



Tratamiento de Señales

Version 2022-I

PARTE 2

Detección de Bordos

[Capítulo 8]

Dr. José Ramón Iglesias

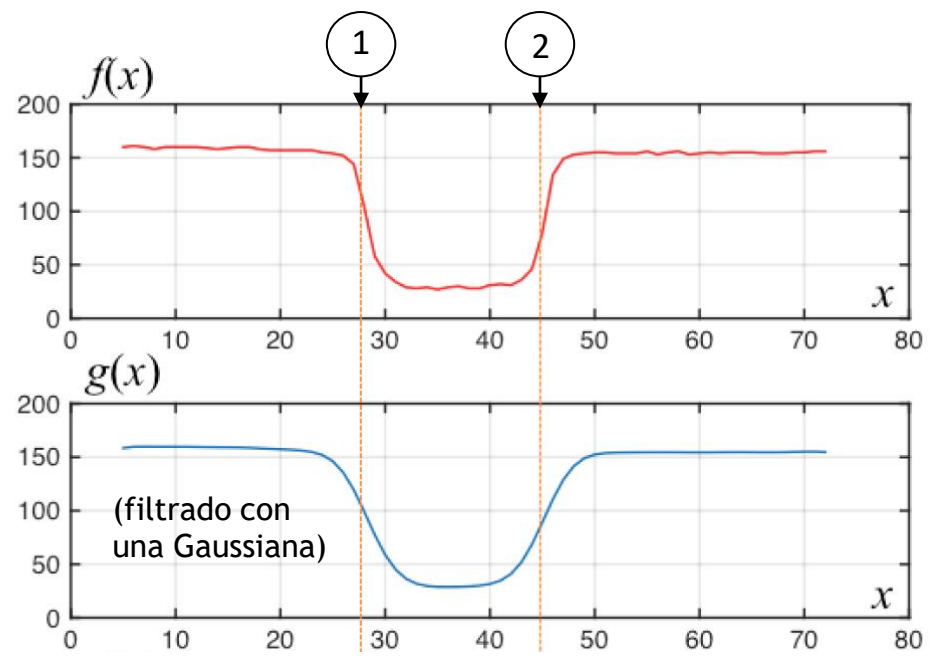
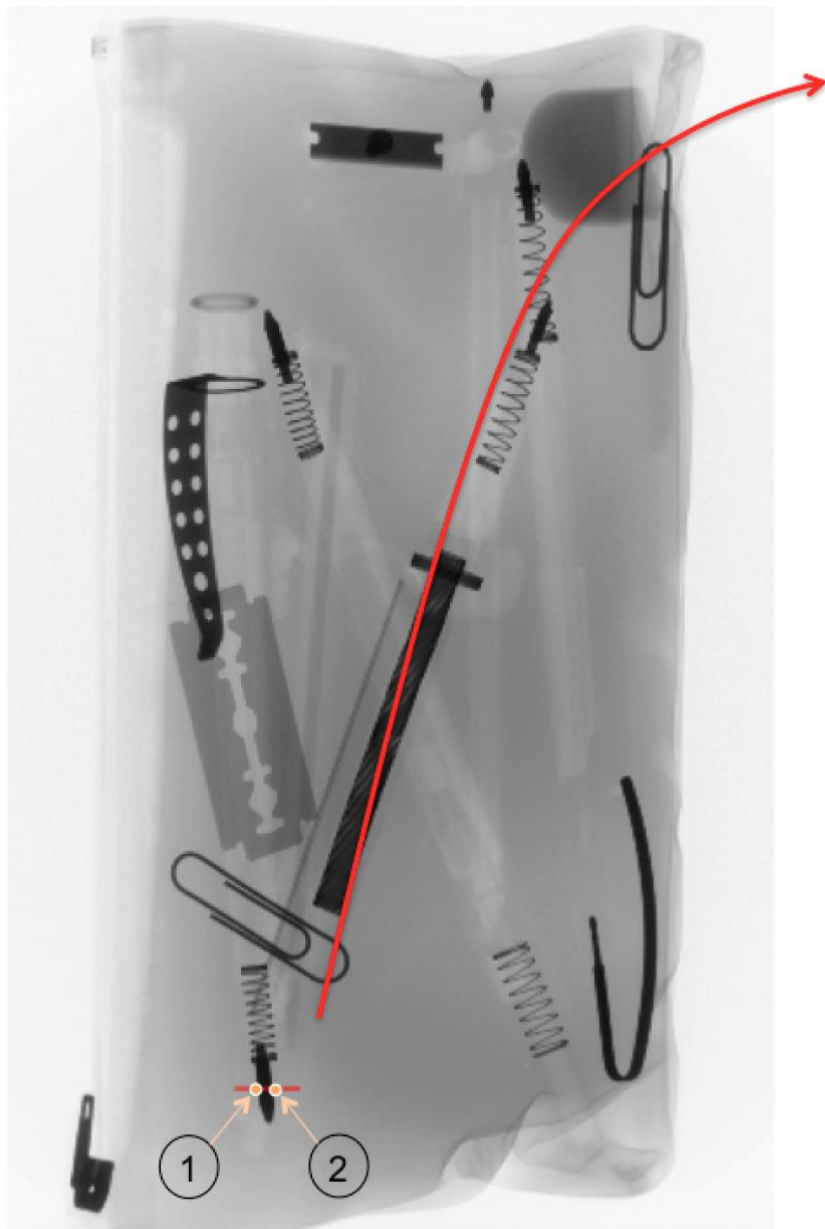
DSP-ASIC BUILDER GROUP

