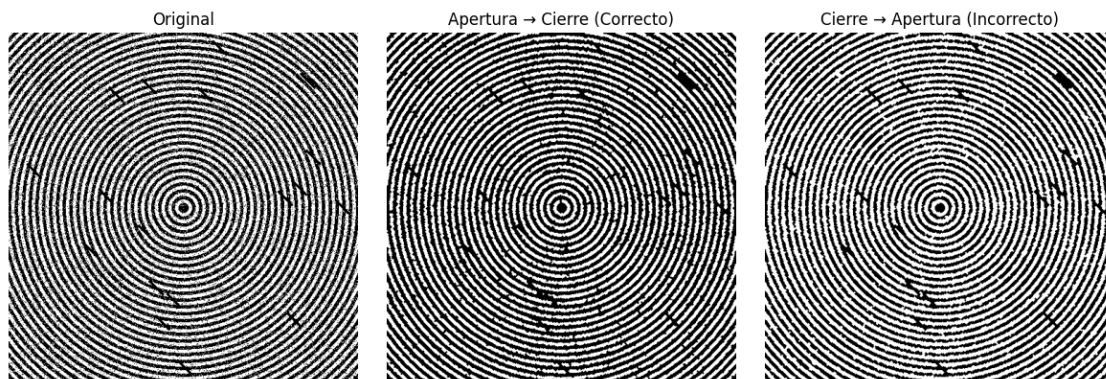
      plt.figure(figsize=(12,4))

      plt.subplot(1,3,1)
      plt.imshow(imagen_binaria, cmap="gray")
      plt.title("Original")
      plt.axis("off")

      plt.subplot(1,3,2)
      plt.imshow(imagen_final, cmap="gray")
      plt.title("Apertura → Cierre (Correcto)")
      plt.axis("off")

      plt.subplot(1,3,3)
      plt.imshow(imagen_final2, cmap="gray")
      plt.title("Cierre → Apertura (Incorrecto)")
      plt.axis("off")

      plt.tight_layout()
      plt.show()
```



### 1.3 Task 3

Carga de imagen

```
[ ]: imagen_textile = cv2.imread("textile_defect.jpg", cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
```

Cálculo de transformada y shift



```
[ ]: imagen_t = imagen_textile.astype(np.float32)

transformada_fourier_t = np.fft.fft2(imagen_t)

fourier_shift_t = np.fft.fftshift(transformada_fourier_t)
```

Cálculo de valor logarítmica

```
[ ]: magnitud_t = np.abs(fourier_shift_t)

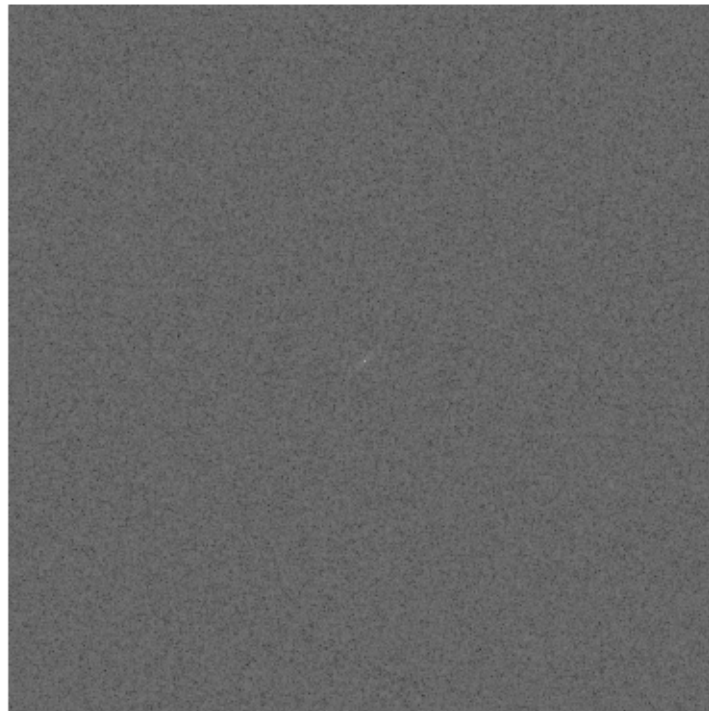
logaritmica_t = np.log(1+magnitud_t)
```

Visualización de espectro

