



Tratamiento de Señales

Version 2022-I

Operaciones Morfológicas

[Capítulo 7]

Dr. José Ramón Iglesias

DSP-ASIC BUILDER GROUP

Director Semillero TRIAC

Ingenieria Electronica

Universidad Popular del Cesar

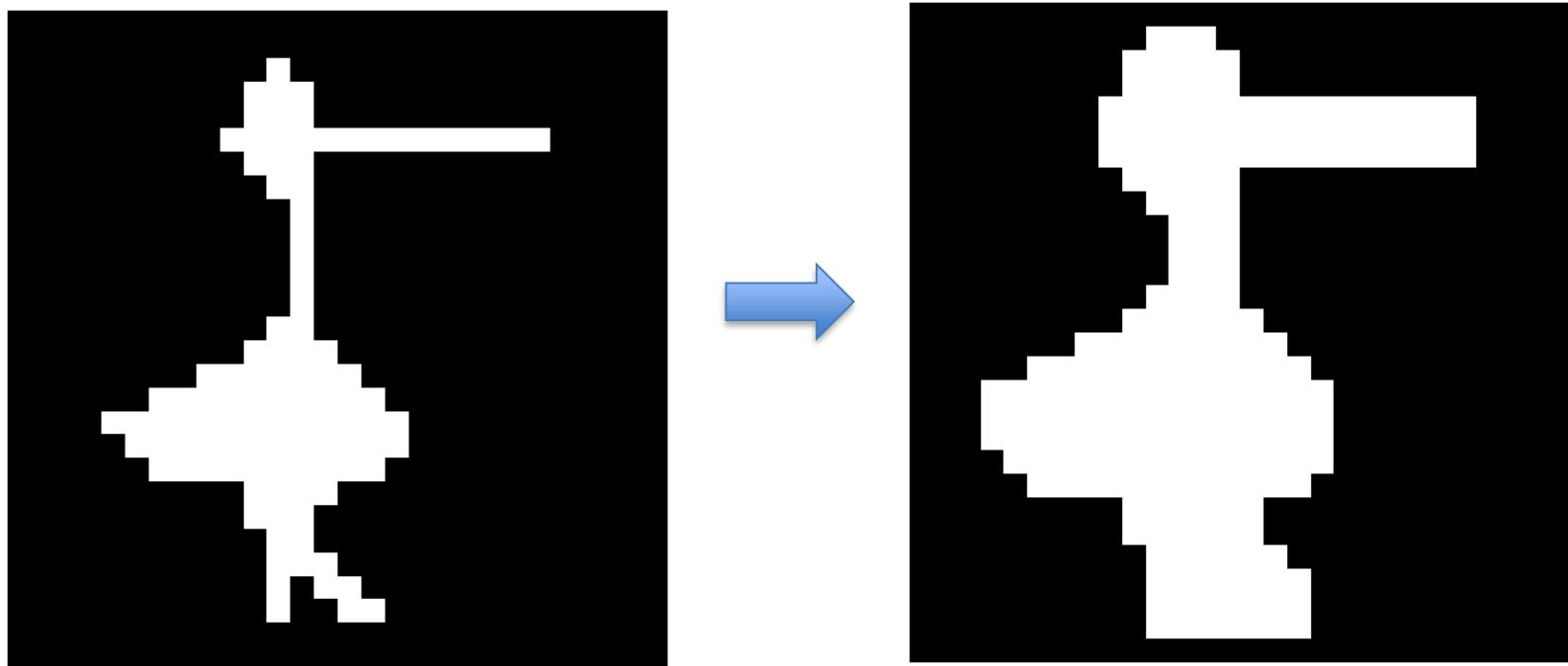
Morfología:

Se utilizan para manipular la forma de imágenes

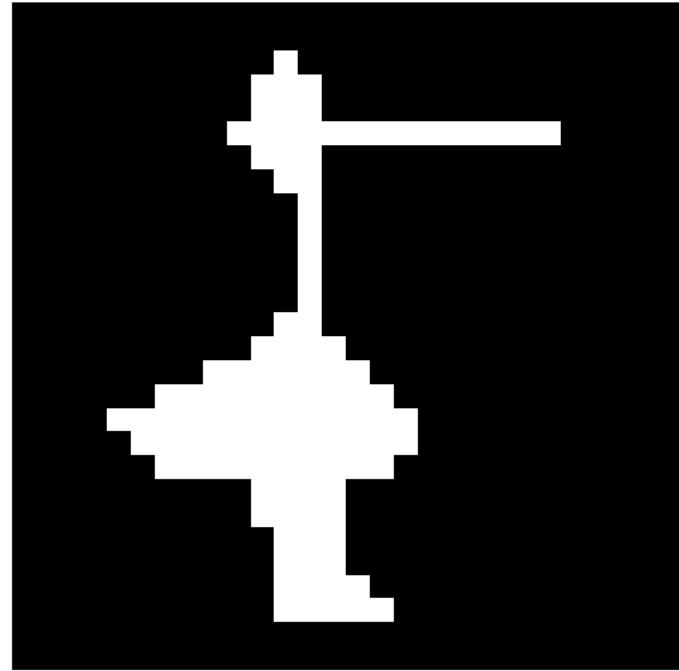
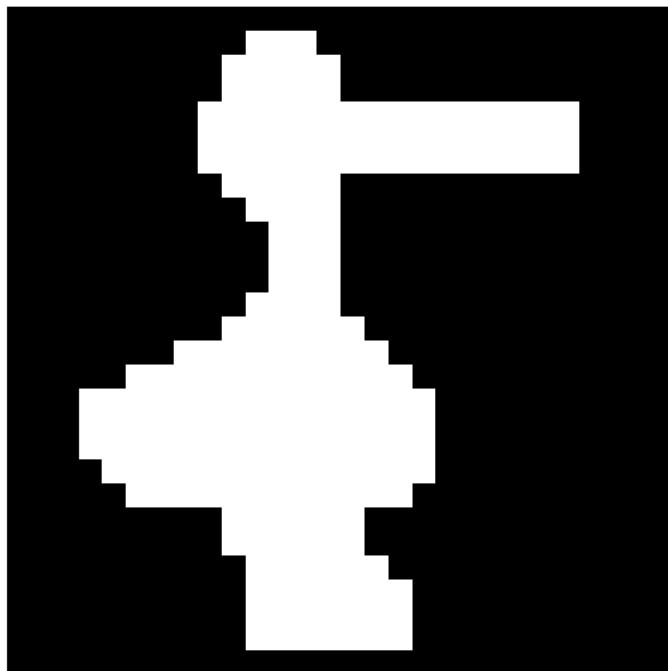
Morfología:

Se utilizan para manipular la forma de imágenes principalmente binarias, aunque muchas de sus operaciones se pueden usar en imágenes en tonos de gris.

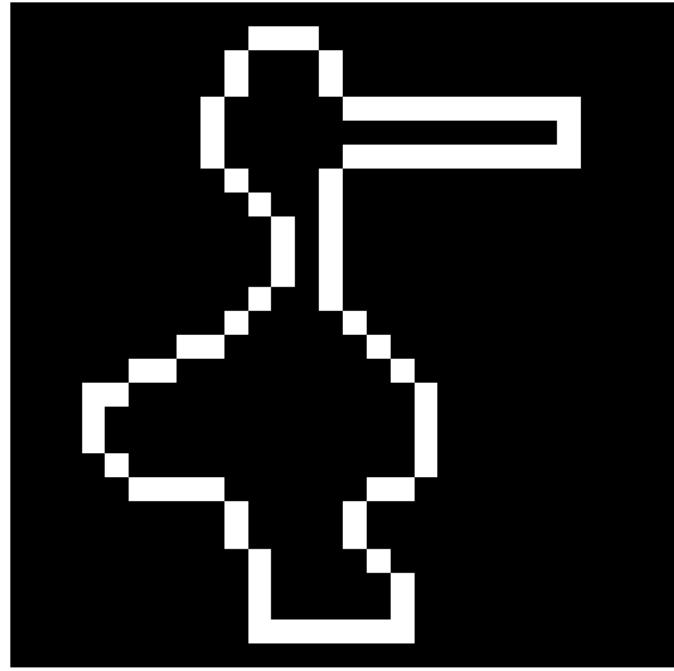
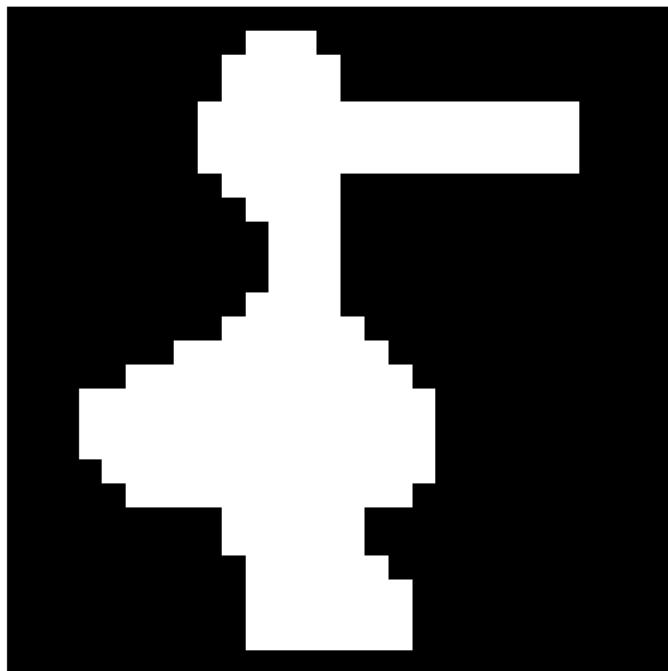
Ejemplos: Dilatación



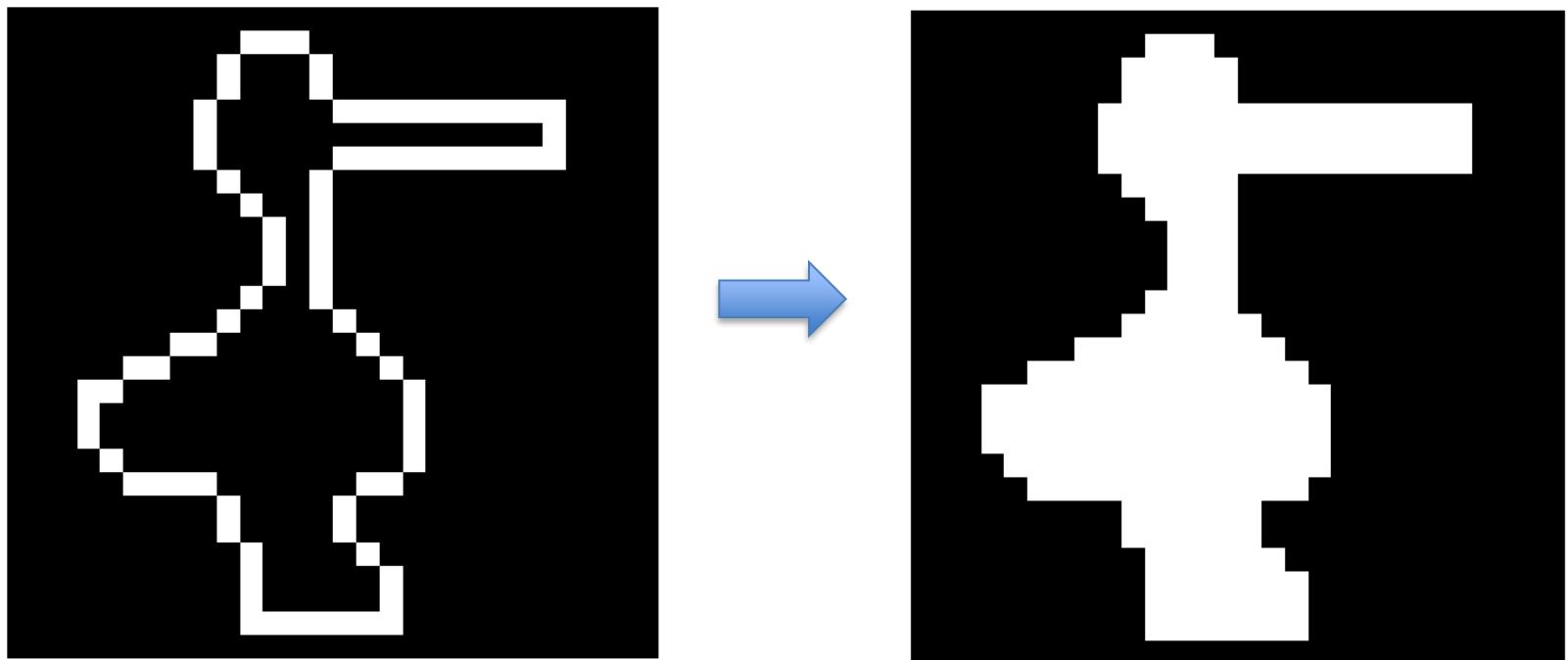
Ejemplos: Erosión



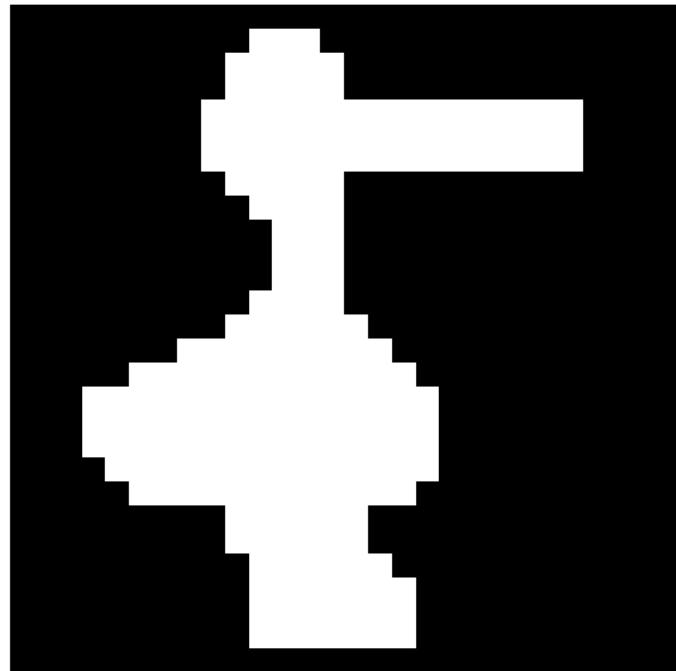
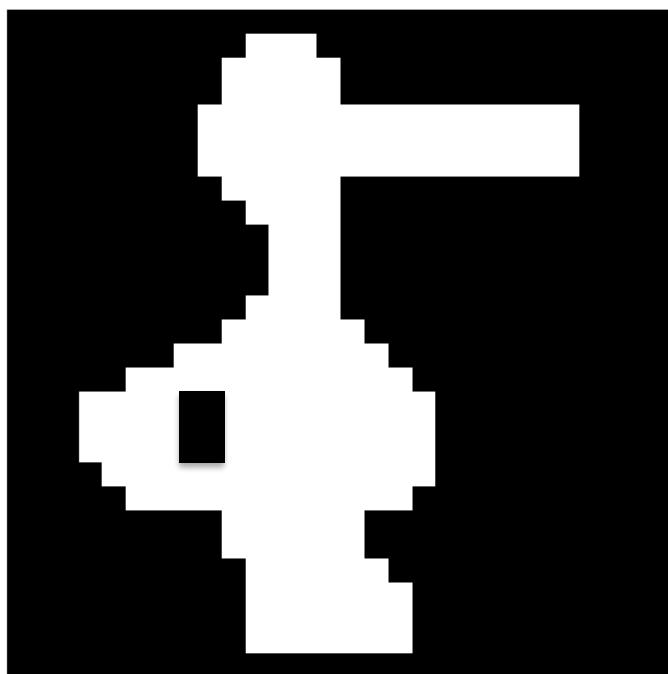
Ejemplos: Perímetro



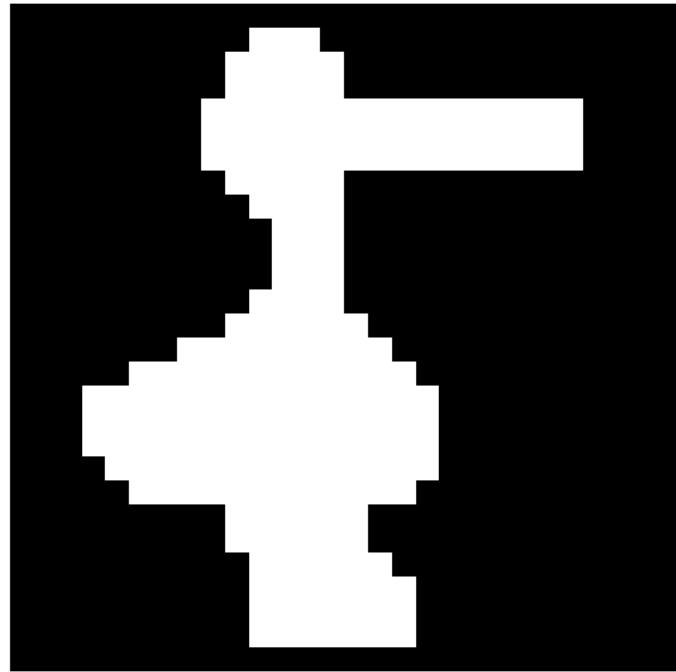
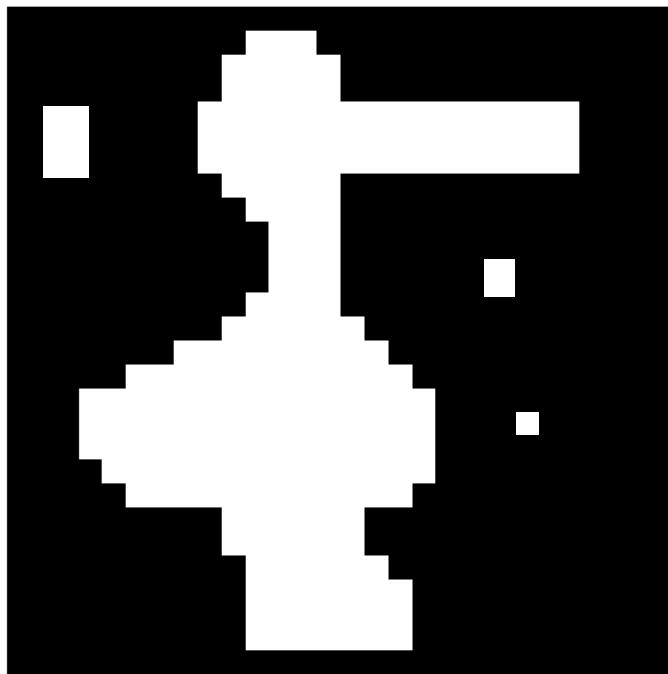
Ejemplos: Relleno