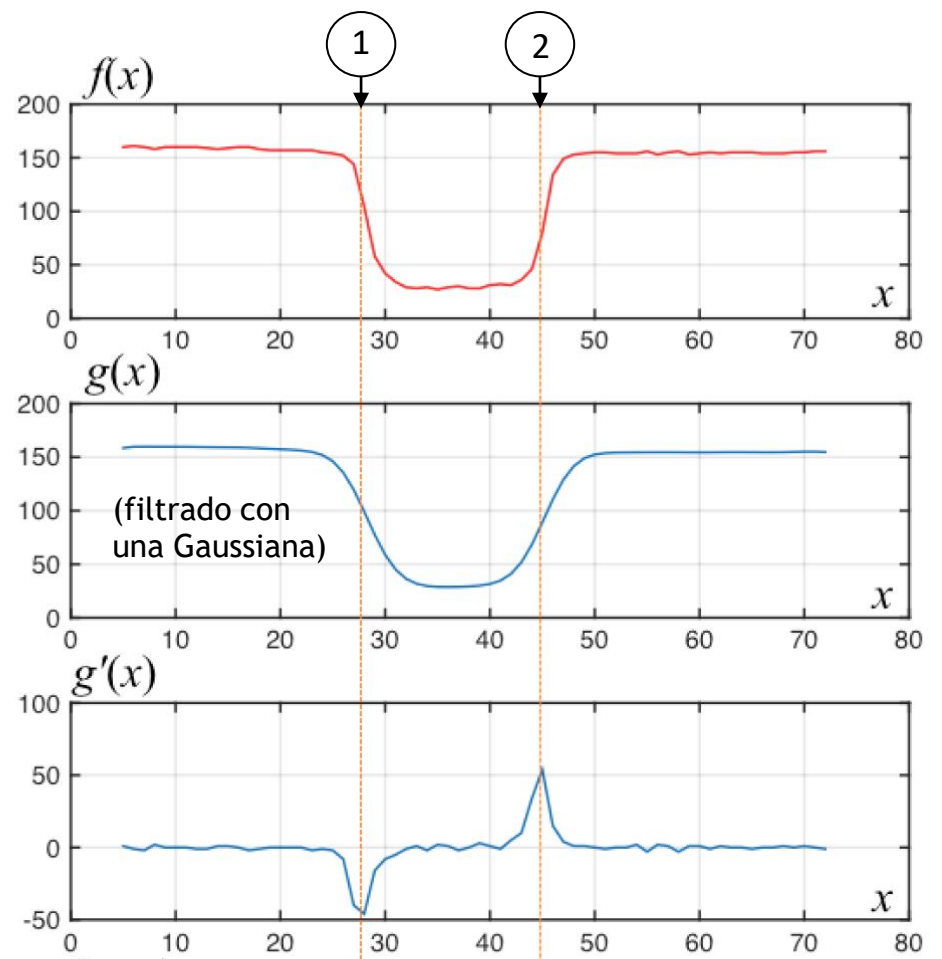
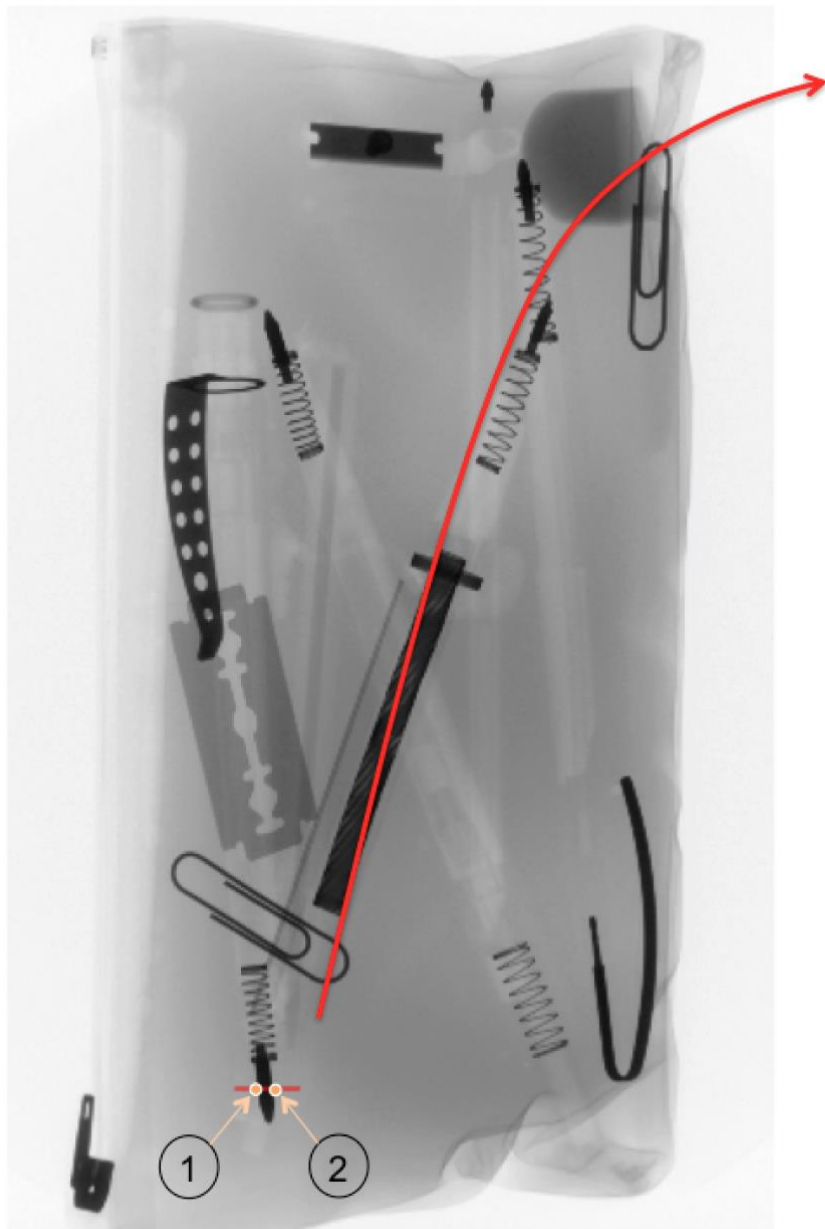
Director Semillero TRIAC