```
[ ]: log_view = cv2.normalize(logaritmica_t, None, 0, 255, cv2.NORM_MINMAX)
plt.imshow(log_view, cmap='gray')

plt.imshow(logaritmica_t, cmap='gray')
plt.title("Espectro de Magnitud (Log)")
plt.axis('off')
plt.show()
```

Espectro de Magnitud (Log)



Creación de máscara Low-pass

```
[ ]: H, W = imagen_t.shape
      cy, cx = H // 2, W // 2

      Y, X = np.ogrid[:H, :W]
      dist = np.sqrt((Y - cy)**2 + (X - cx)**2)

      R = 55

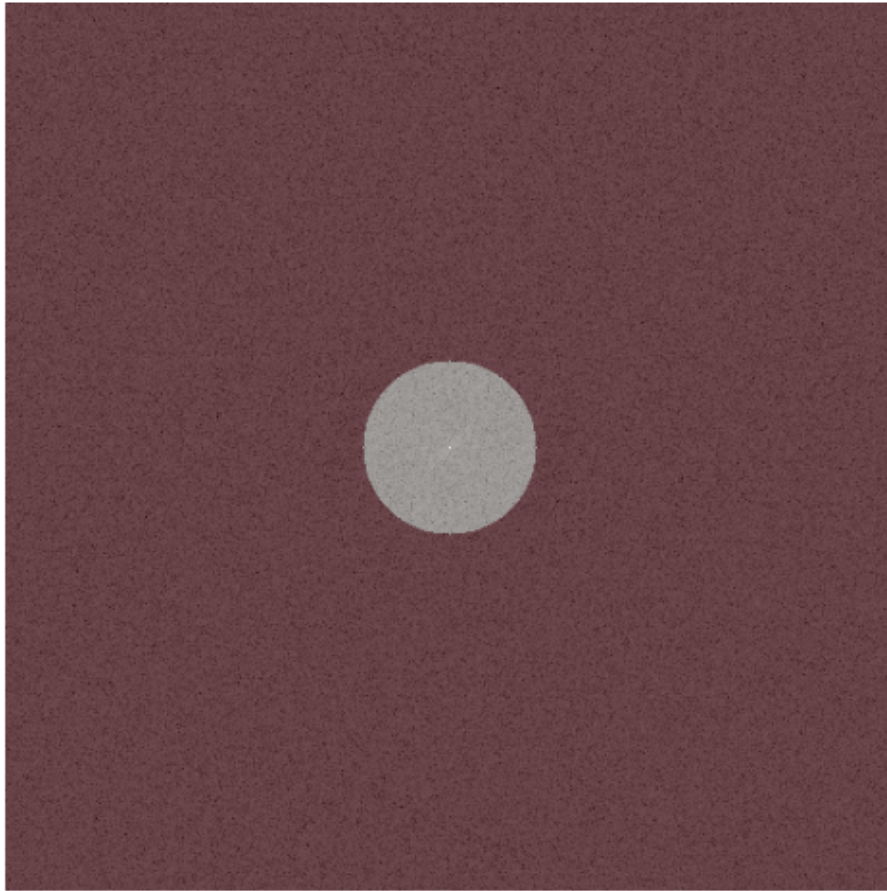
      mask_lp = dist <= R
      mask_lp = mask_lp.astype(np.float32)
```

Visualización de máscara aplicada Low-pass

```
[ ]: blocked = 1 - mask_lp

      plt.figure(figsize=(6,6))
      plt.imshow(logaritmica_t, cmap='gray')
      plt.imshow(blocked, cmap='Reds', alpha=0.35)
      plt.title("Espectro + Low-pass mask")
      plt.axis('off')
      plt.show()
```

Espectro + Low-pass mask



Regreso de la máscara Low-pass