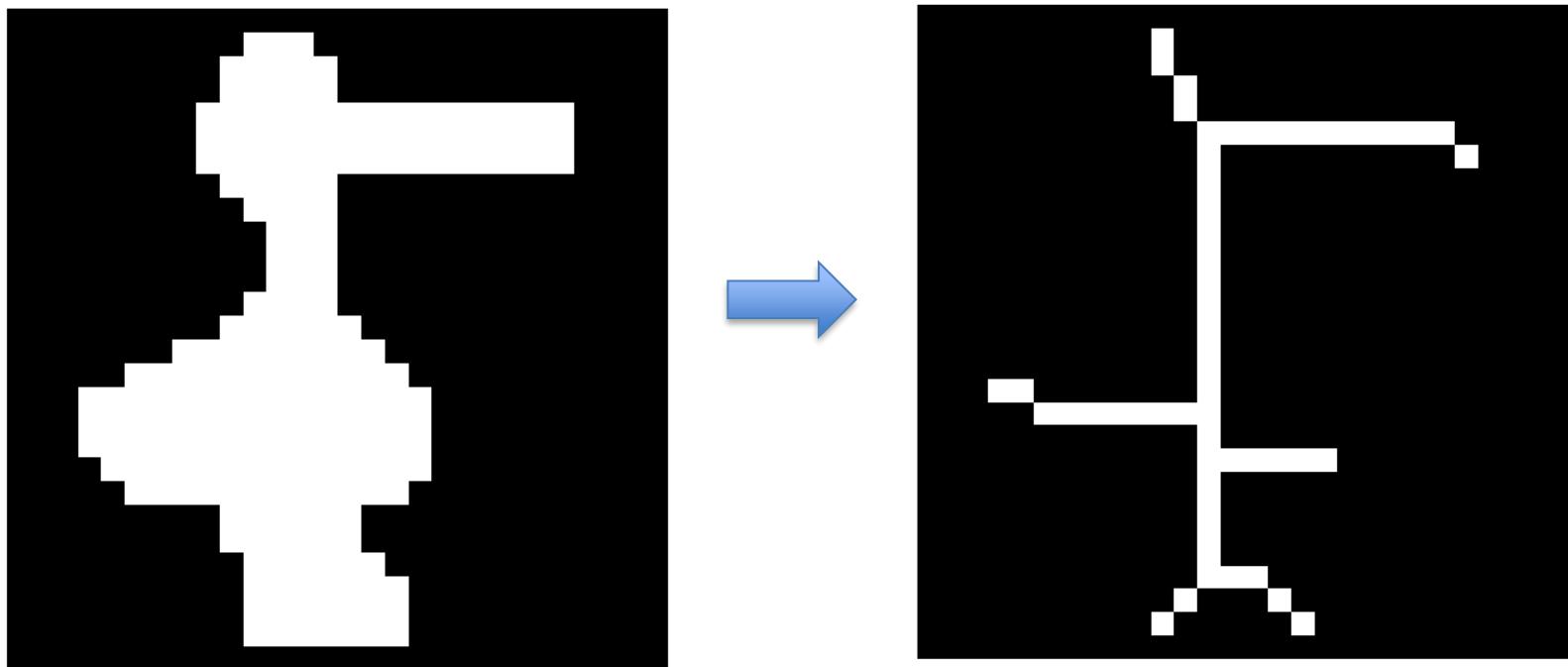
Ejemplos: Relleno



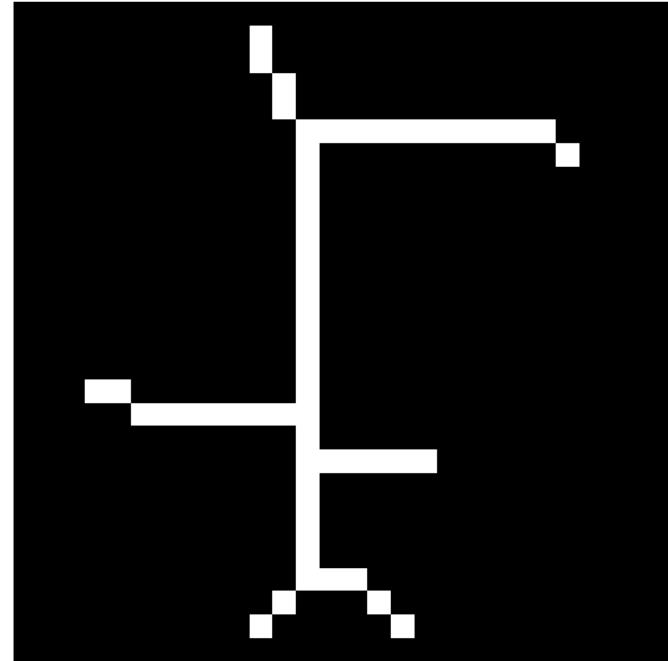
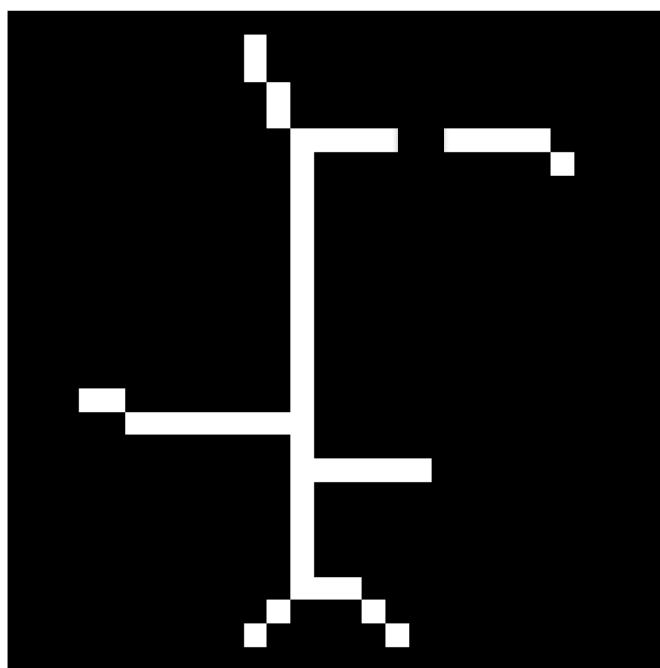
Ejemplos: Limpieza



Ejemplos: Esqueletización



Ejemplos: Unión

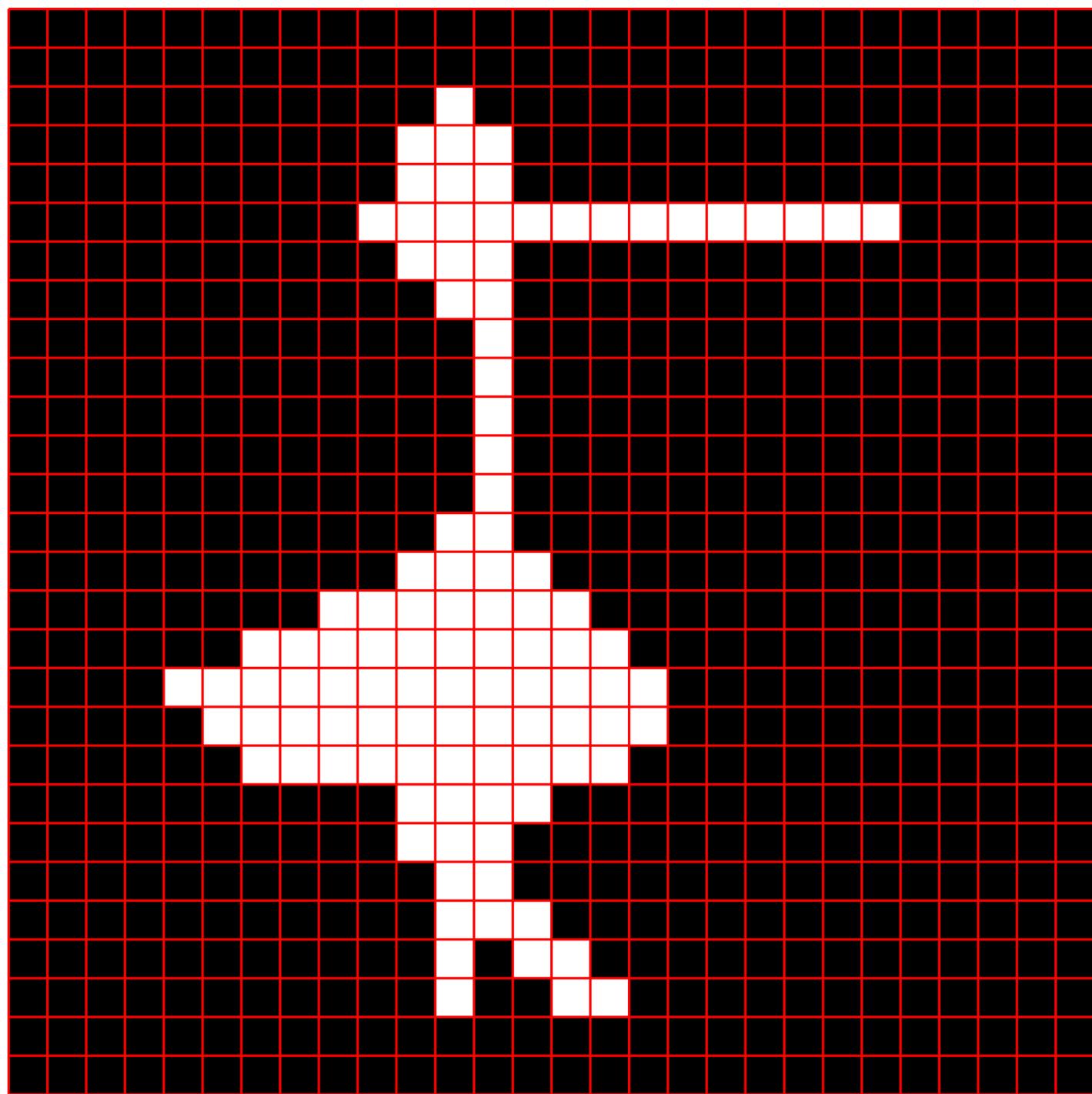


Dilatación

$$Y = X \odot S$$

| | |
Output Input Estructura

Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

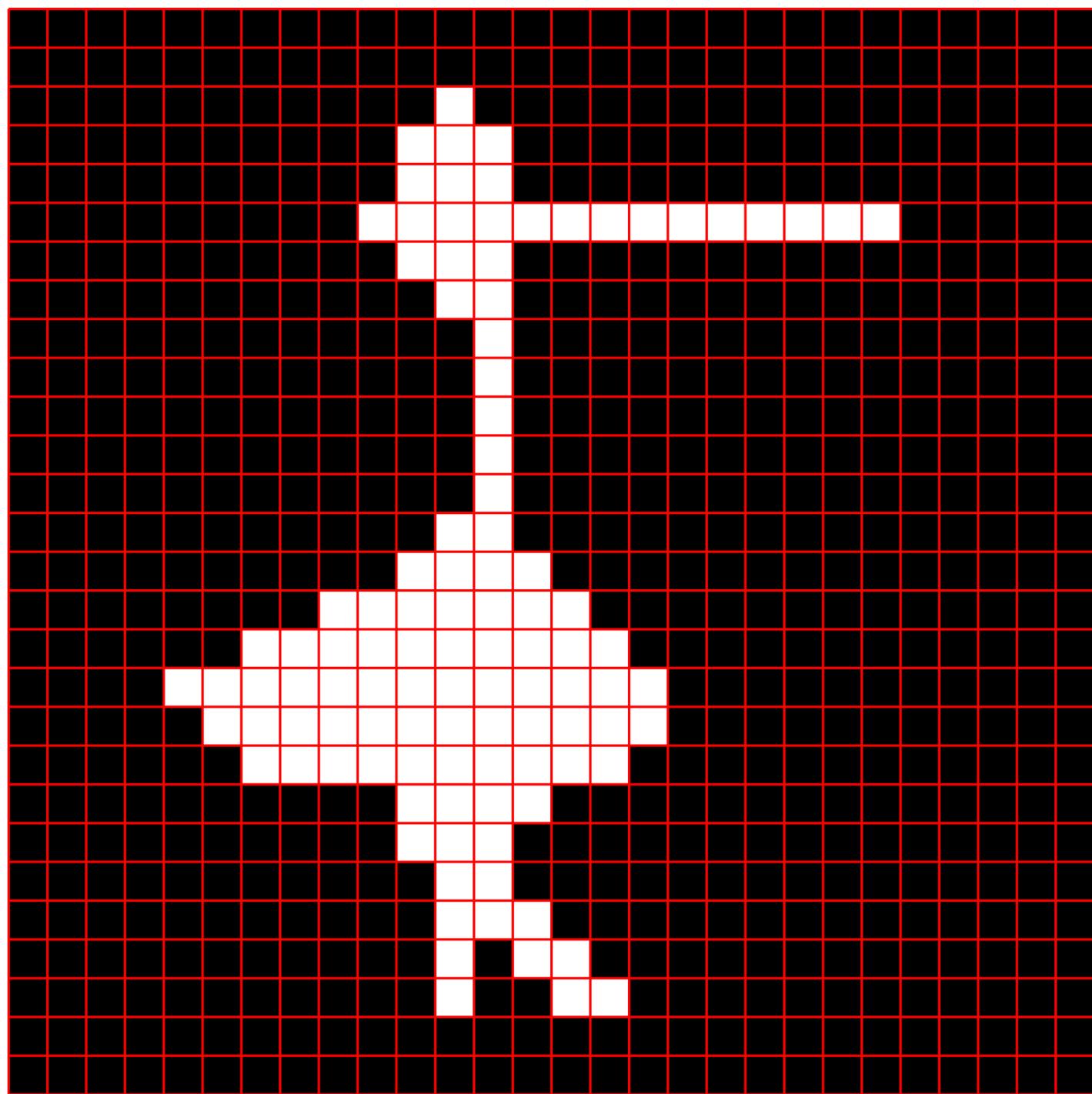


Ejemplo Imagen binaria 28 x28

Ejemplo
Imagen
binaria
28 x28

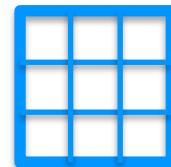
Ejemplo Imagen binaria 28 x28

Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28



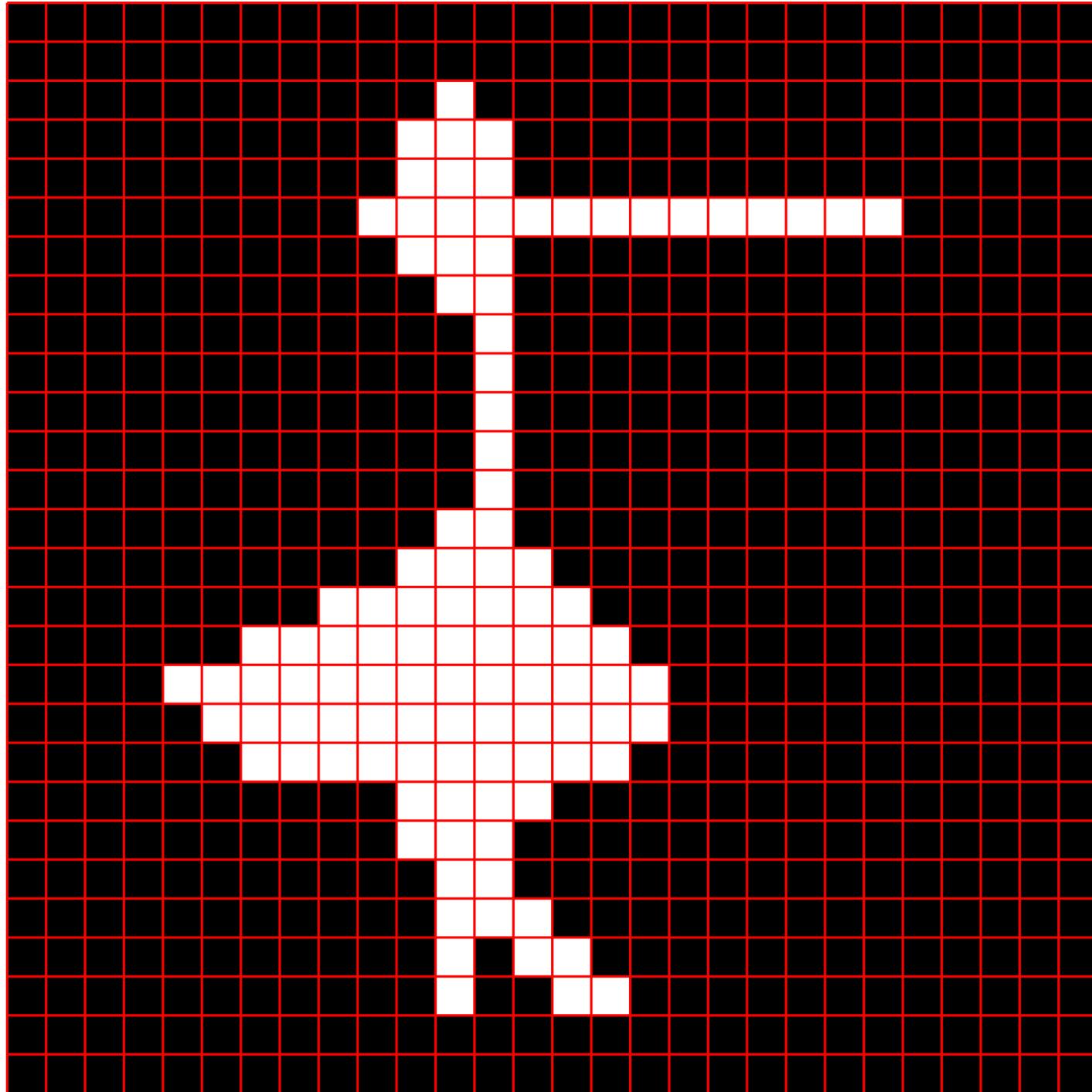
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura

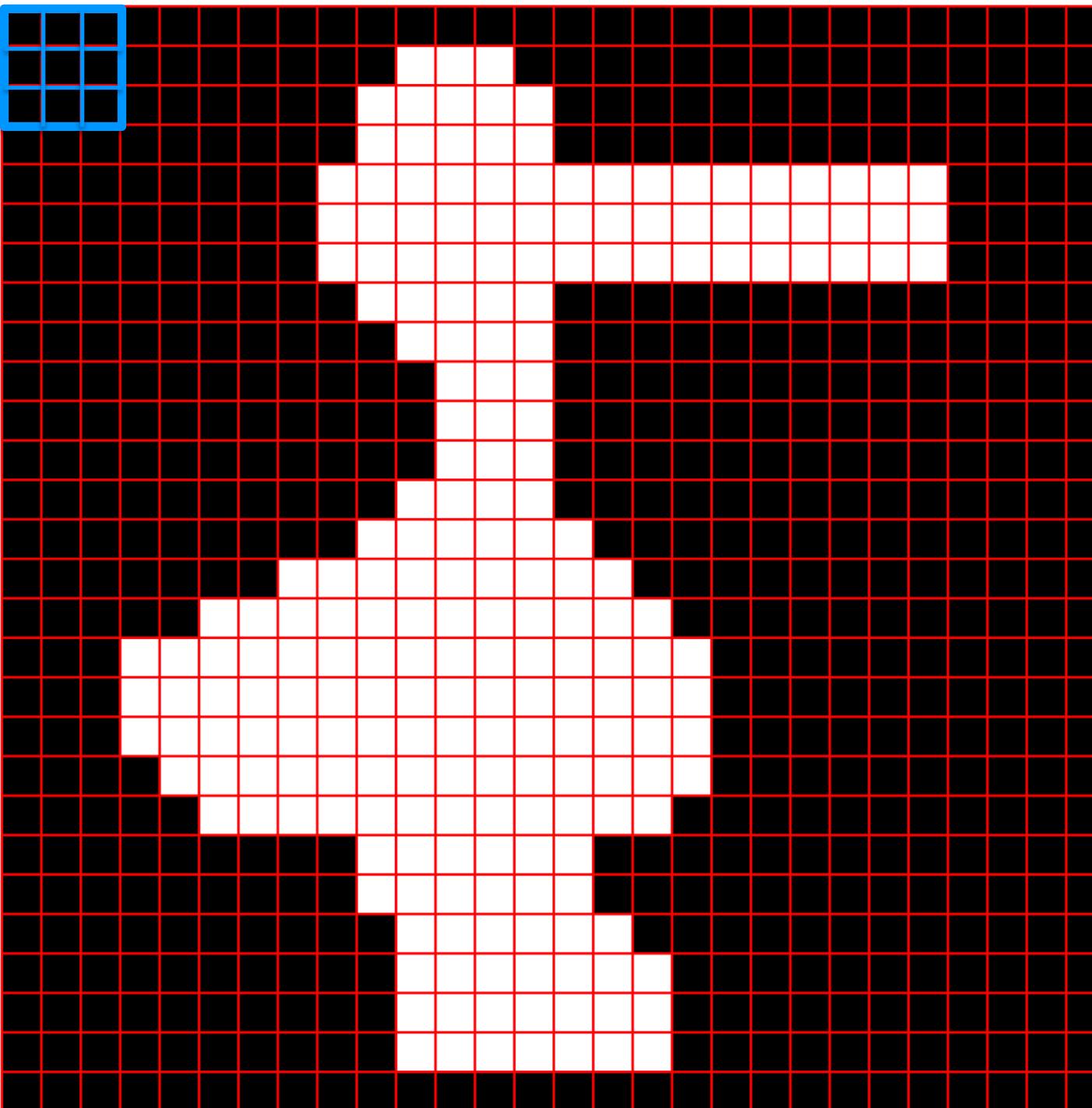


3×3

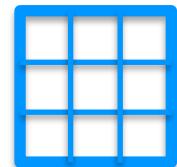
Ventana deslizante:
la salida es cero,
sólo si la estructura
cubre sólo ceros, de
lo contrario es 1.



Ejemplo Imagen binaria 28×28



Estructura

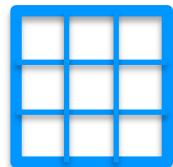


3×3

Ventana deslizante:
la salida es cero,
sólo si la estructura
cubre sólo ceros, de
lo contrario es 1.