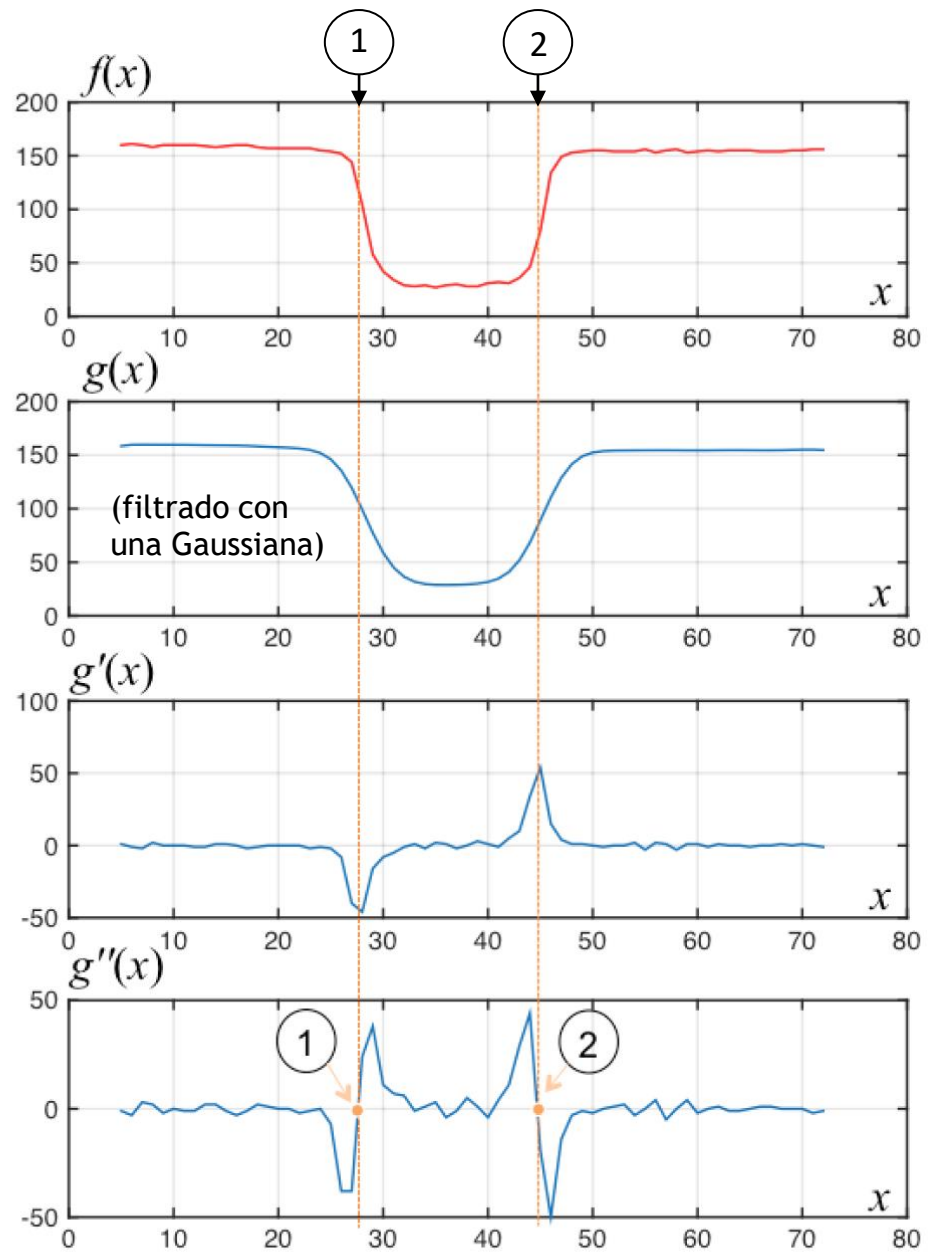
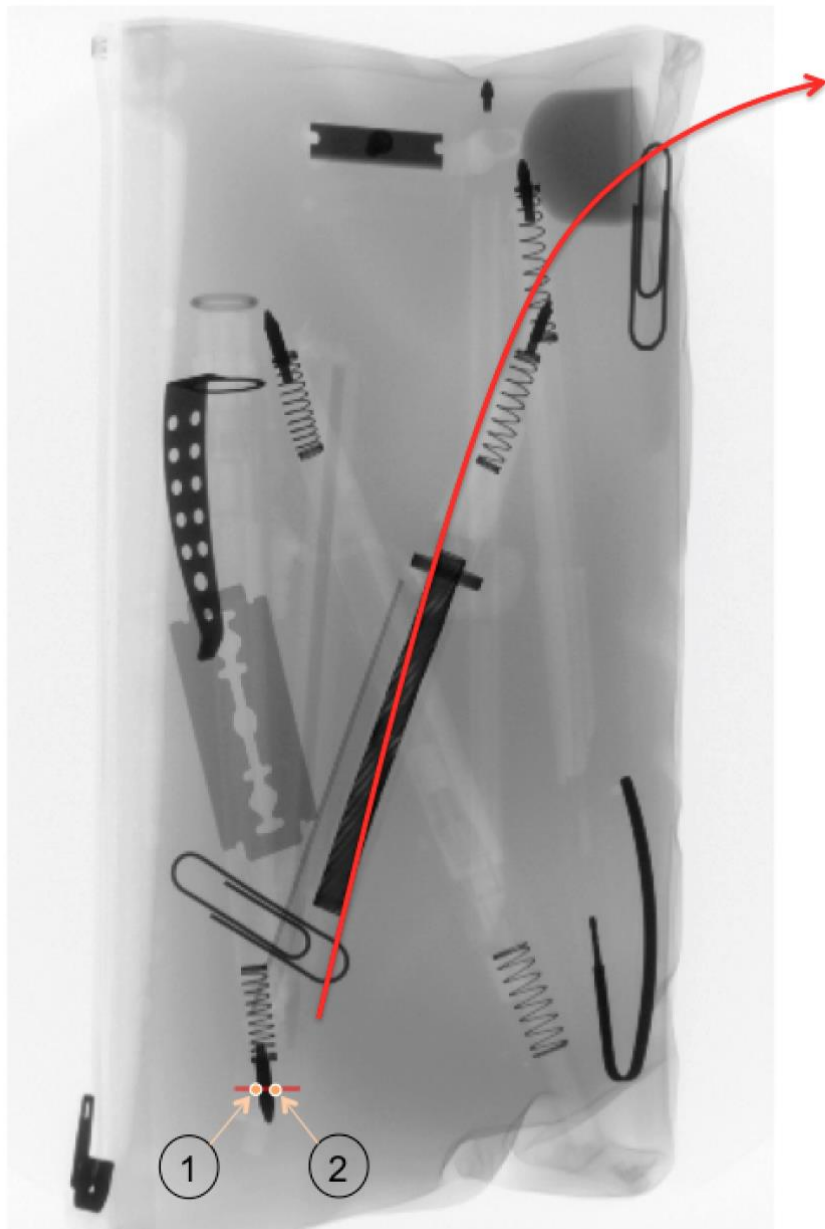
Ingeniería Electronica