```
[ ]: F_filt = fourier_shift_t * mask_lp

F_ishift = np.fft.ifftshift(F_filt)
img_smooth = np.fft.ifft2(F_ishift)
img_smooth = np.real(img_smooth)

img_smooth_u8 = cv2.normalize(img_smooth, None, 0, 255, cv2.NORM_MINMAX)
img_smooth_u8 = img_smooth_u8.astype(np.uint8)
```

Visualización de imagen suavizada

```
[ ]: plt.figure(figsize=(10,4))

plt.subplot(1,2,1)
plt.imshow(imagen_textile, cmap='gray')
plt.title("Original")
```

```
plt.axis('off')

plt.subplot(1,2,2)
plt.imshow(img_smooth_u8, cmap='gray')
plt.title("Suavizada (Low-pass + IFFT)")
plt.axis('off')

plt.show()
```



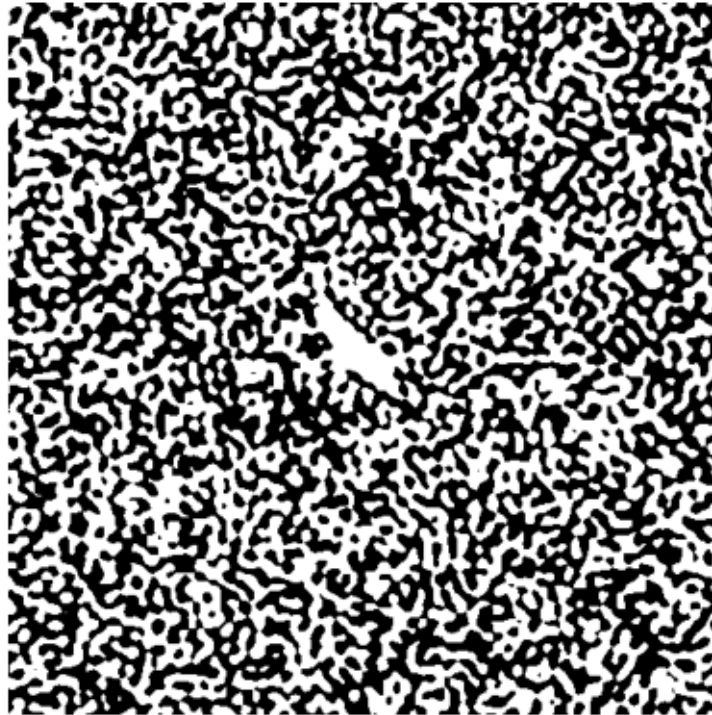
Aplicación de threshold

```
[ ]: _, mask_thresh = cv2.threshold(
    img_smooth_u8,
    0, 255,
    cv2.THRESH_BINARY + cv2.THRESH_OTSU
)
```

Visualización de máscara binaria

```
[ ]: plt.imshow(mask_thresh, cmap='gray')
plt.title("Máscara binaria preliminar")
plt.axis('off')
plt.show()
```

Máscara binaria preliminar



Procedimiento de opening y closing

```
[ ]: k_o = 12
      k_c = 3

      kernel_o = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (k_o, k_o))
      kernel_c = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (k_c, k_c))

      mask_open = cv2.morphologyEx(mask_thresh, cv2.MORPH_OPEN, kernel_o)

      mask_close = cv2.morphologyEx(mask_open, cv2.MORPH_CLOSE, kernel_c)

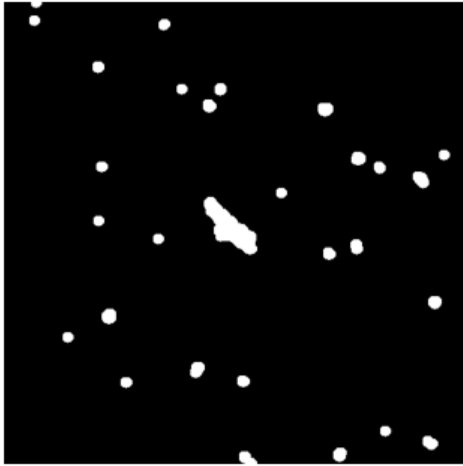
      # Visualización de opening y closing
      plt.figure(figsize=(10,4))
      plt.subplot(1,2,1)
      plt.imshow(mask_open, cmap='gray')
      plt.title("Después de Opening")
      plt.axis('off')

      plt.subplot(1,2,2)
      plt.imshow(mask_close, cmap='gray')
      plt.title("Después de Closing")
```