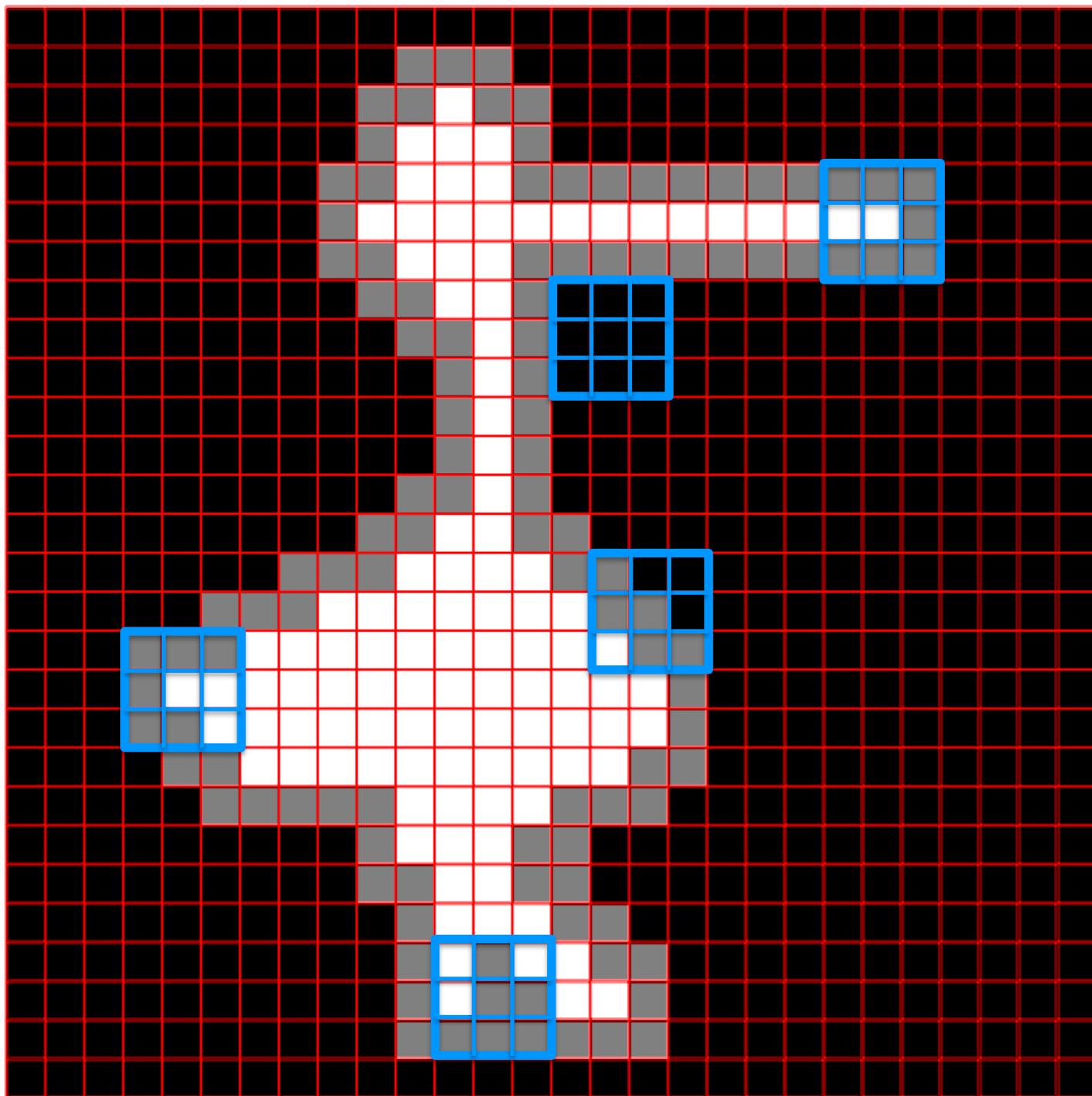
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura



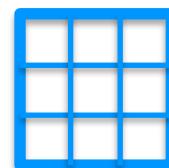
3×3

Ventana deslizante:
la salida es cero,
sólo si la estructura
cubre sólo ceros, de
lo contrario es 1.



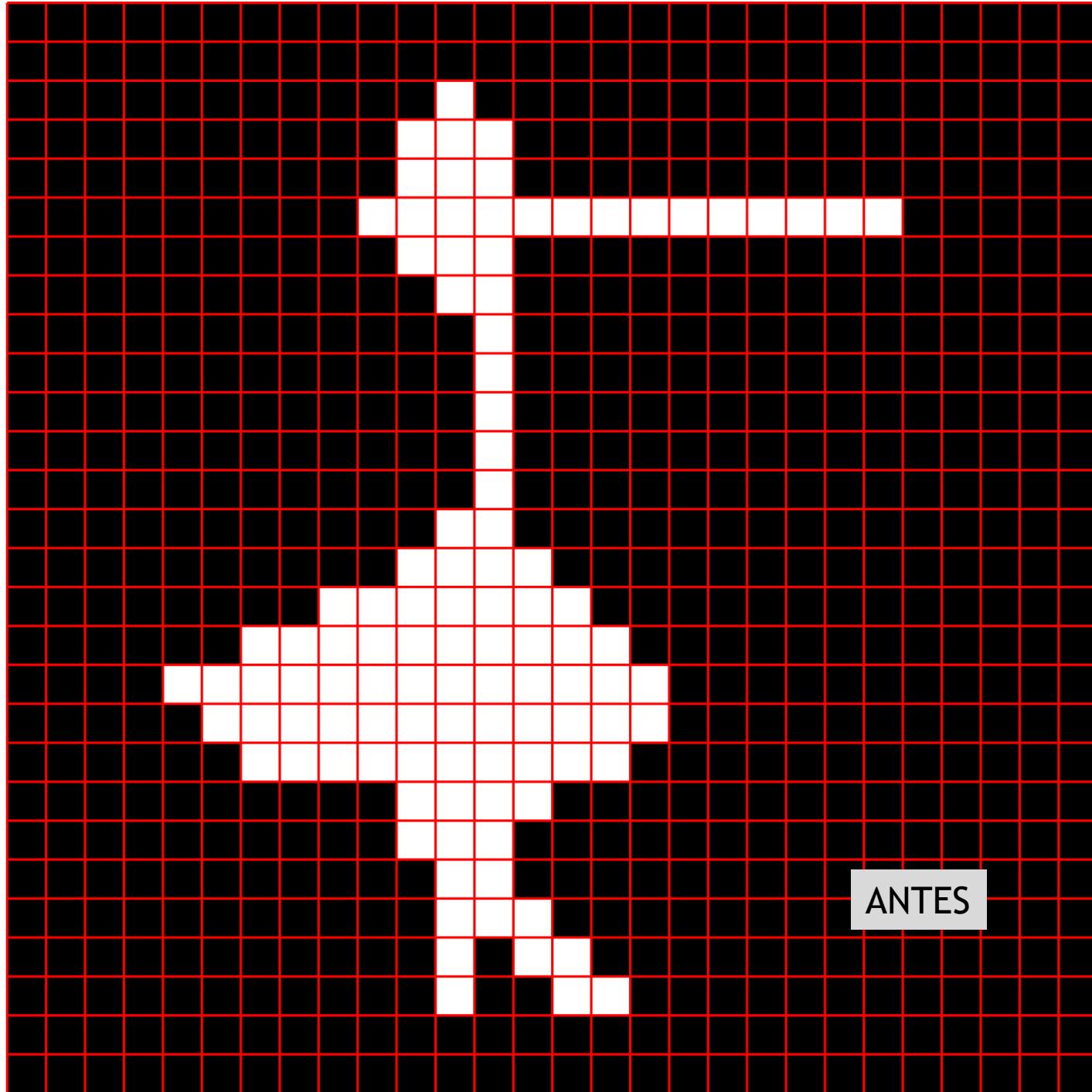
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura



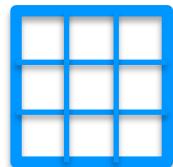
3×3

Ventana deslizante:
la salida es cero,
sólo si la estructura
cubre sólo ceros, de
lo contrario es 1.



Ejemplo Imagen binaria 28×28

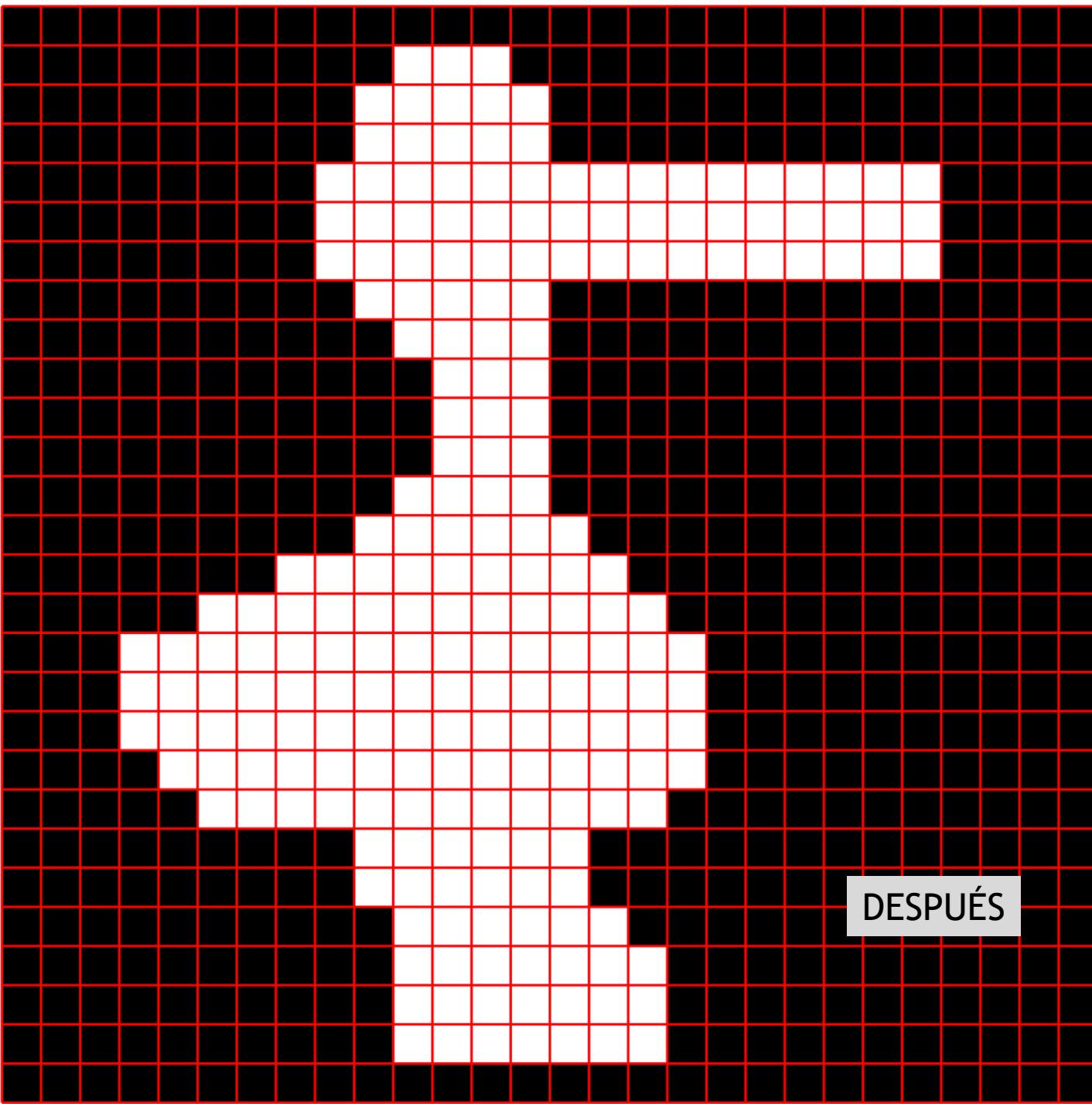
Estructura



3×3

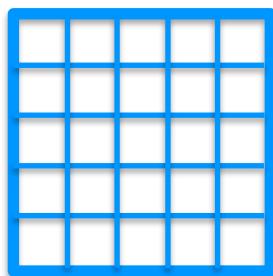
Ventana deslizante:
la salida es cero,
sólo si la estructura
cubre sólo ceros, de
lo contrario es 1.

DESPUÉS

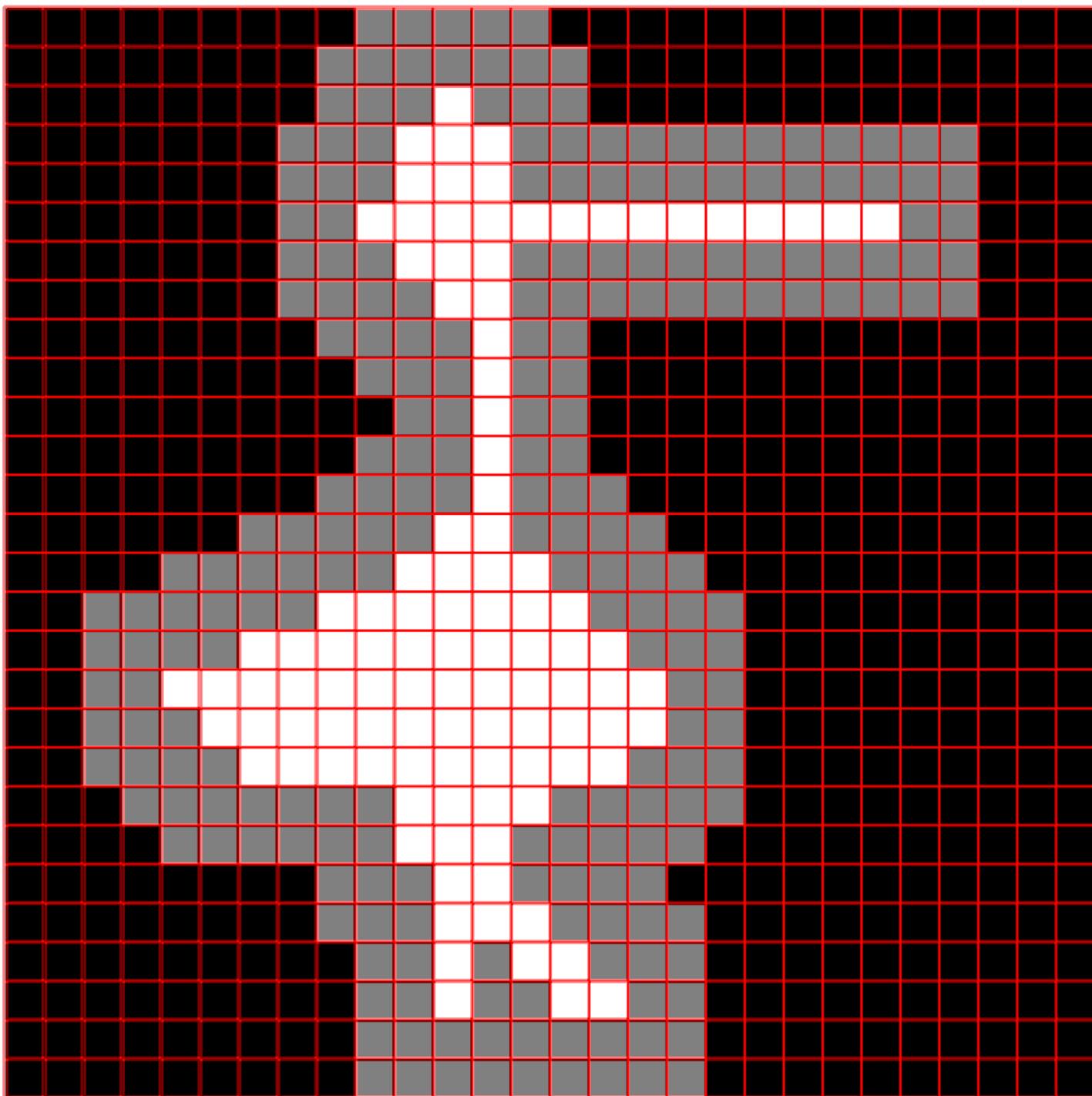


Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Estructura

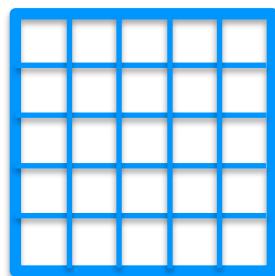


5x5

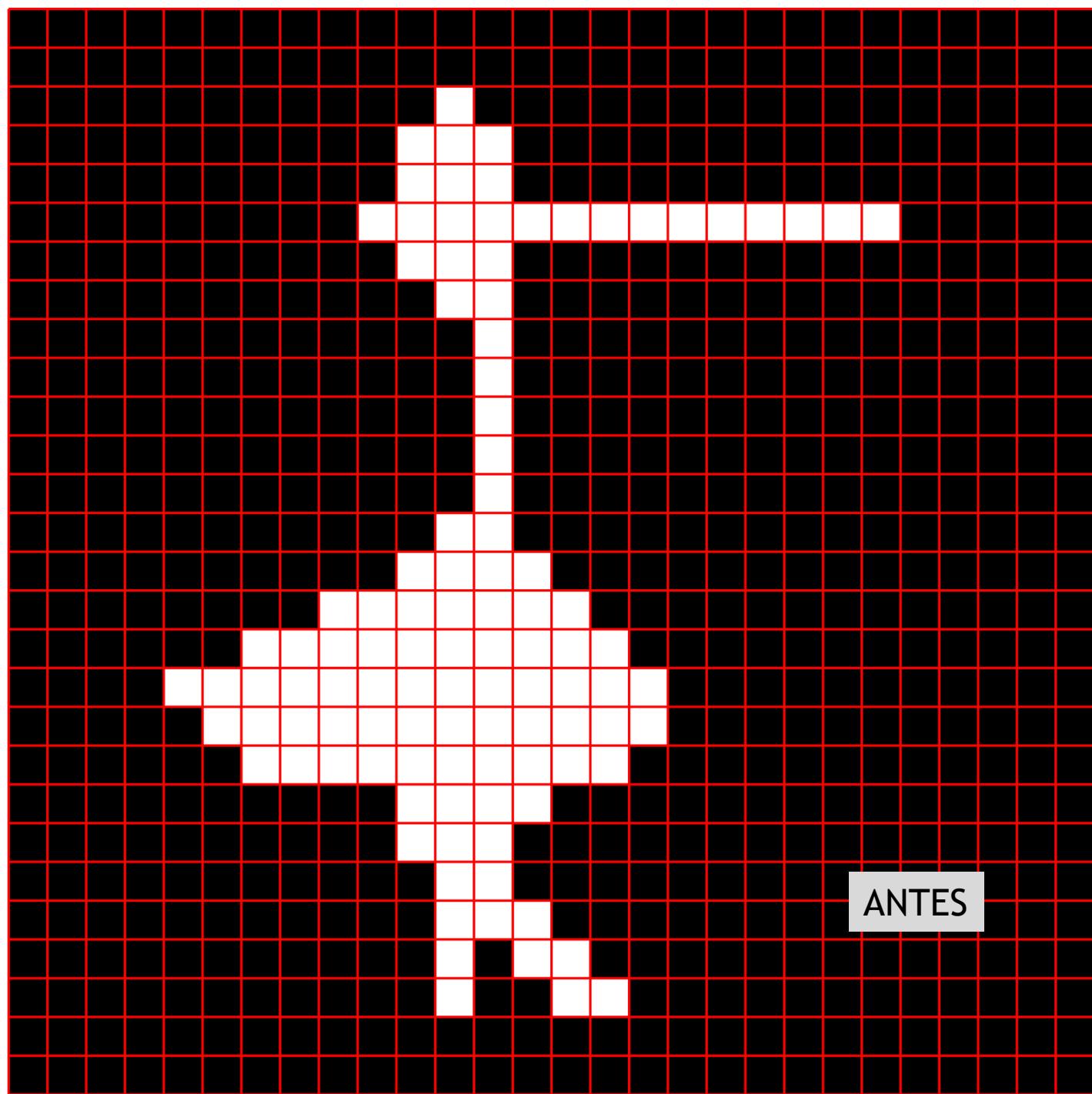


Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Estructura

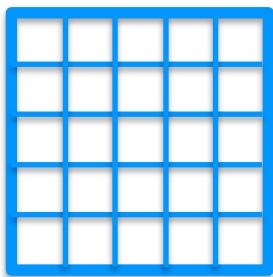


5×5



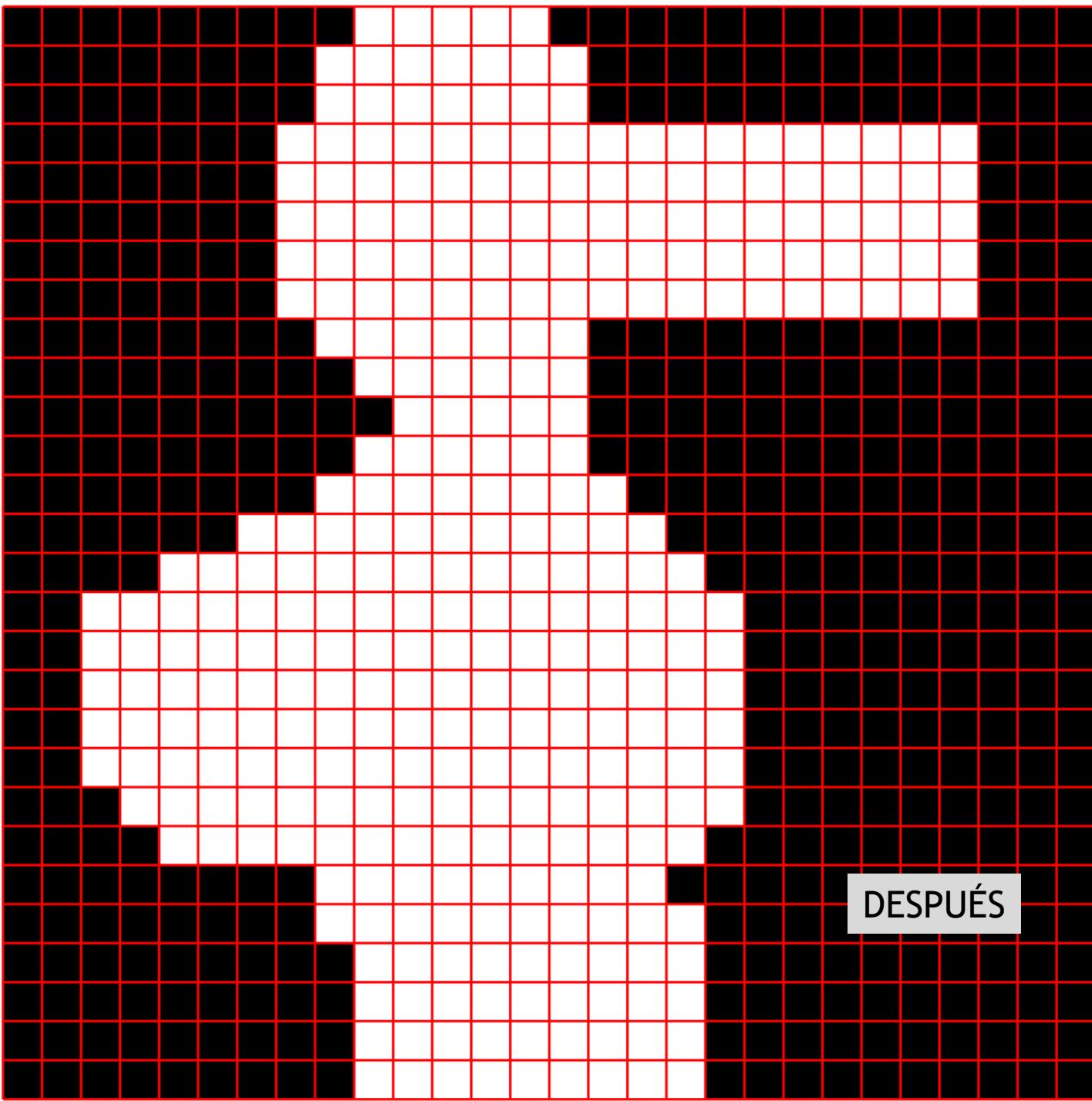
Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Estructura