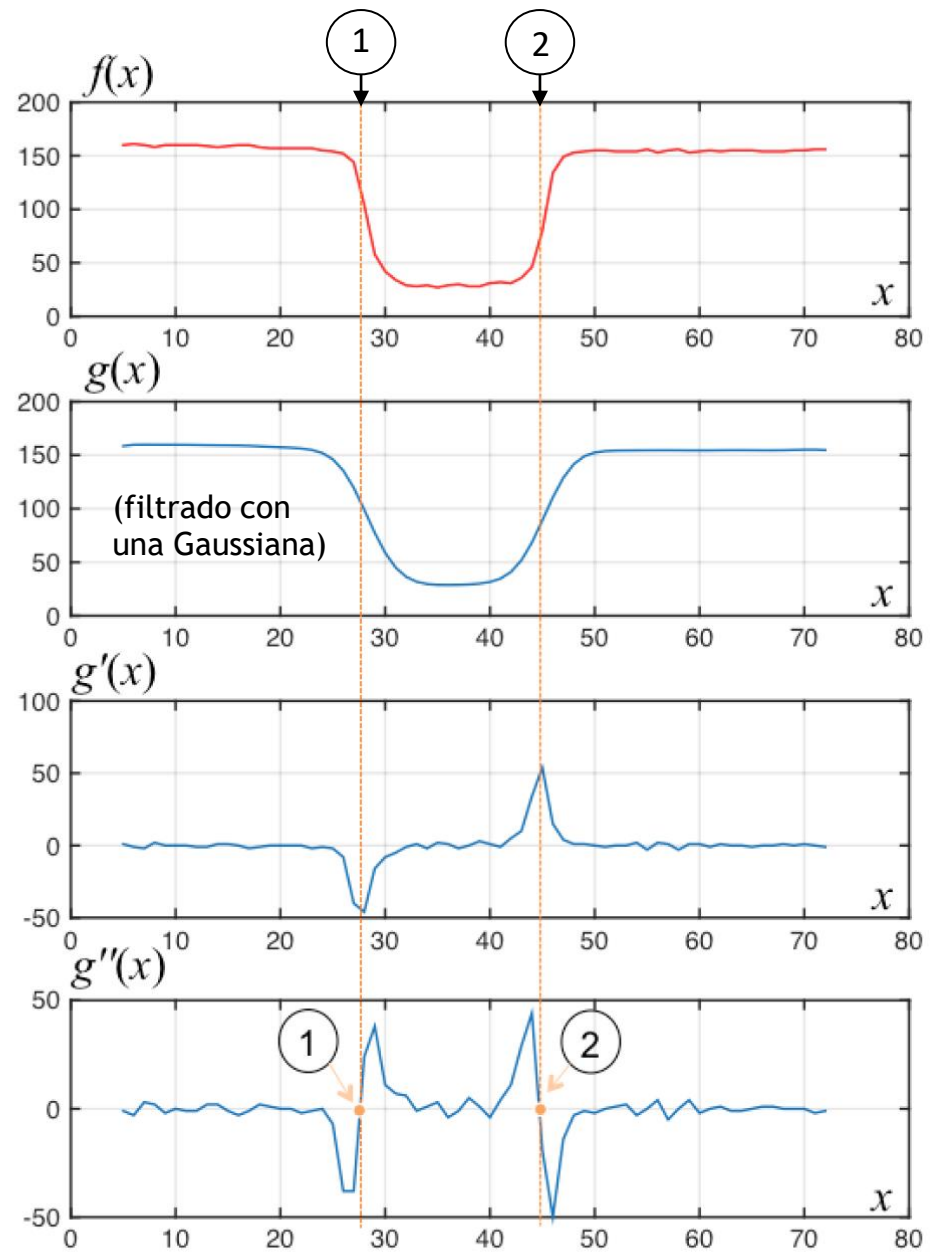
Universidad Popular del Cesar

Detector de Bordes usando
Laplacian of Gaussian (LoG)