```
plt.axis('off')
plt.show()
```

Después de Opening



Después de Closing



Eliminación de puntos solitarios

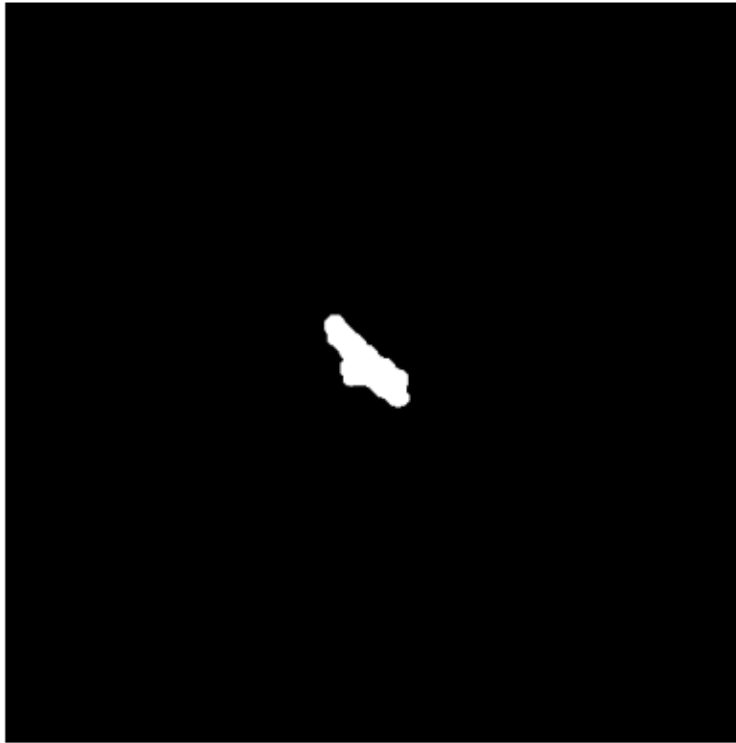
```
[ ]: num_labels, labels, stats, centroids = cv2.
      ↪connectedComponentsWithStats(mask_close, connectivity=8)

final_mask = np.zeros_like(mask_close)

if num_labels > 1:
    areas = stats[1:, cv2.CC_STAT_AREA]
    largest_label = 1 + np.argmax(areas)
    final_mask[labels == largest_label] = 255

# Visualización de rasgadura
plt.figure(figsize=(5,5))
plt.imshow(final_mask, cmap='gray')
plt.title("Máscara final (solo rasgadura)")
plt.axis('off')
plt.show()
```

Máscara final (solo rasgadura)



**¿Qué pasa si la rasgadura es muy pequeña? ¿Qué pasa si cambiamos el tipo de tela?**  
**¿Es su solución robusta o específica para esta imagen?** La solución realizada es una combinación entre supresión de textura y conservación de anomalías, se hizo de esta manera porque ambos puntos son importantes para obtener un resultado exitoso. Cuando la rasgadura es muy pequeña aunque estemos trabajando en el dominio de Fourier como la escala es muy pequeña esta se puede llegar a confundir con la textura del tejido, lo que hace que sea más complicado de detectar con éxito. Si cambiamos el tipo de tela esto va a ocasionar cambios en las frecuencias de Fourier por lo tanto es posible que haya que cambiar el radio del filtro y en los parámetros morfológicos. Debido a esto la solución no es robusta o universal, sino que depende de cada una de las texturas de la imagen porque habría que modificar los parámetros utilizados para la detección de la rasgadura.