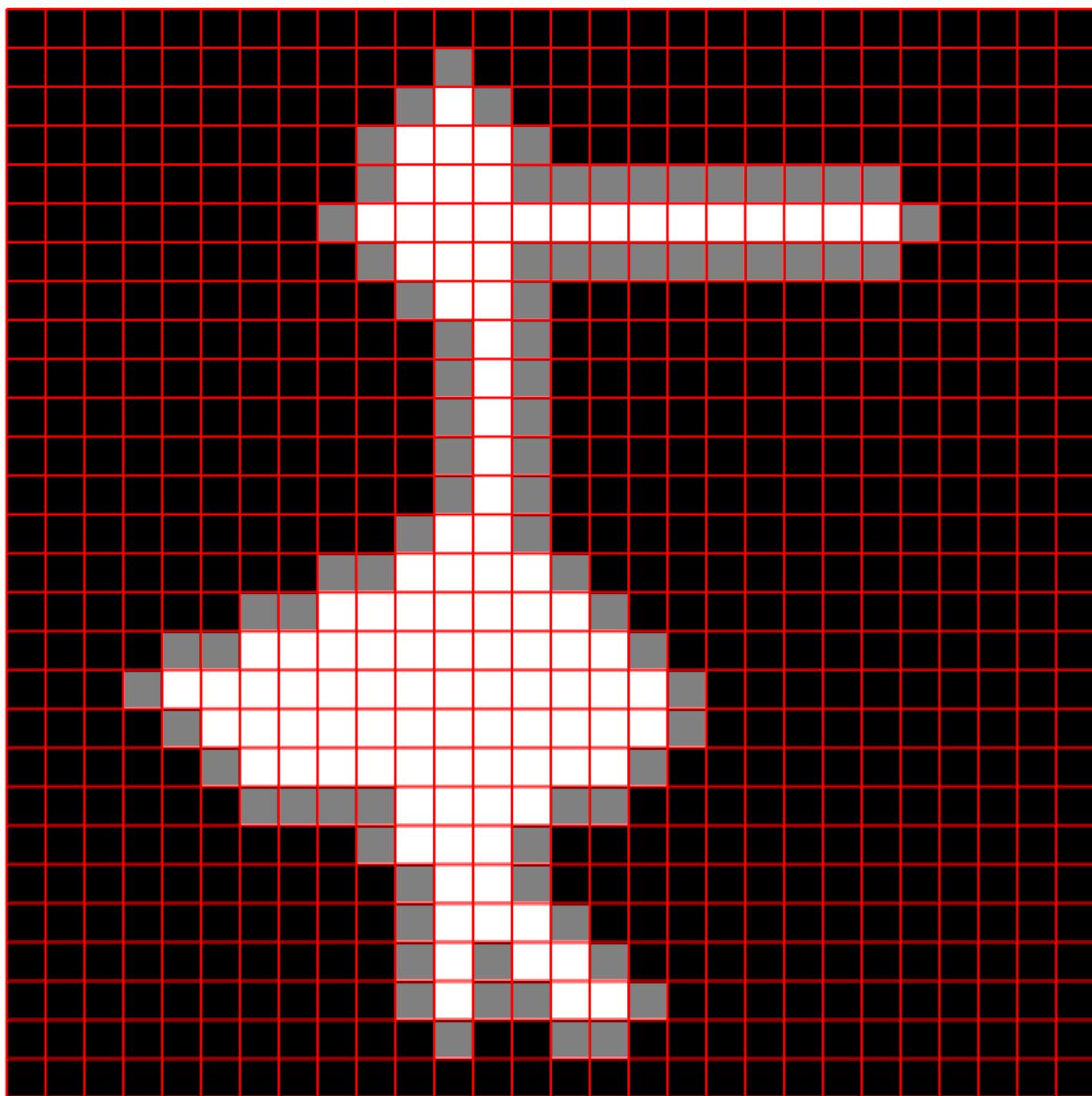
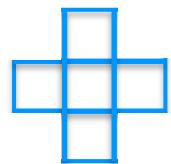
5×5

DESPUÉS



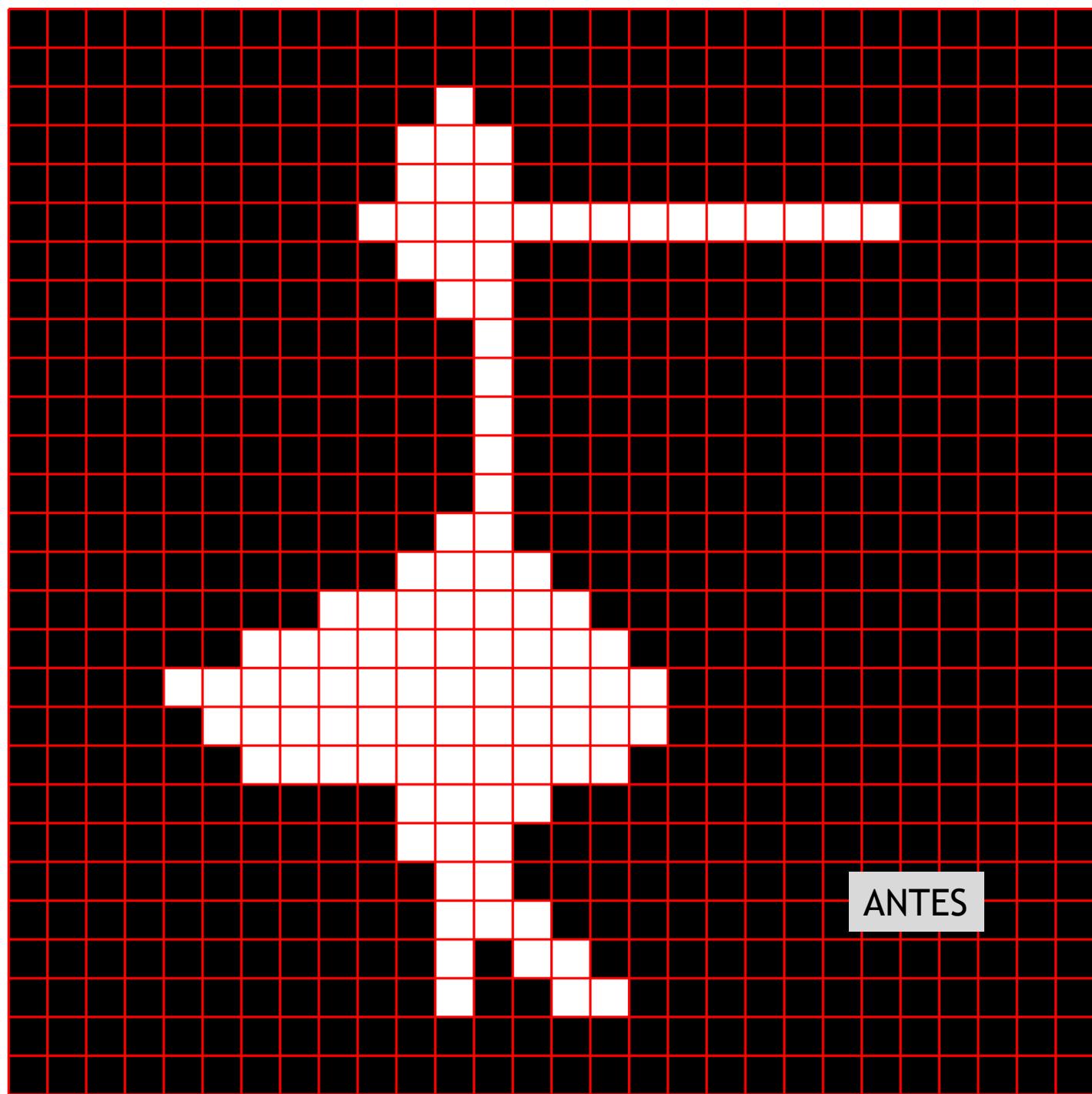
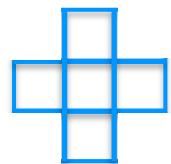
Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Estructura



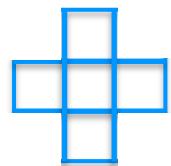
Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Estructura

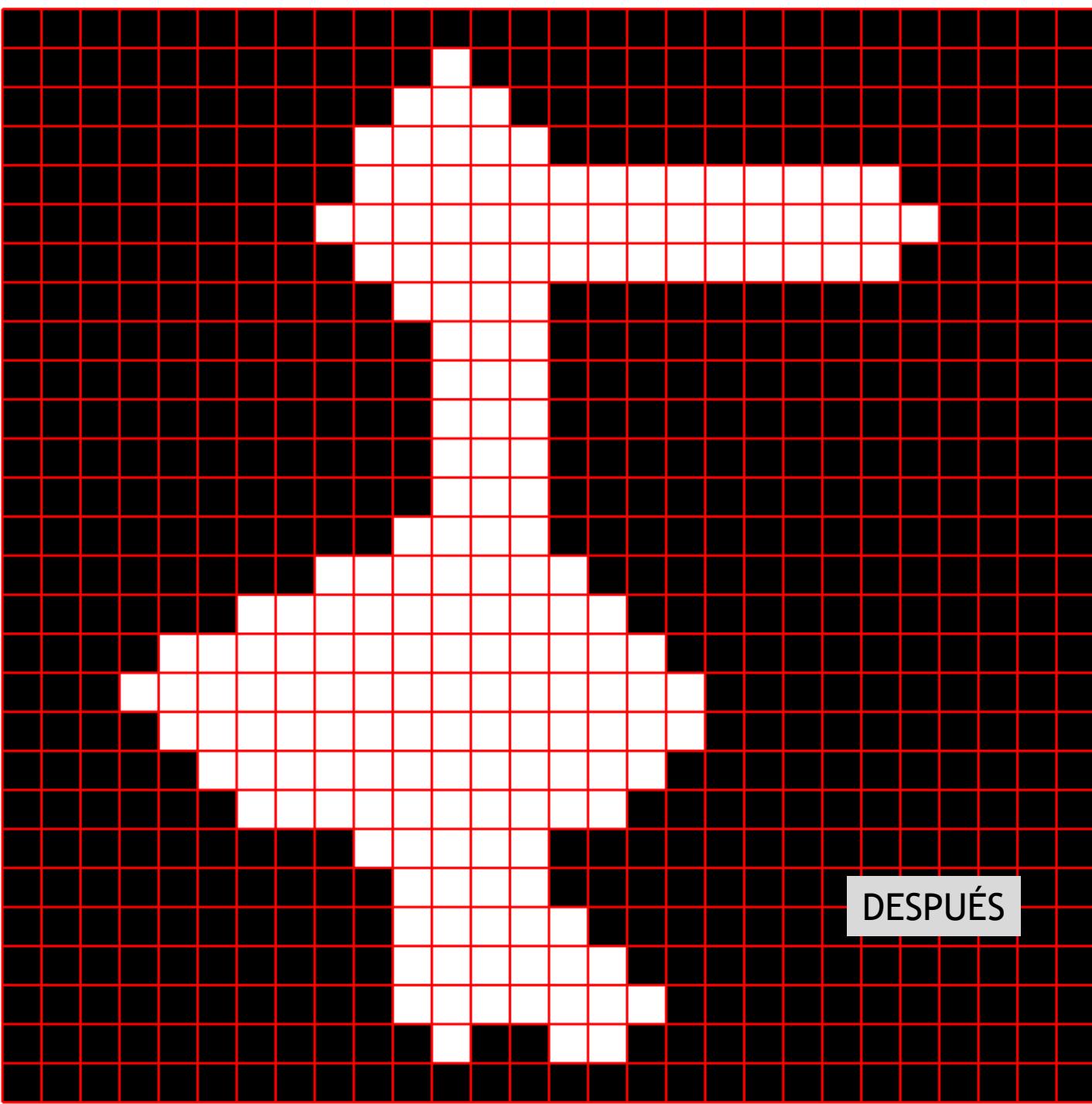


Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Estructura



DESPUÉS



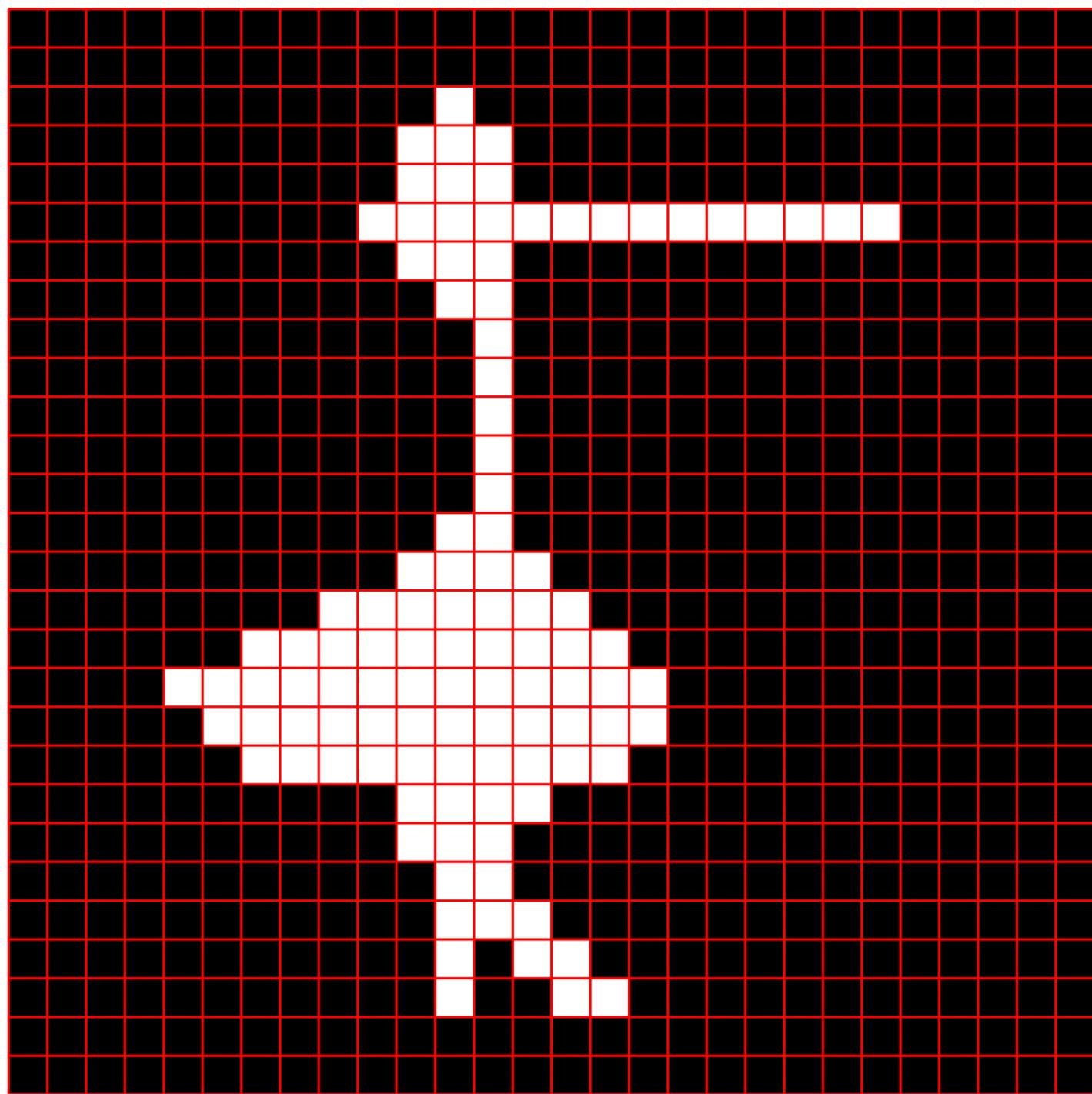
Erosión

$$Y = X \ominus S$$

| | |
Output Input Estructura

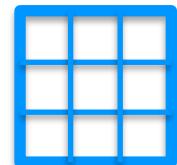
Ejemplo
Imagen
binaria
28 x28

Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28



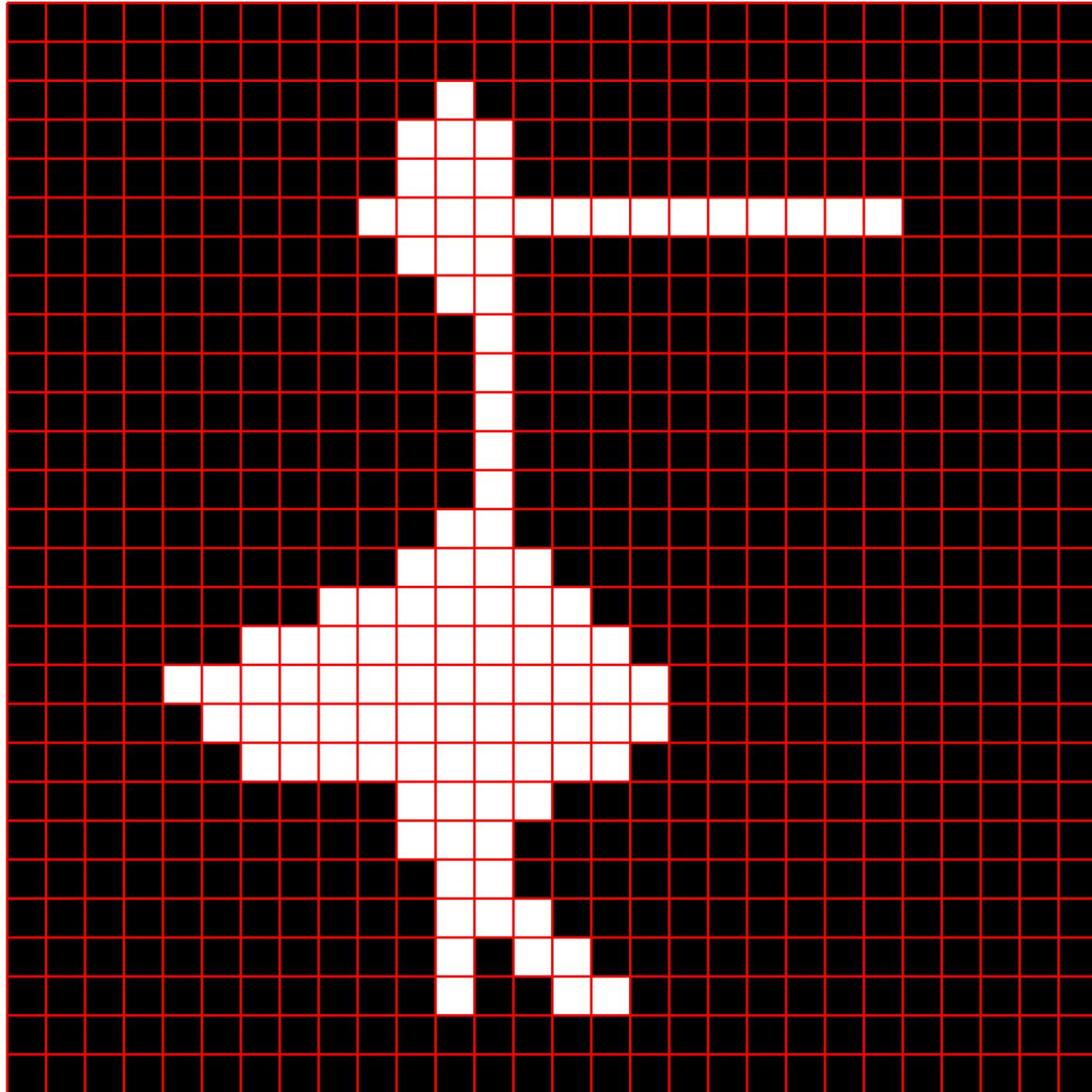
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura



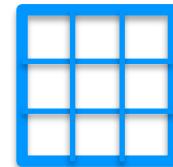
3×3

Ventana deslizante:
la salida es uno, sólo
si la estructura
contiene sólo unos,
de lo contrario es 0.