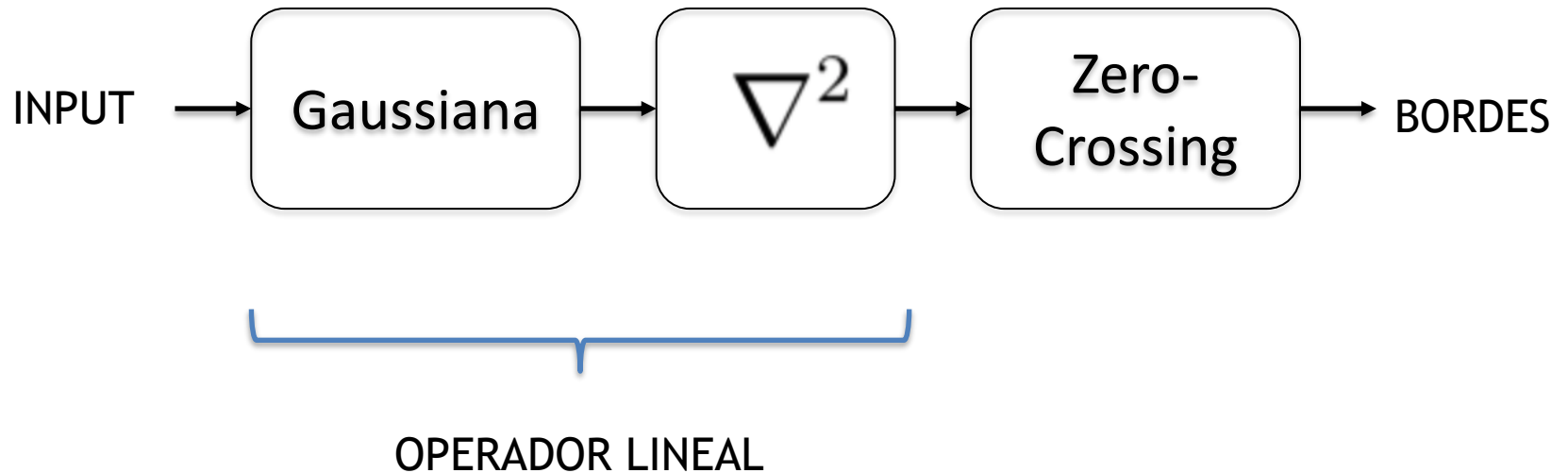




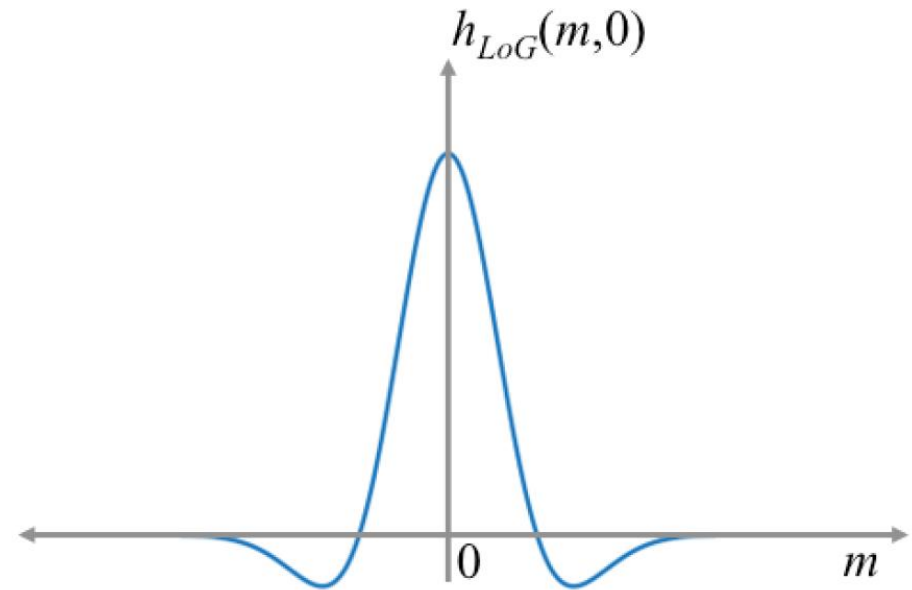
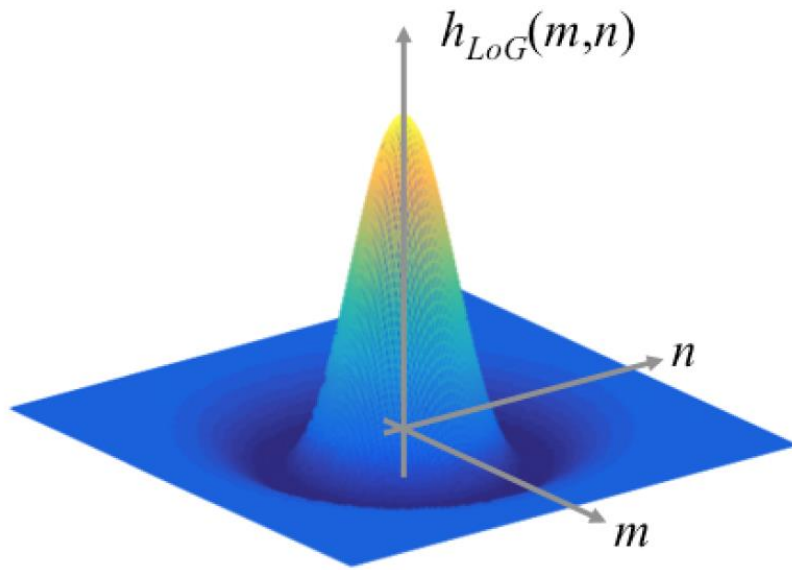