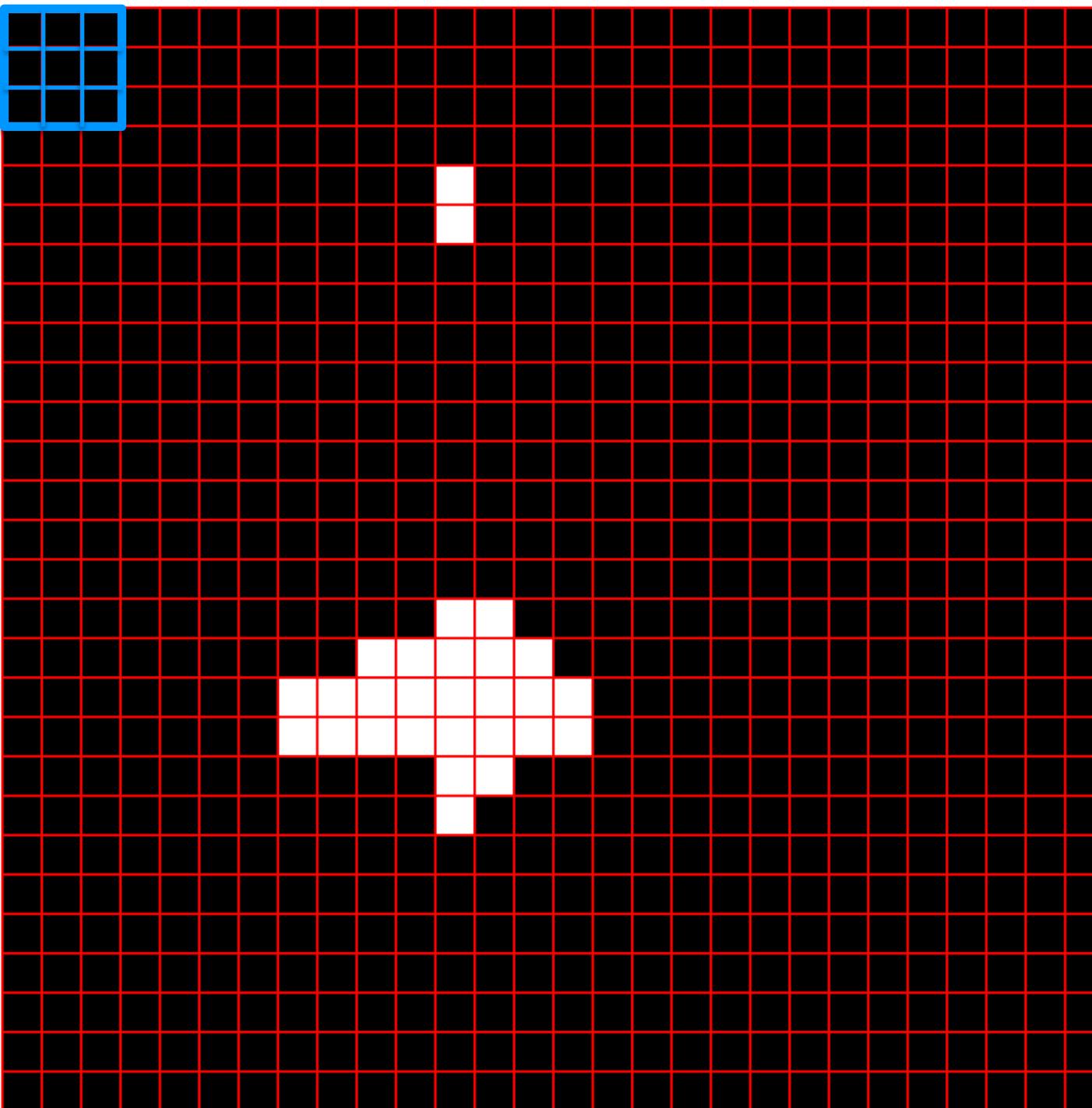
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura



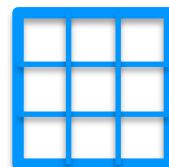
3×3

Ventana deslizante:
la salida es uno, sólo
si la estructura
cubre sólo unos, de
lo contrario es 0.



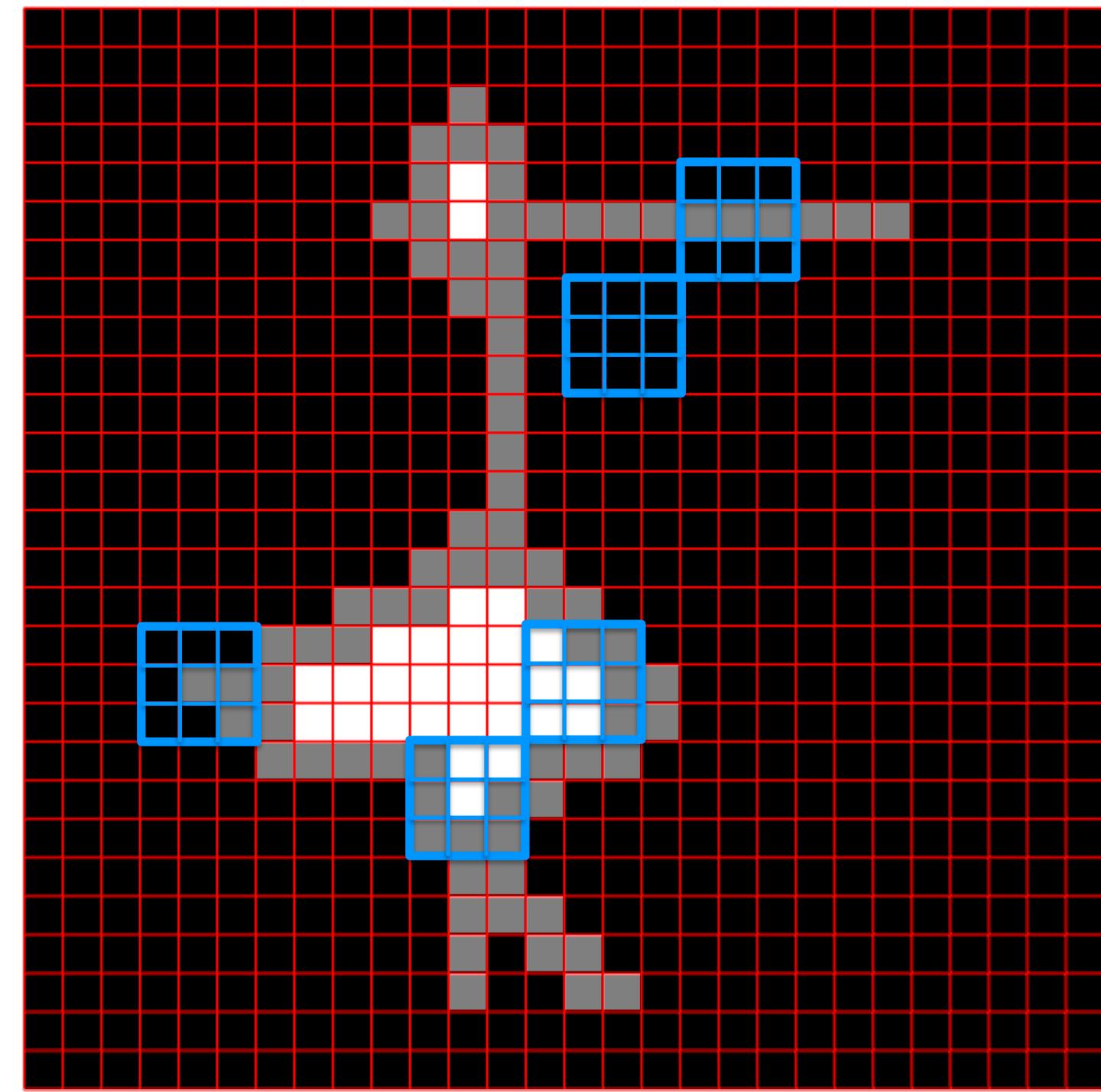
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura



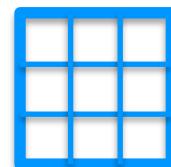
3×3

Ventana deslizante:
la salida es uno, sólo
si la estructura
cubre sólo unos, de
lo contrario es 0.



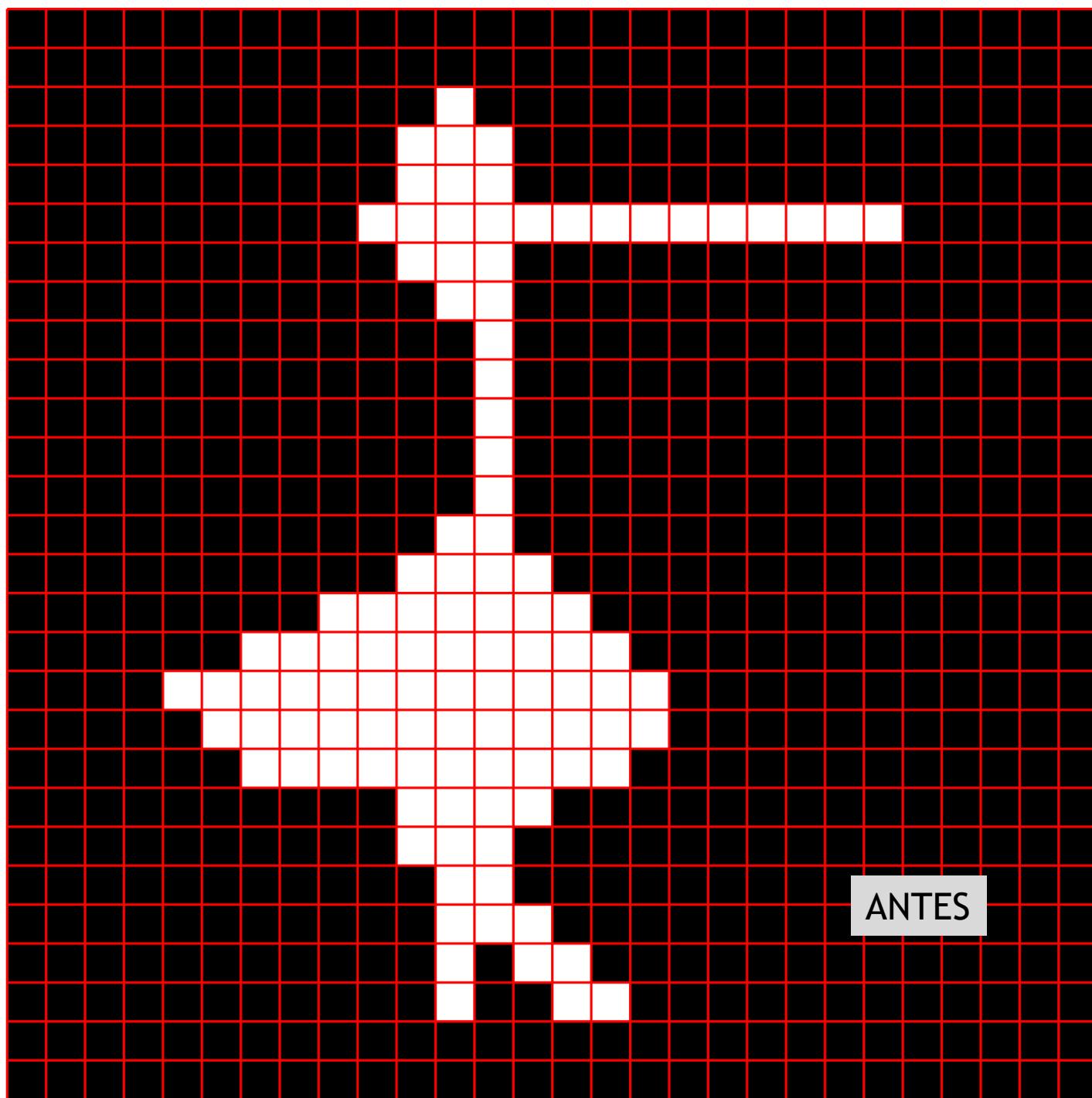
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura



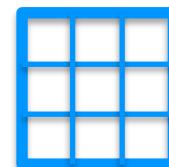
3×3

Ventana deslizante:
la salida es uno, sólo
si la estructura
cubre sólo unos, de
lo contrario es 0.



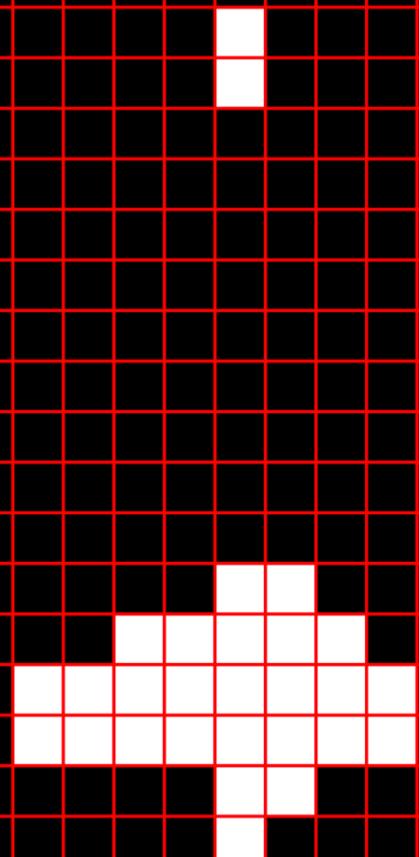
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Estructura



3×3

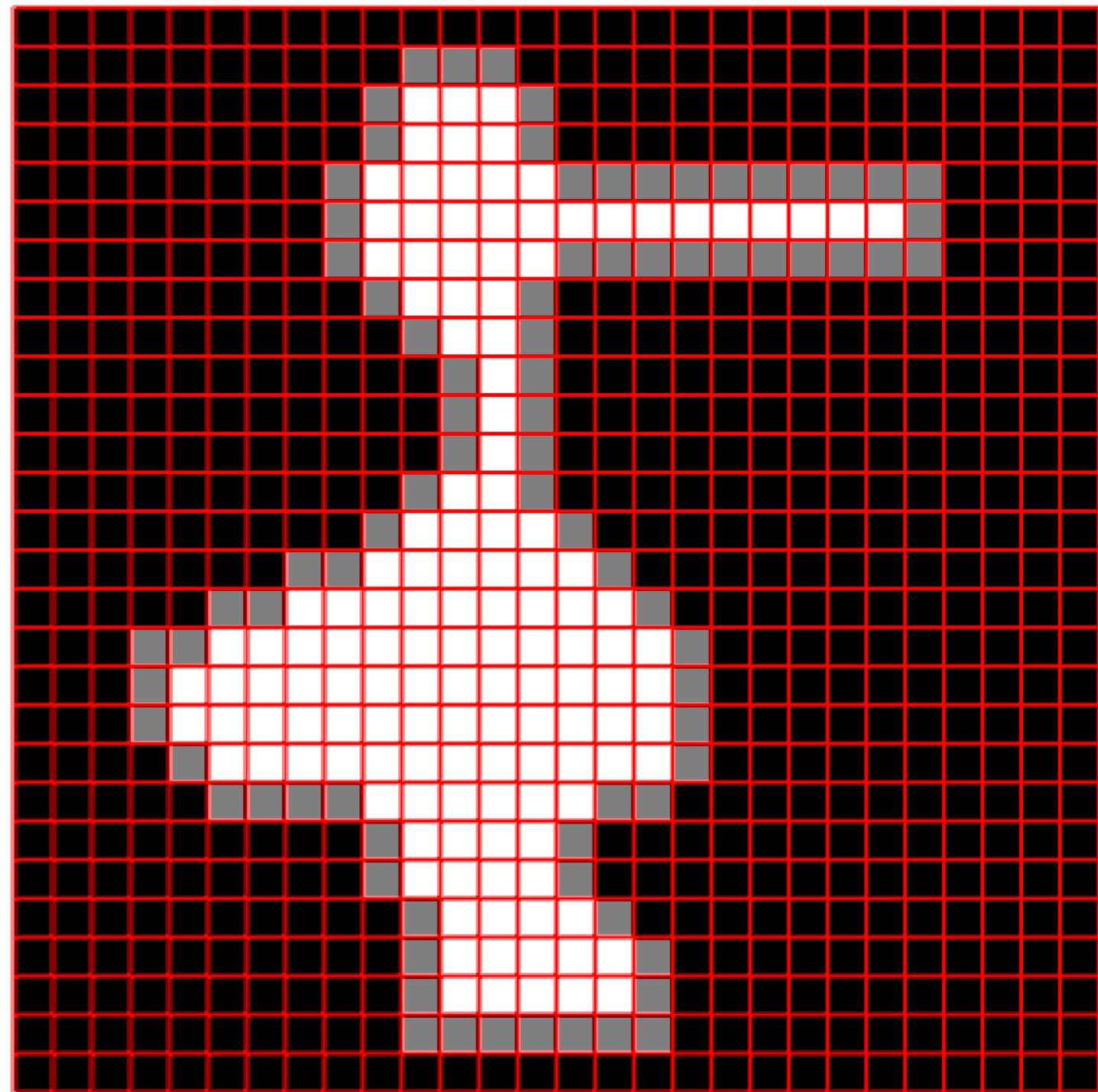
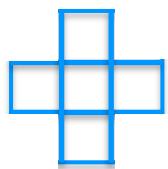
Ventana deslizante:
la salida es uno, sólo
si la estructura
cubre sólo unos, de
lo contrario es 0.



DESPUÉS

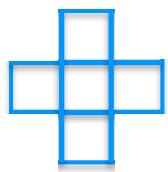
Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Erosión con

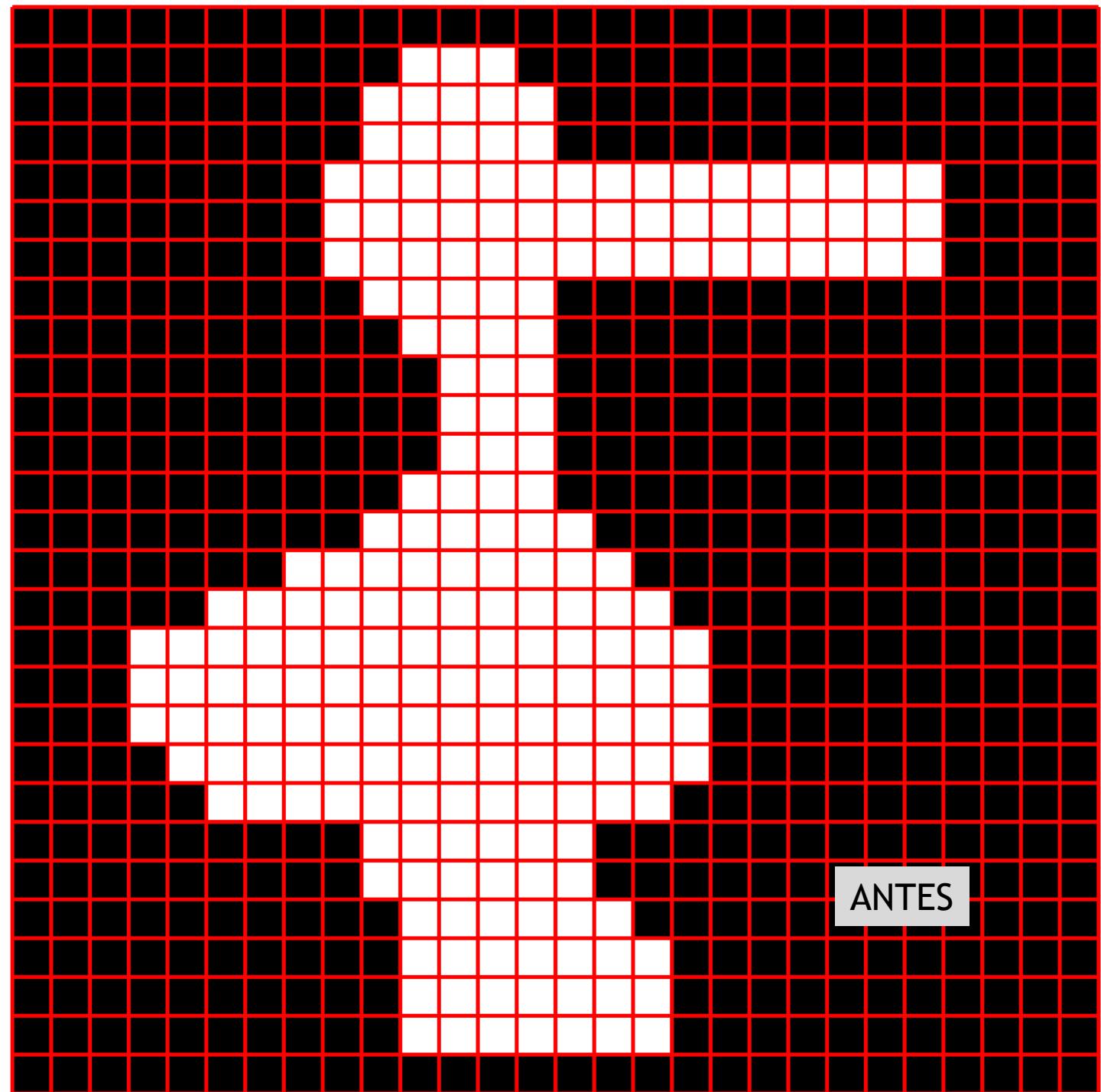


Ejemplo Imagen binaria 28×28

Erosión con

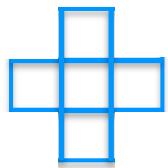


ANTES

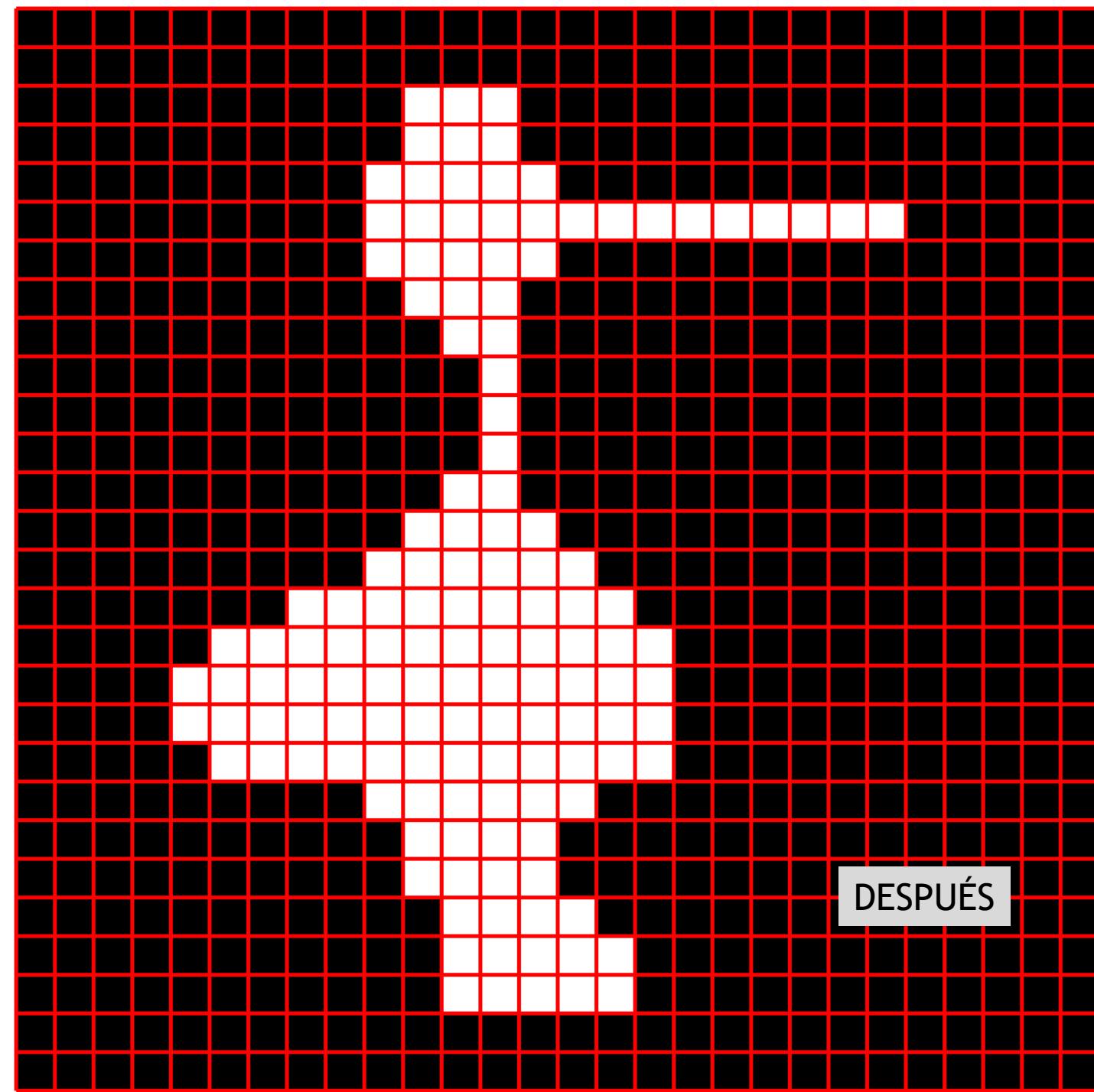


Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Erosión con



DESPUÉS



Dilatación y Erosión

$$Y = X \oplus S$$

- Dilatación: El output Y es ‘1’ si hay coincidencia en al menos un elemento de la estructura S con los elementos que cubre en X.
 - Esta operación equivale al máximo.

$$Y = X \ominus S$$

- Erosión: El output es ‘1’ sólo si hay coincidencia de todos los elementos de la estructura S con los elementos que cubre en X.
 - Esta operación equivale al mínimo.

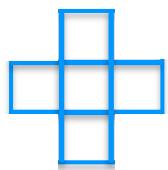
Perímetro

Algoritmo simple

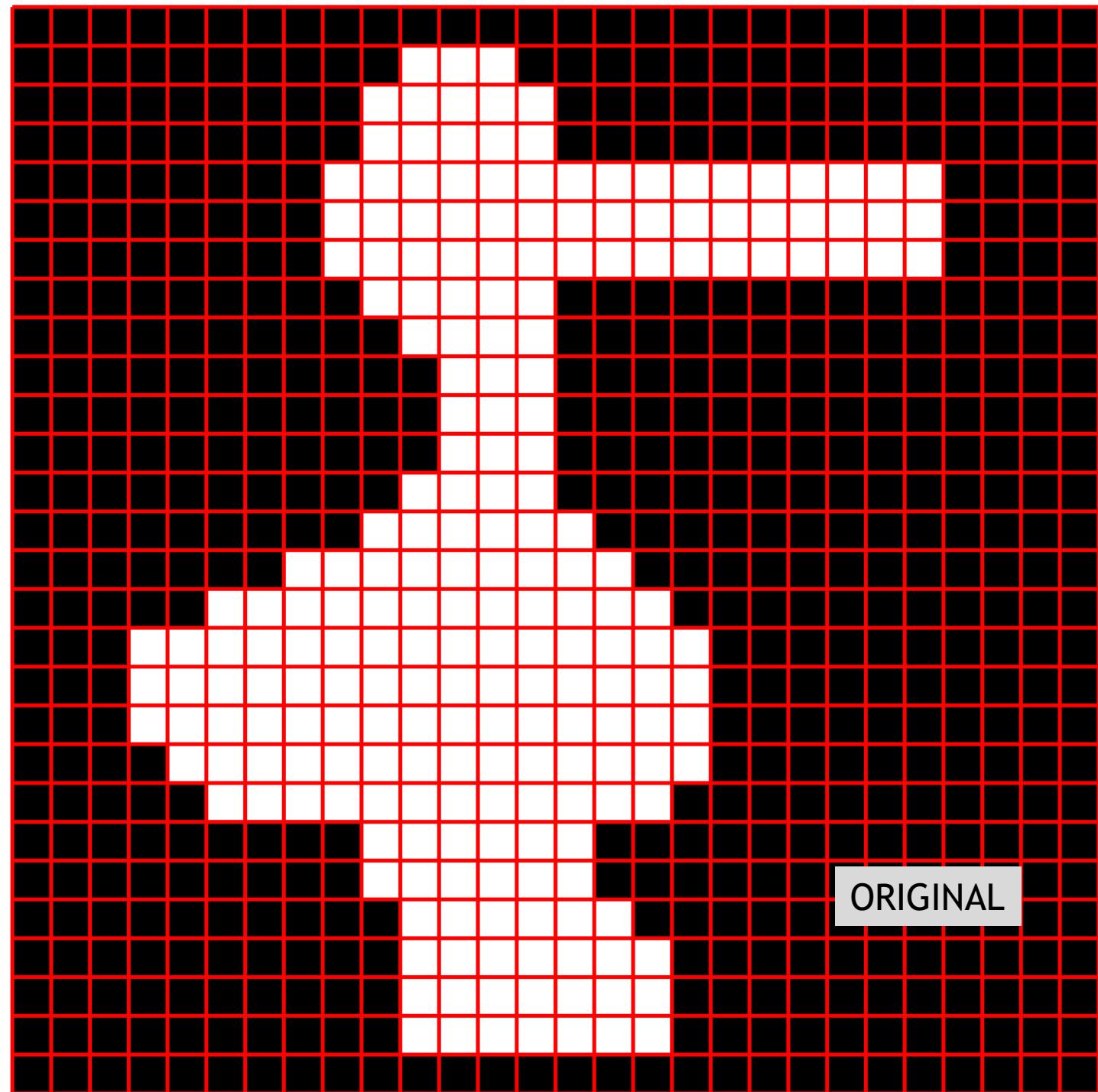
$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} - (\mathbf{X} \odot \mathbf{S})$$

Ejemplo Imagen binaria 28×28

Erosión con

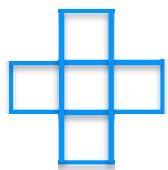


ORIGINAL



Ejemplo Imagen binaria 28×28

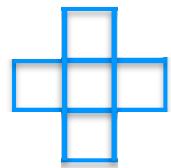
Erosión con



EROSIÓN

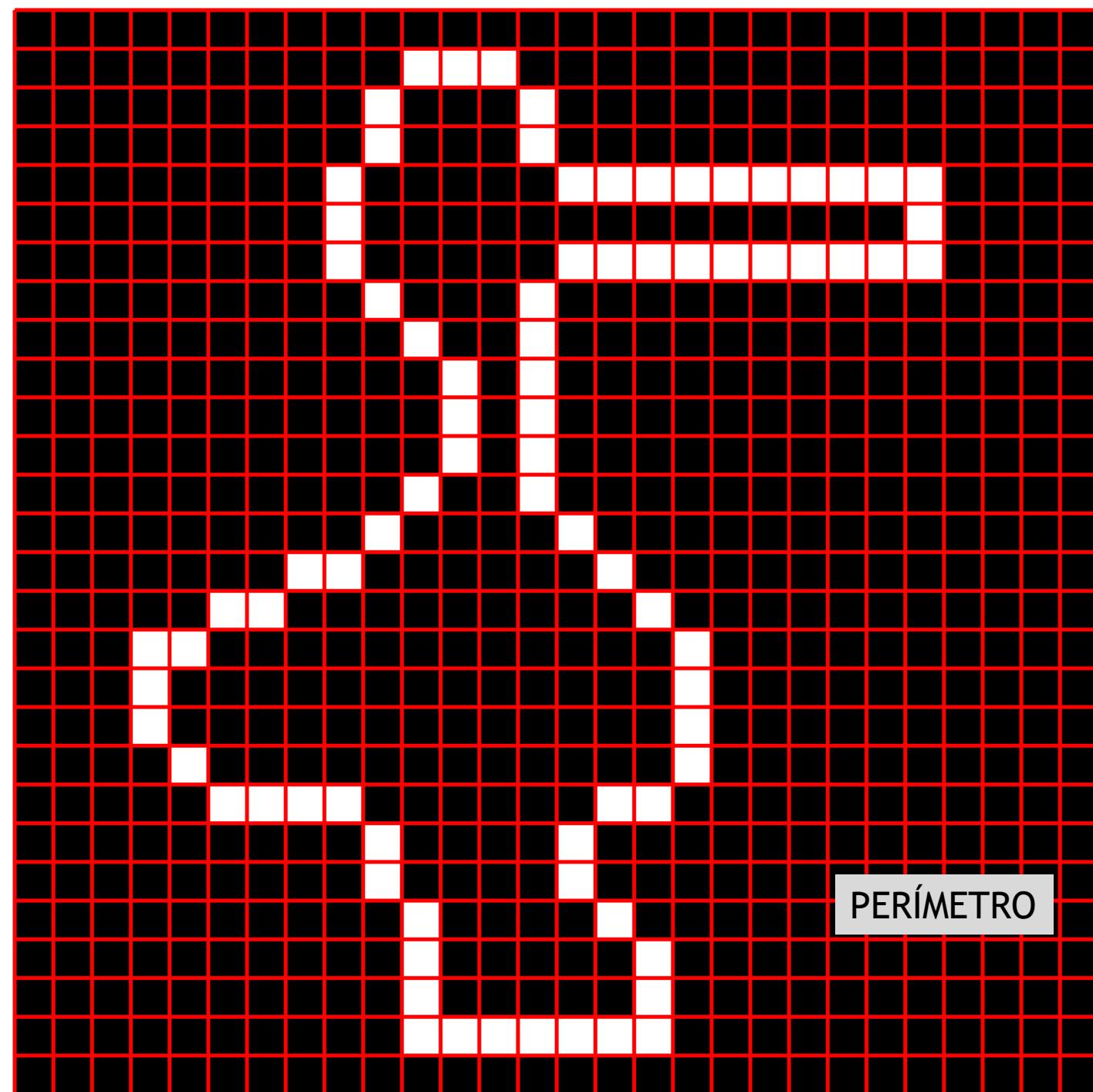
Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Erosión con