Detector de Bordes usando Laplacian of Gaussian (LoG)



Segunda derivada de la Gaussiana



$$h_{LoG}(m, n) = \frac{1}{2\pi\sigma^4} \cdot \left(2 - \frac{m^2 + n^2}{\sigma^2}\right) \cdot e^{-\frac{m^2 + n^2}{2\sigma^2}}$$

LoG

θ



INPUT



σ



log



Detector de Bordos usando Canny

Detector de Canny

Canny propone el uso de una máscara 2D para detectar bordes basándose en un método de optimización que minimiza una función objetivo que incluye los siguientes criterios:

- A) Buena detección: La detección debe corresponder al borde y no al ruido.
- B) Buena Localización: El borde detectado debe ser cercano al real.
- C) Respuesta única: Se debe detectar sólo un borde y no múltiples.

BORDE
VERDADERO



BORDE
VERDADERO



MALA
DETECTION



Criterio A) Buena detección: La detección debe corresponder al borde y no al ruido.

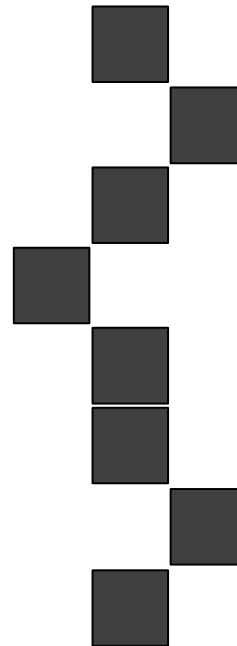
BORDE
VERDADERO



MALA
DETECTION



MALA
LOCALIZACIÓN



Criterio B) Buena Localización: El borde detectado debe ser cercano al real.

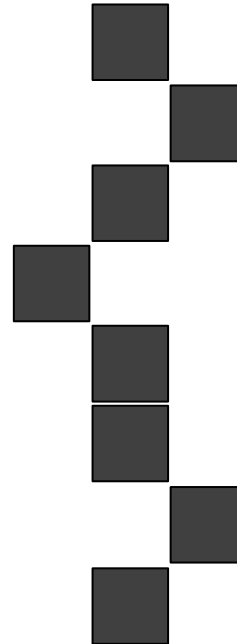
BORDE
VERDADERO



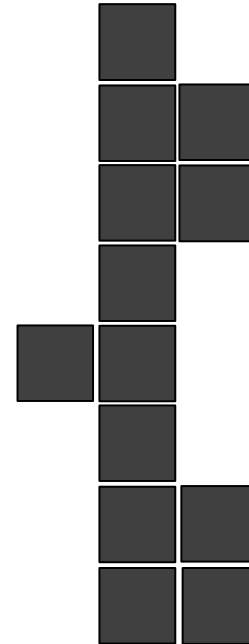
MALA
DETECTION



MALA
LOCALIZACIÓN



RESPUESTA
MÚLTIPLE



Criterio C) Respuesta única: Se debe detectar sólo un borde y no múltiples.

NO CUMPLE LOS CRITERIOS

BORDE
VERDADERO

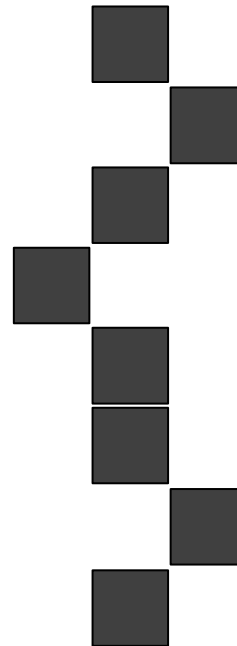


MALA
DETECTION



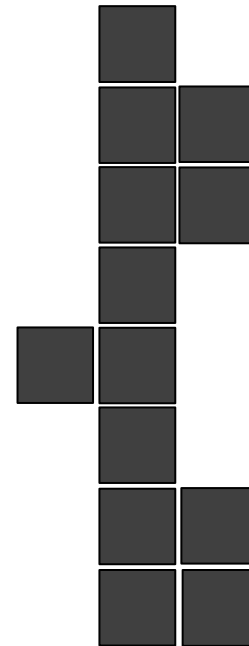
A)

MALA
LOCALIZACIÓN



B)

RESPUESTA
MÚLTIPLE



C)

Detector de Canny

La máscara óptima es muy similar a la derivada de una Gaussiana.

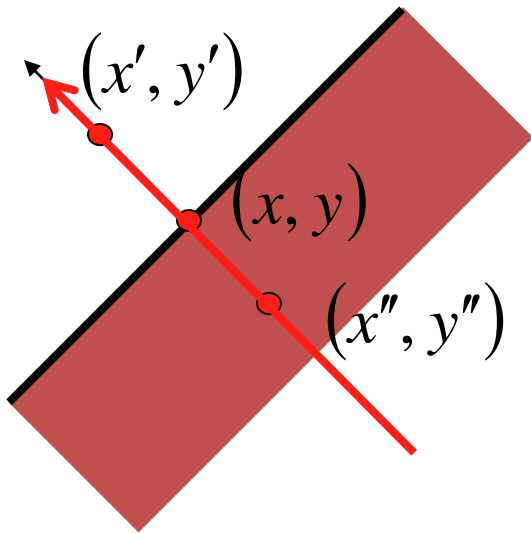
La idea es usar esta máscara para encontrar los máximos locales del gradiente de la imagen (NMS).