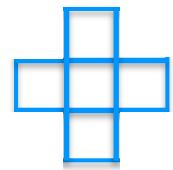
$$Y = X - (X \odot S)$$

PERÍMETRO



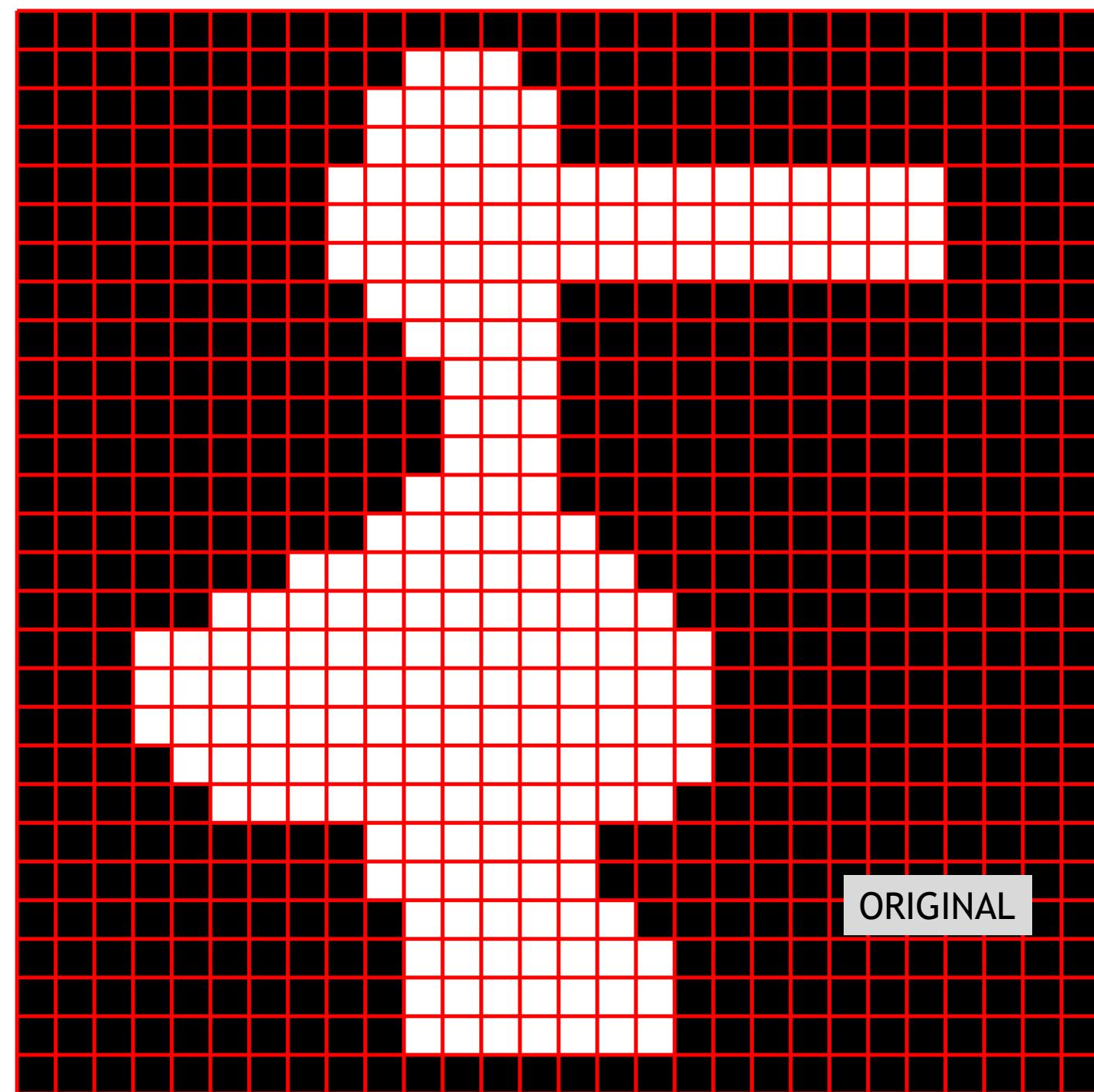
Ejemplo
Imagen
binaria
 28×28

Erosión con

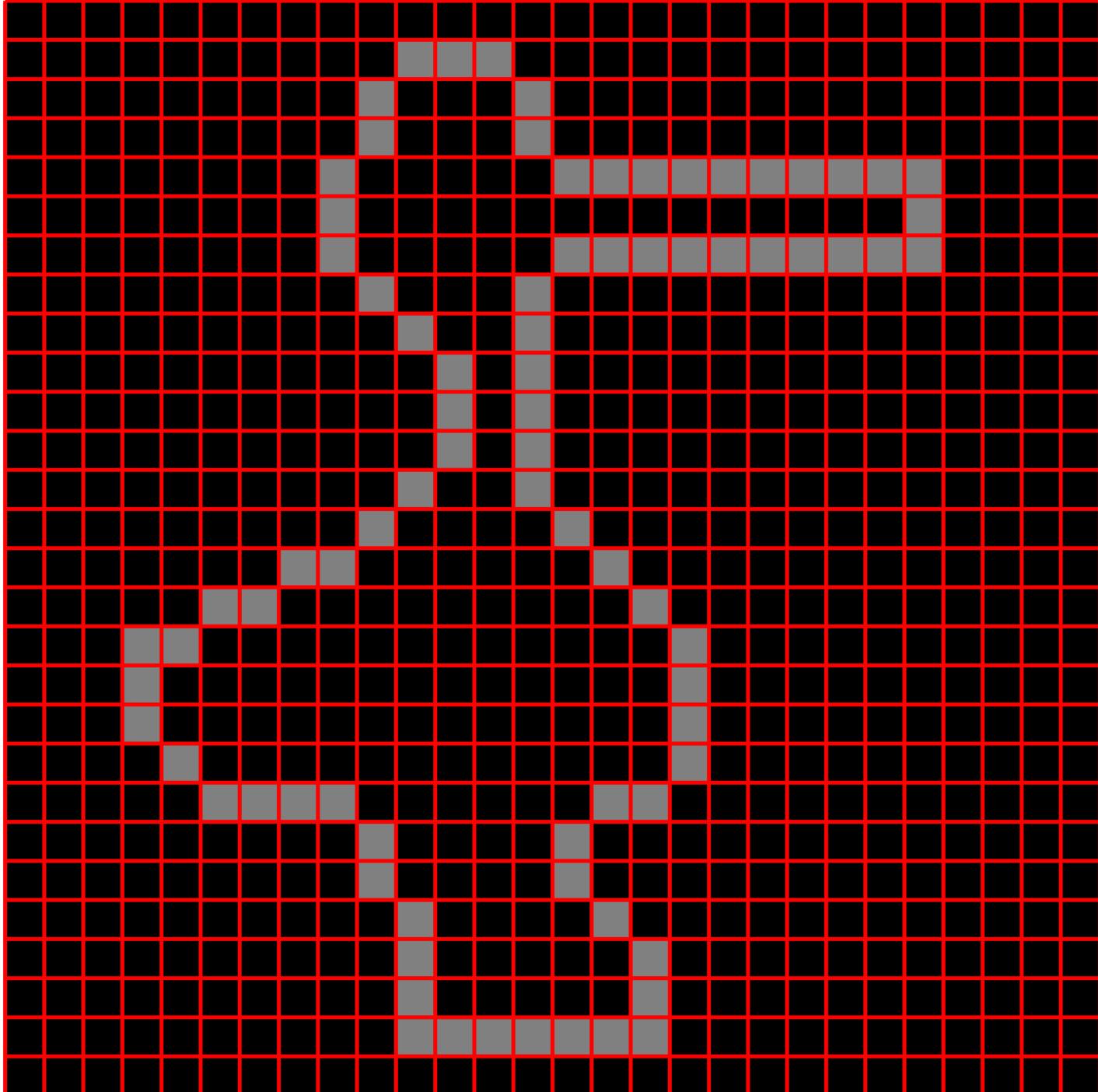


$$Y = X - (X \odot S)$$

ORIGINAL



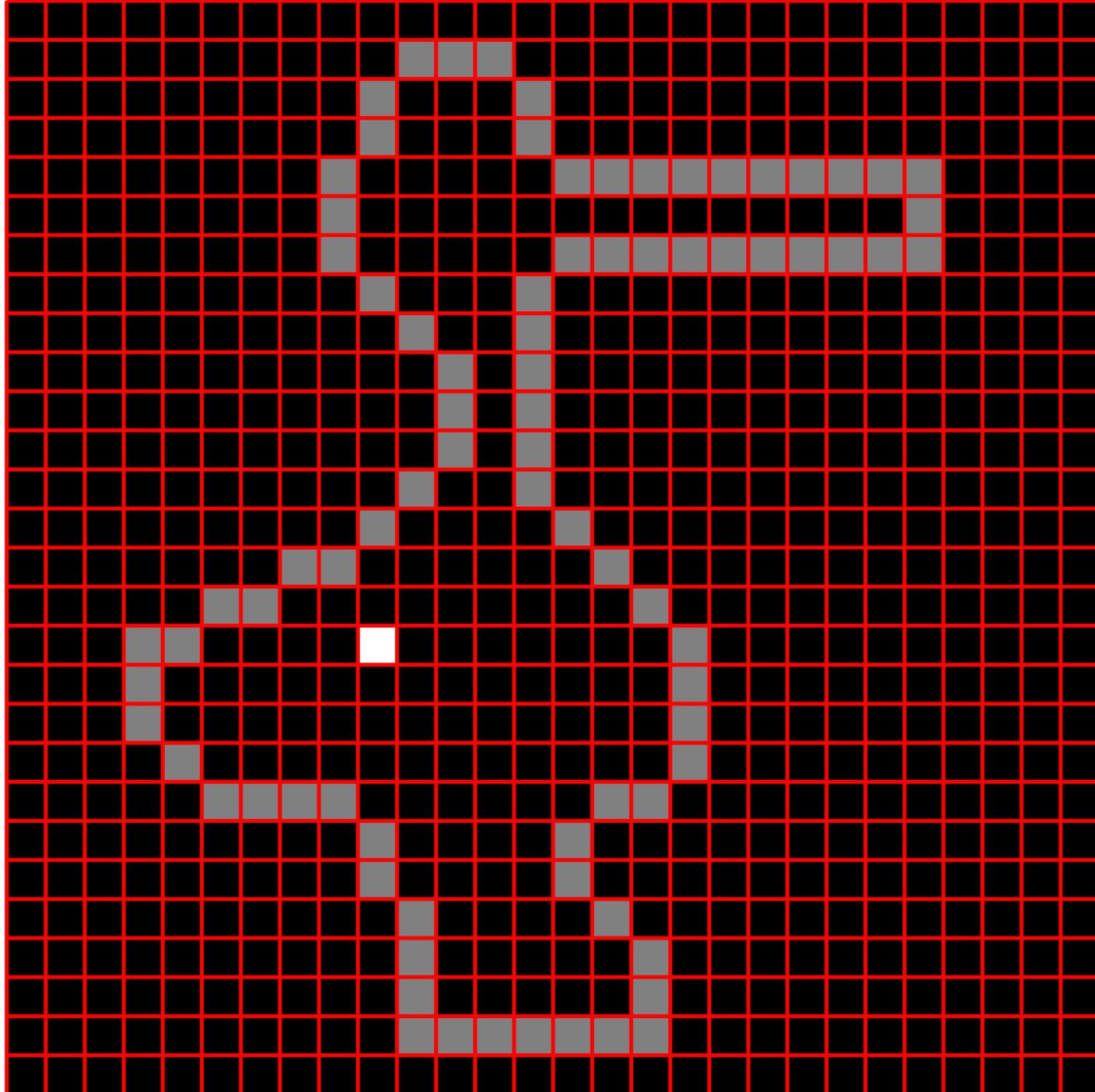
Relleno de Región



Se desea
rellenar el
interior

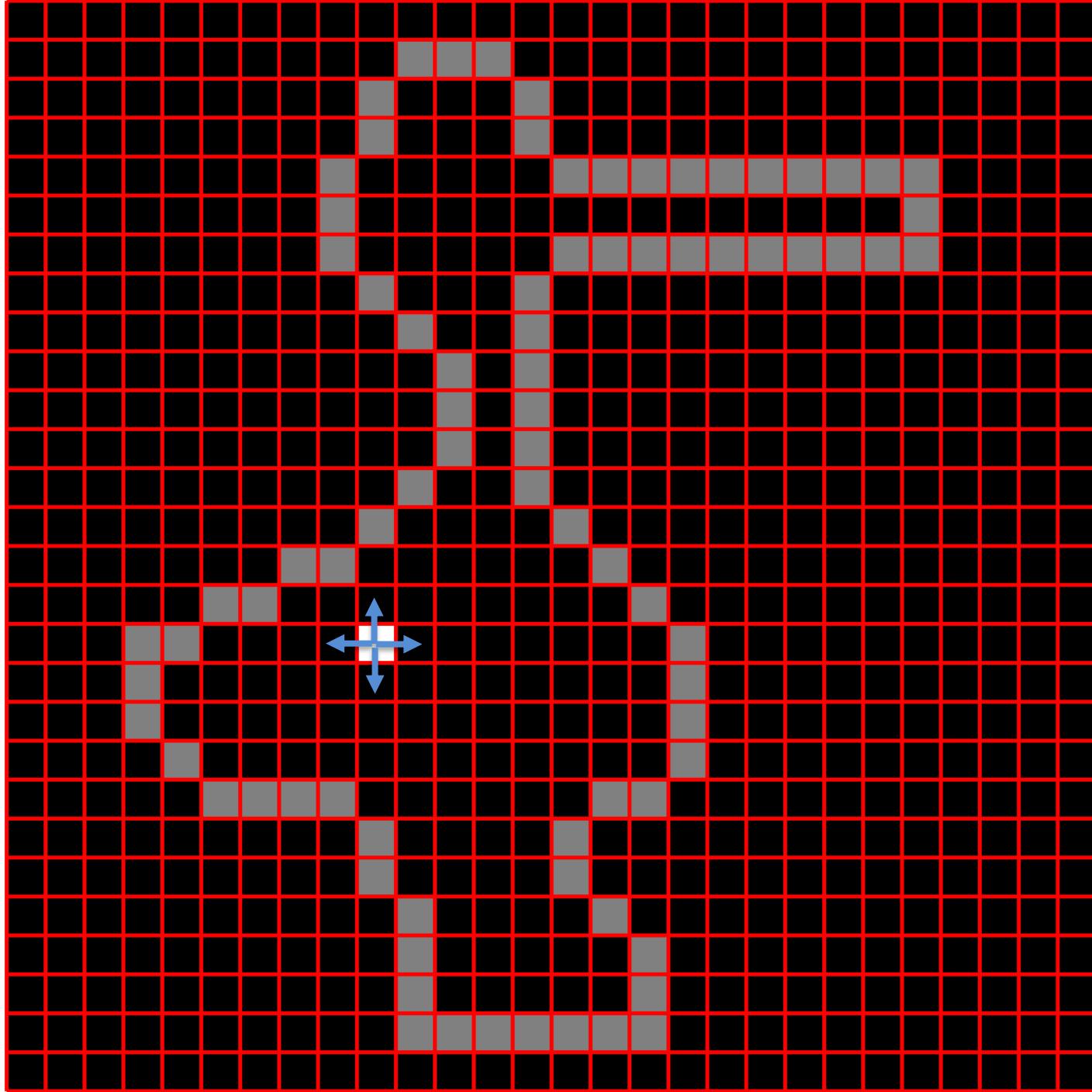
Se desea
rellenar el
interior

1. Escogemos un pixel semilla



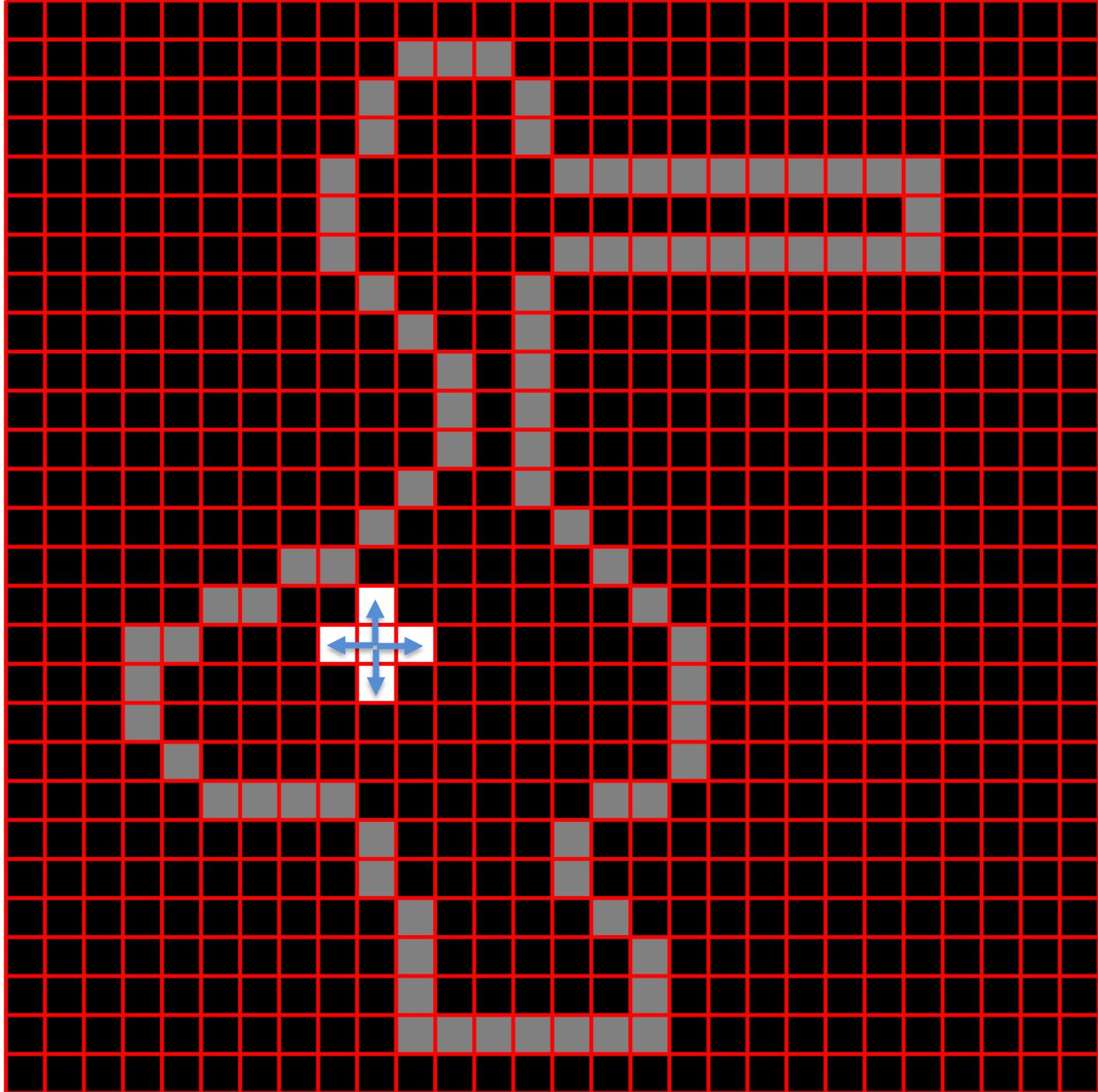
Se desea
rellenar el
interior

1. Escogemos un pixel semilla
2. Hacemos crecer en 4 direcciones



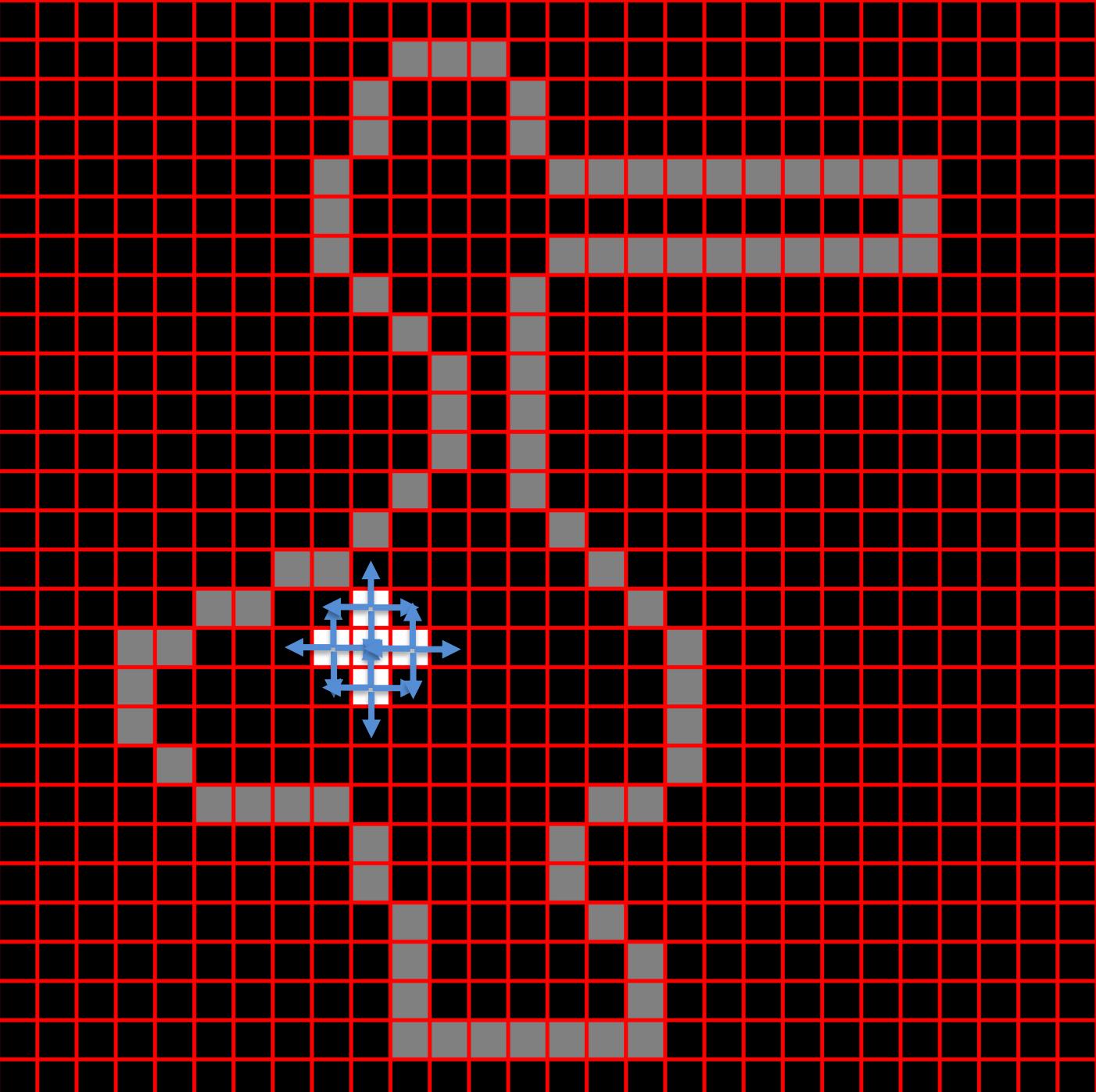
Se desea
rellenar el
interior

1. Escogemos un pixel semilla
2. Hacemos crecer en 4 direcciones
3. Repetimos en forma iterativa respetando borde (gris)



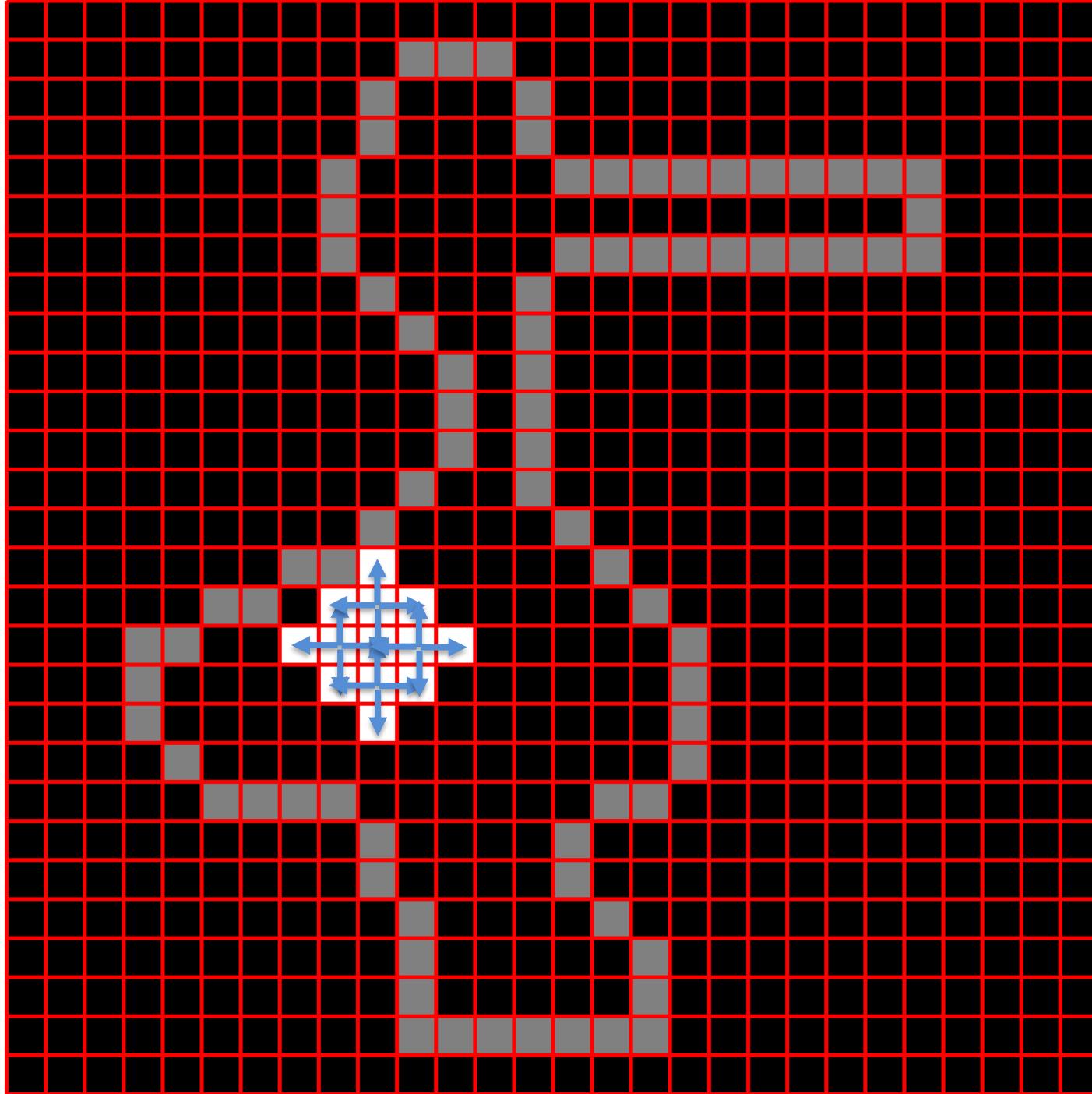
Se desea
rellenar el
interior

1. Escogemos un pixel semilla
2. Hacemos crecer en 4 direcciones
3. Repetimos en forma iterativa respetando borde (gris)



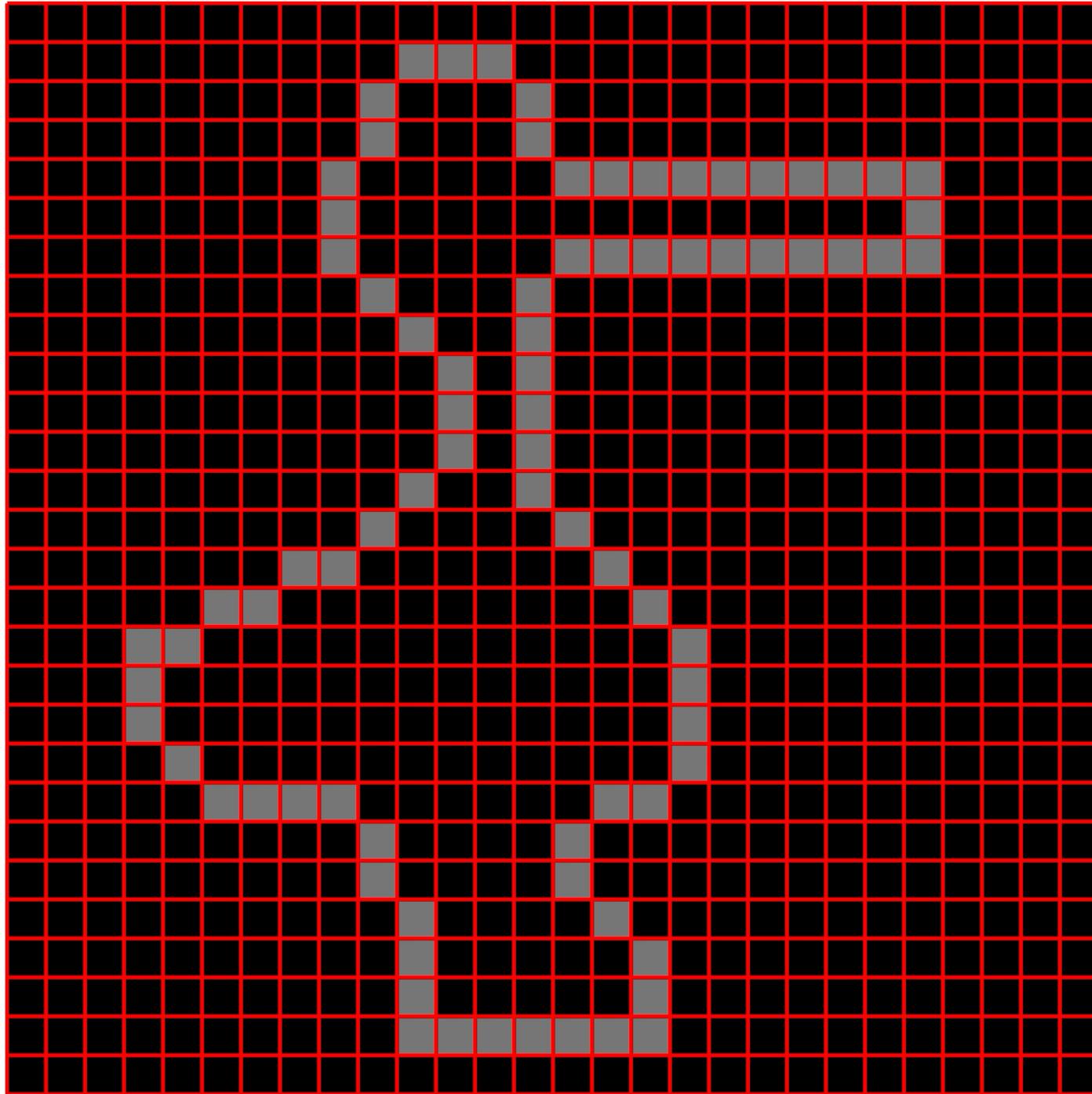
Se desea
rellenar el
interior

1. Escogemos un pixel semilla
2. Hacemos crecer en 4 direcciones