La implementación práctica utiliza el umbral adaptativo del gradiente (para detectar los bordes fuertes y débiles) con histéresis (los bordes débiles se detectan sólo si están conectados a los bordes fuertes)

Detector Canny - NMS

(non-maximum suppression)

- Suprime los pixeles del Gradiente que no son máximos locales



$$M(x, y) = \begin{cases} |\nabla S|(x, y) & \text{if } |\nabla S|(x, y) > |\nabla S|(x', y') \\ & \& |\nabla S|(x, y) > |\nabla S|(x'', y'') \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Detector Canny - NMS

$$|\nabla S| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$



$$|\nabla S| \geq \text{Threshold} = 25$$



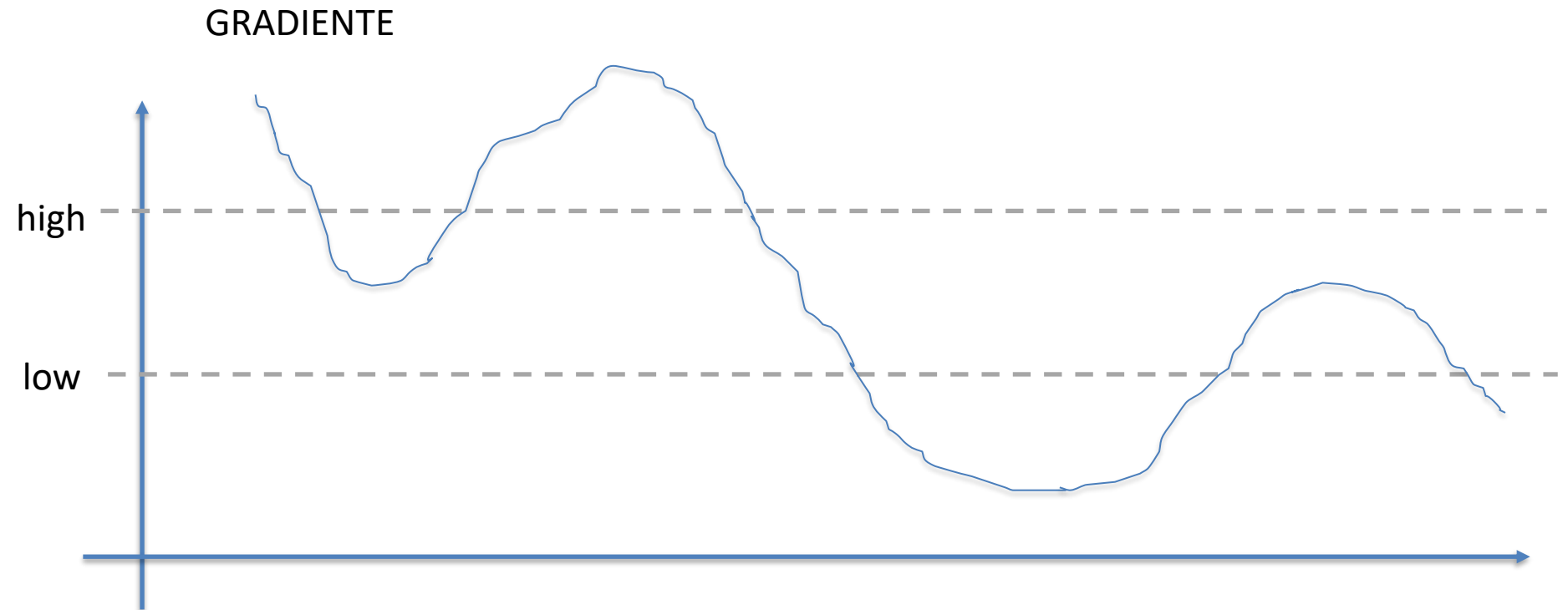
$$M$$



$$M \geq \text{Threshold} = 25$$



Detector Canny - Histéresis



Hysteresis Thresholding

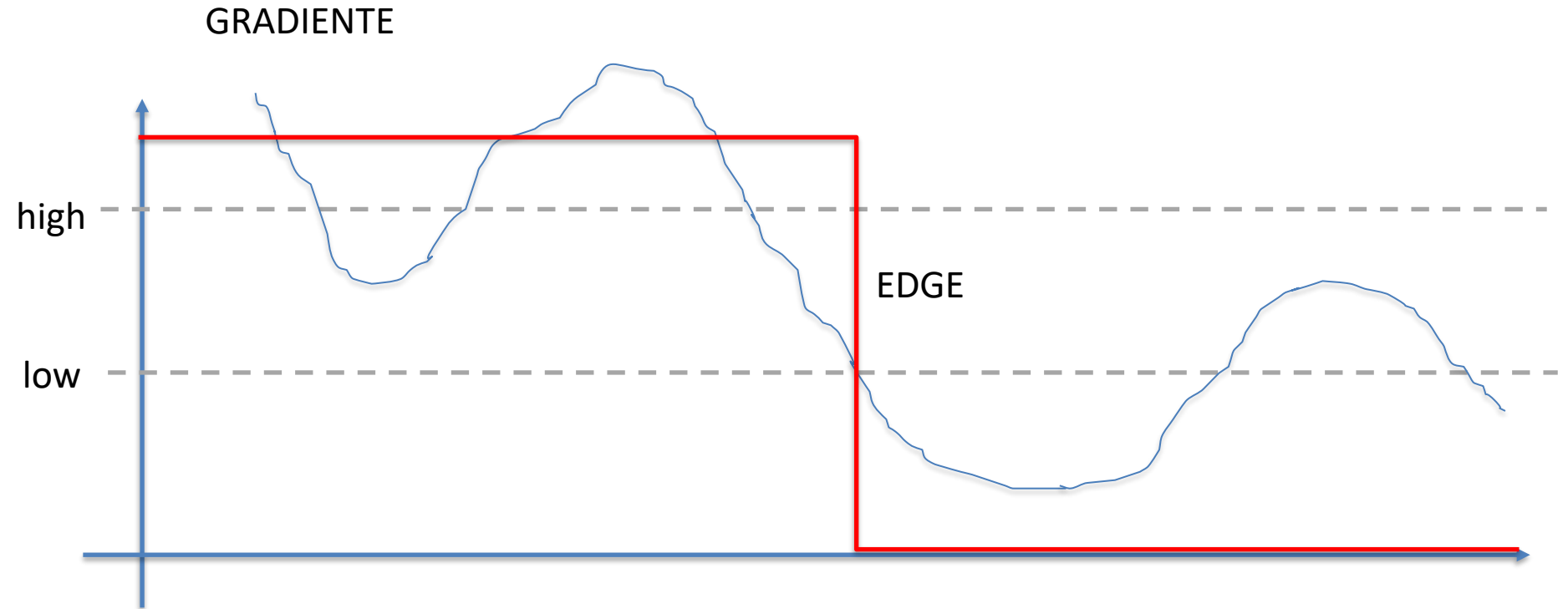
Detector Canny - Histéresis

Si el gradiente de un píxel está por encima de "Alto",
declararlo un "píxel de borde"

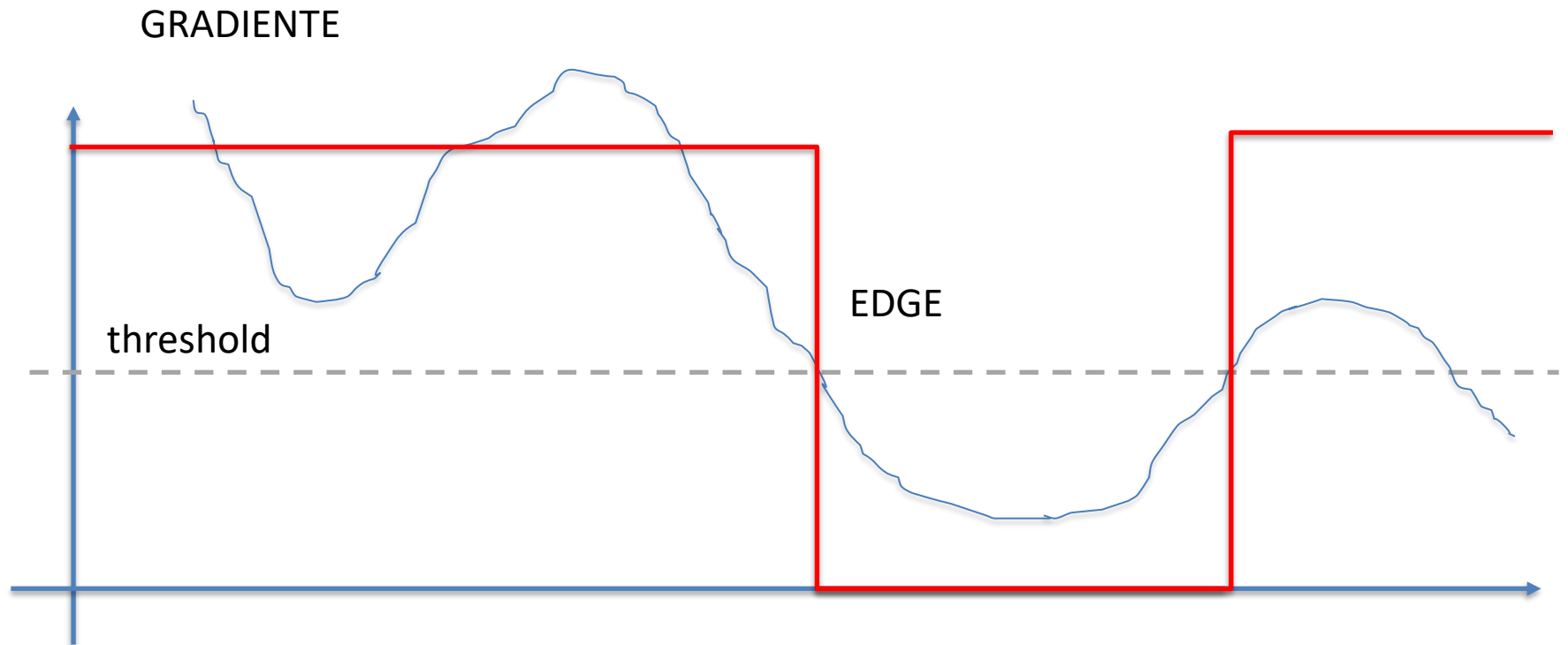
Si el gradiente de un píxel está por debajo de "Bajo",
declararlo como un "no-píxel de borde".

Si el gradiente de un píxel está entre "Bajo" y "Alto",
entonces declararlo como un "píxel de borde" si y sólo si está
conectado a un "píxel de borde" directamente o a través de
píxeles entre "Bajo" y "Alto".

Detector Canny - Histéresis



Detector Canny - Histéresis



SIN HISTÉRESIS

Canny

INPUT



θ



σ



canny



LoG

θ



INPUT



σ



log