3. Repetimos en forma iterativa respetando borde (gris)



Se desea
rellenar el
interior

1. Escogemos un pixel semilla
2. Hacemos crecer en 4 direcciones
3. Repetimos en forma iterativa respetando borde (gris)



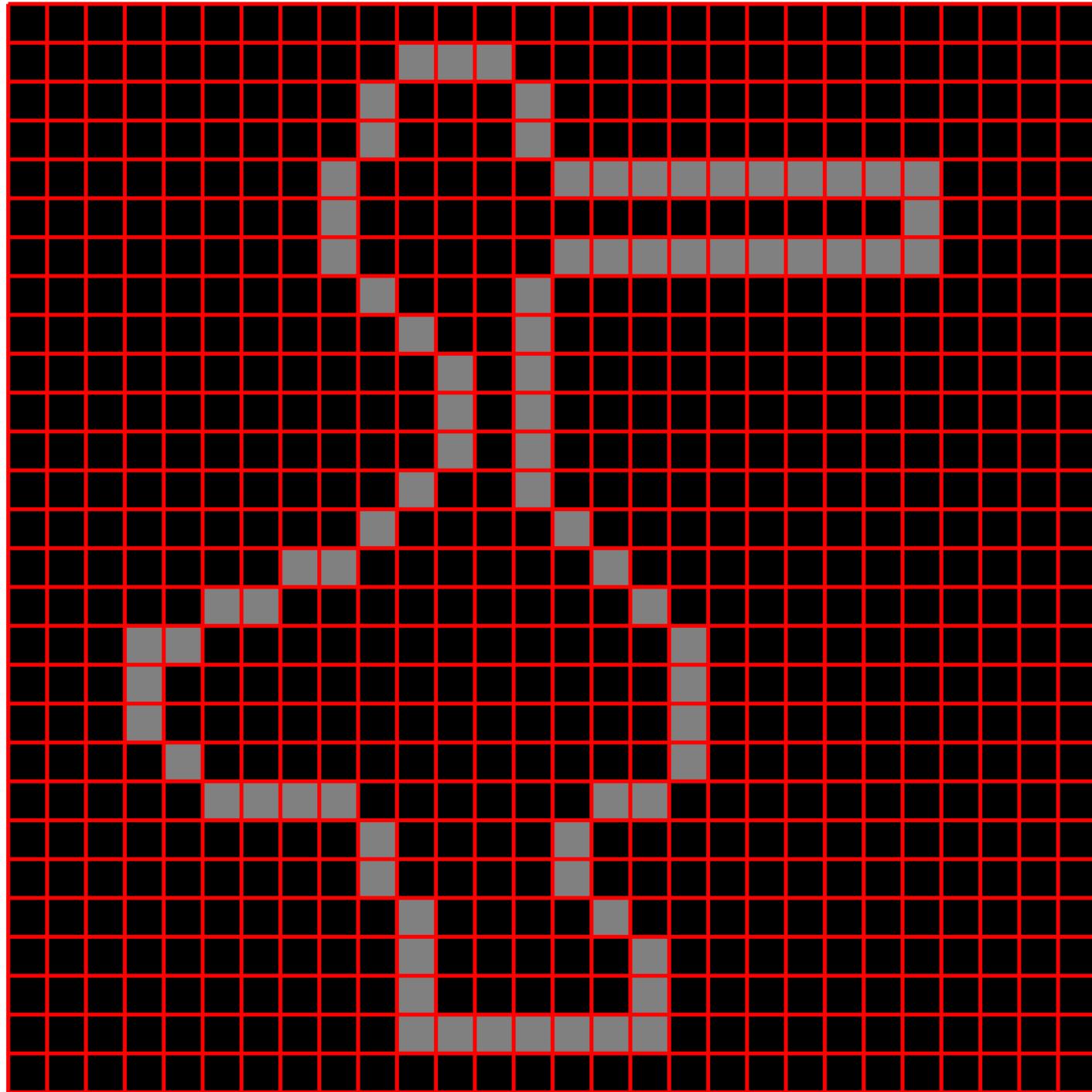
Algoritmo

E = bordes

X = zeros(28,28)

(i,j) = semilla

X(i,j) = 1



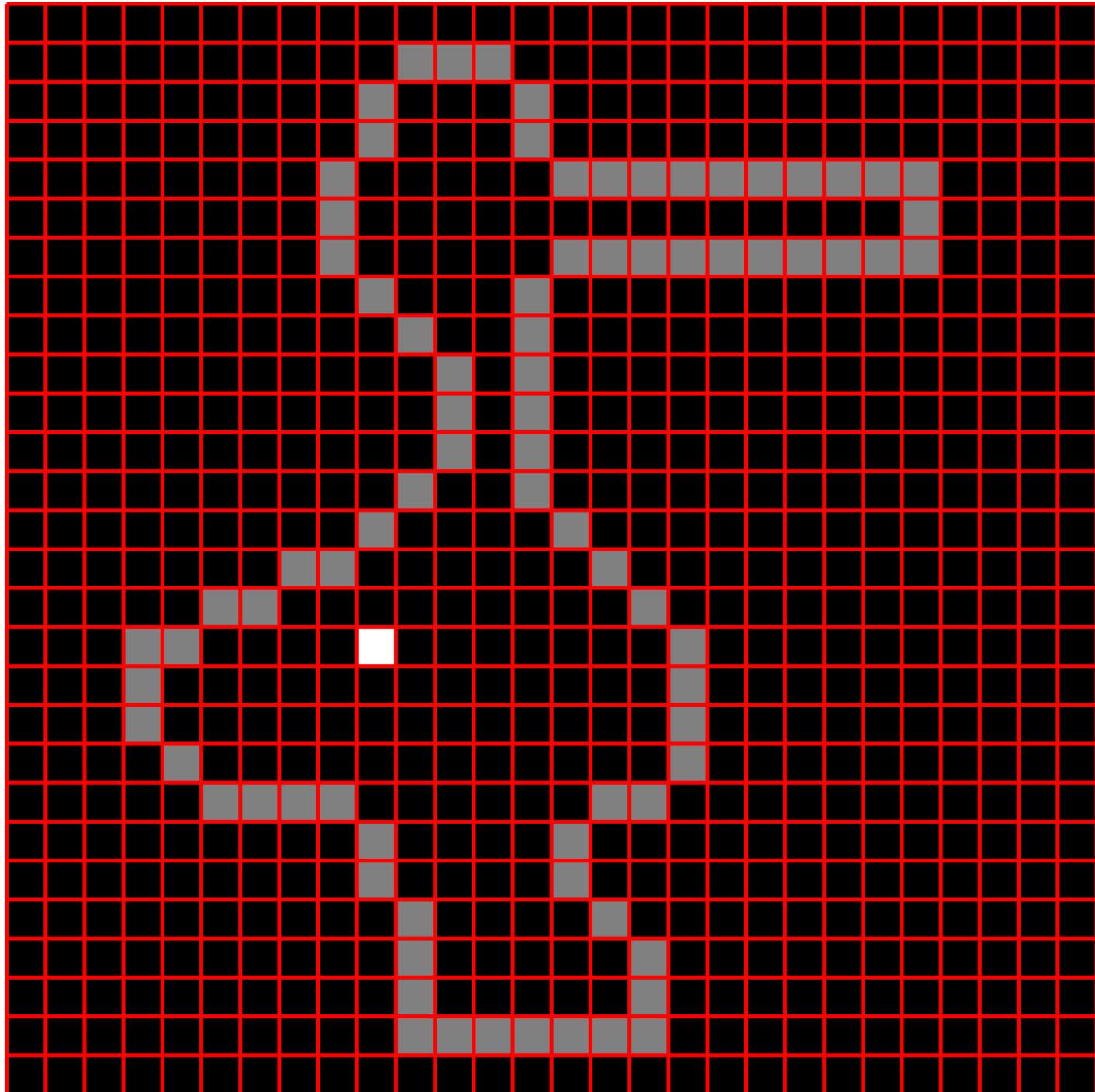
Algoritmo

E = bordes

X = zeros(28,28)

(i,j) = semilla

X(i,j) = 1



Algoritmo

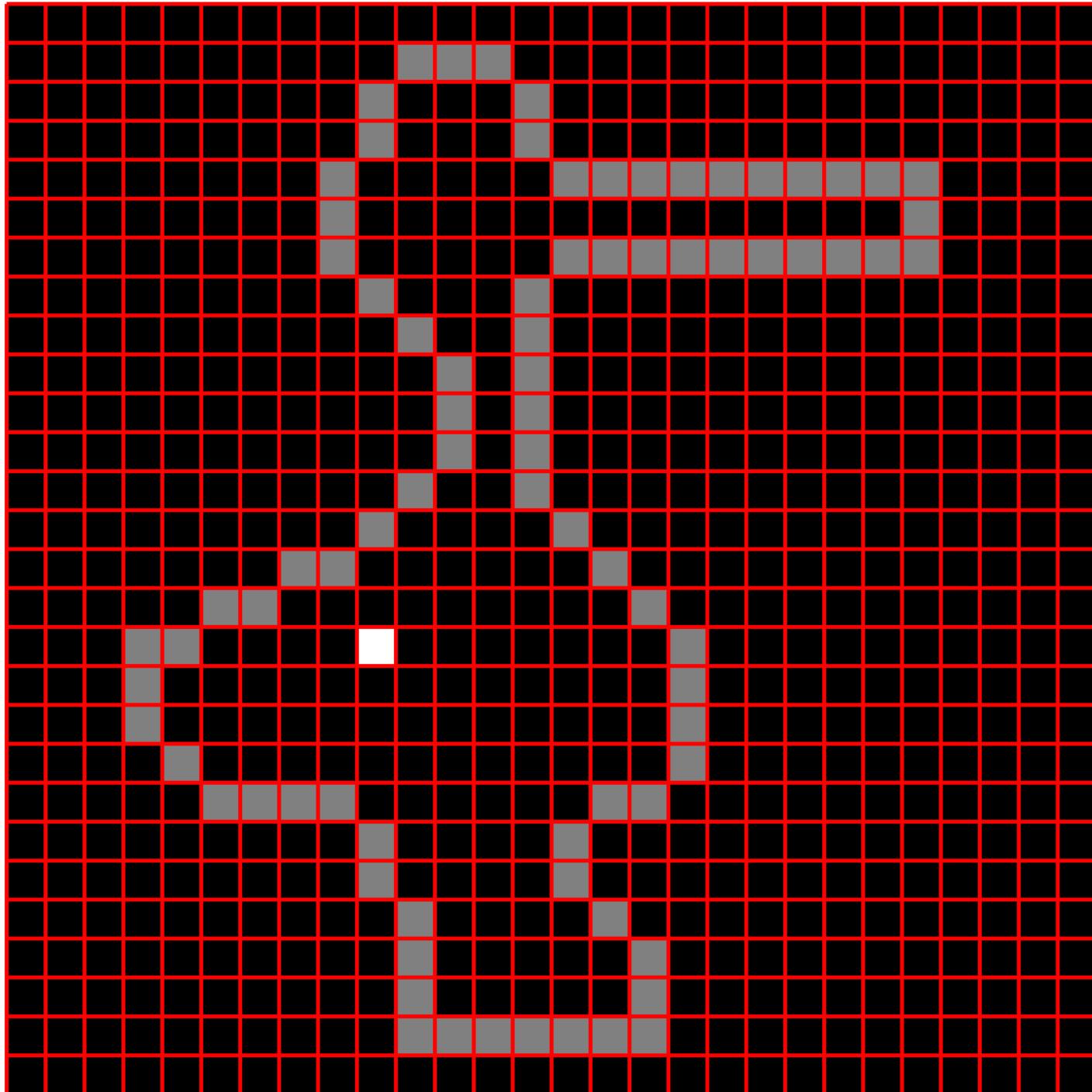
E = bordes

X = zeros(28,28)

(i,j) = semilla

X(i,j) = 1

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



Algoritmo

$E = \text{bordes}$

$X = \text{zeros}(28,28)$

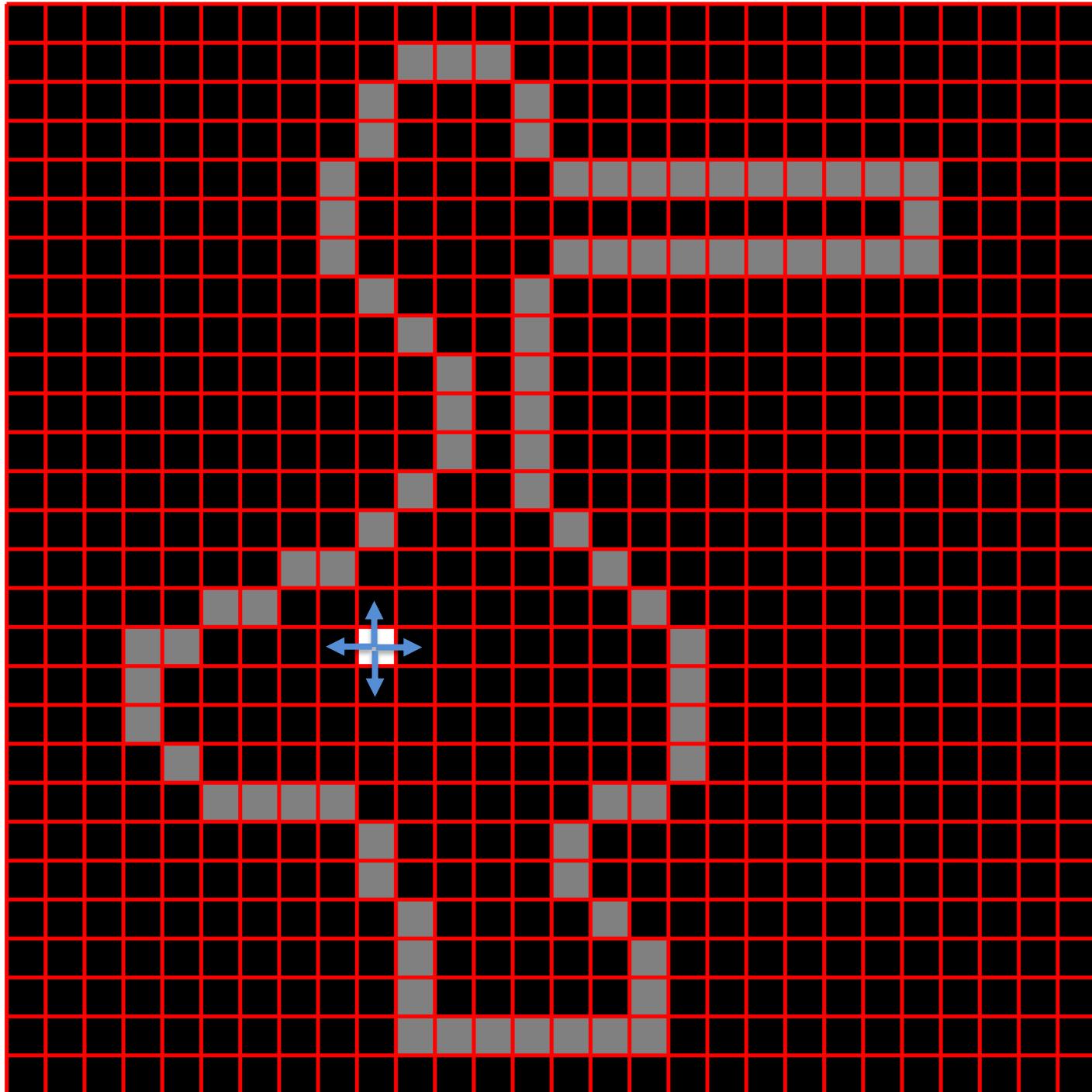
$(i,j) = \text{semilla}$

$X(i,j) = 1$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$X = X \odot S$

↑
Dilatación



Algoritmo

$E = \text{bordes}$

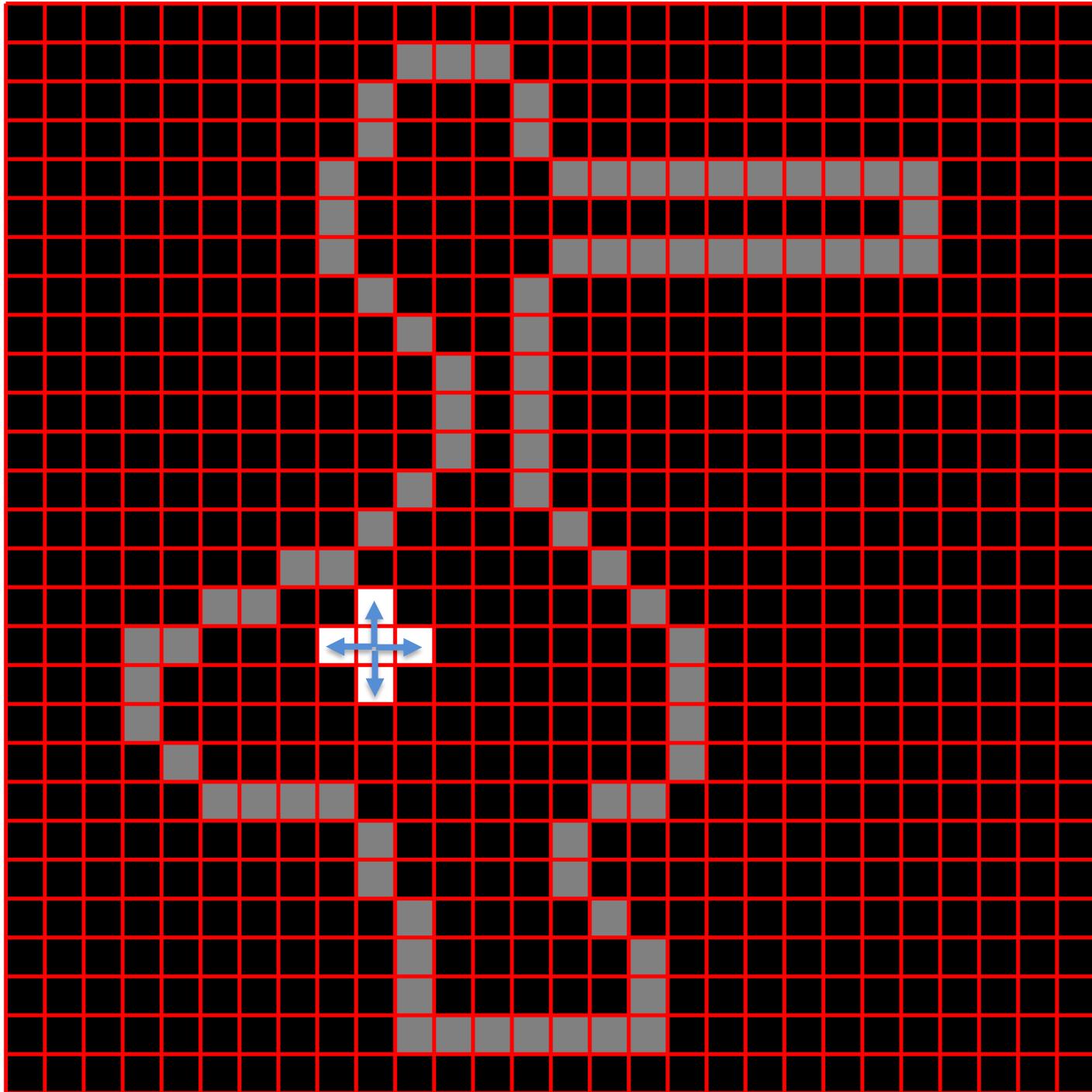
$X = \text{zeros}(28,28)$

$(i,j) = \text{semilla}$

$X(i,j) = 1$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$X = X \odot S$$



Algoritmo

E = bordes

$X = \text{zeros}(28,28)$

$(i,j) = \text{semilla}$

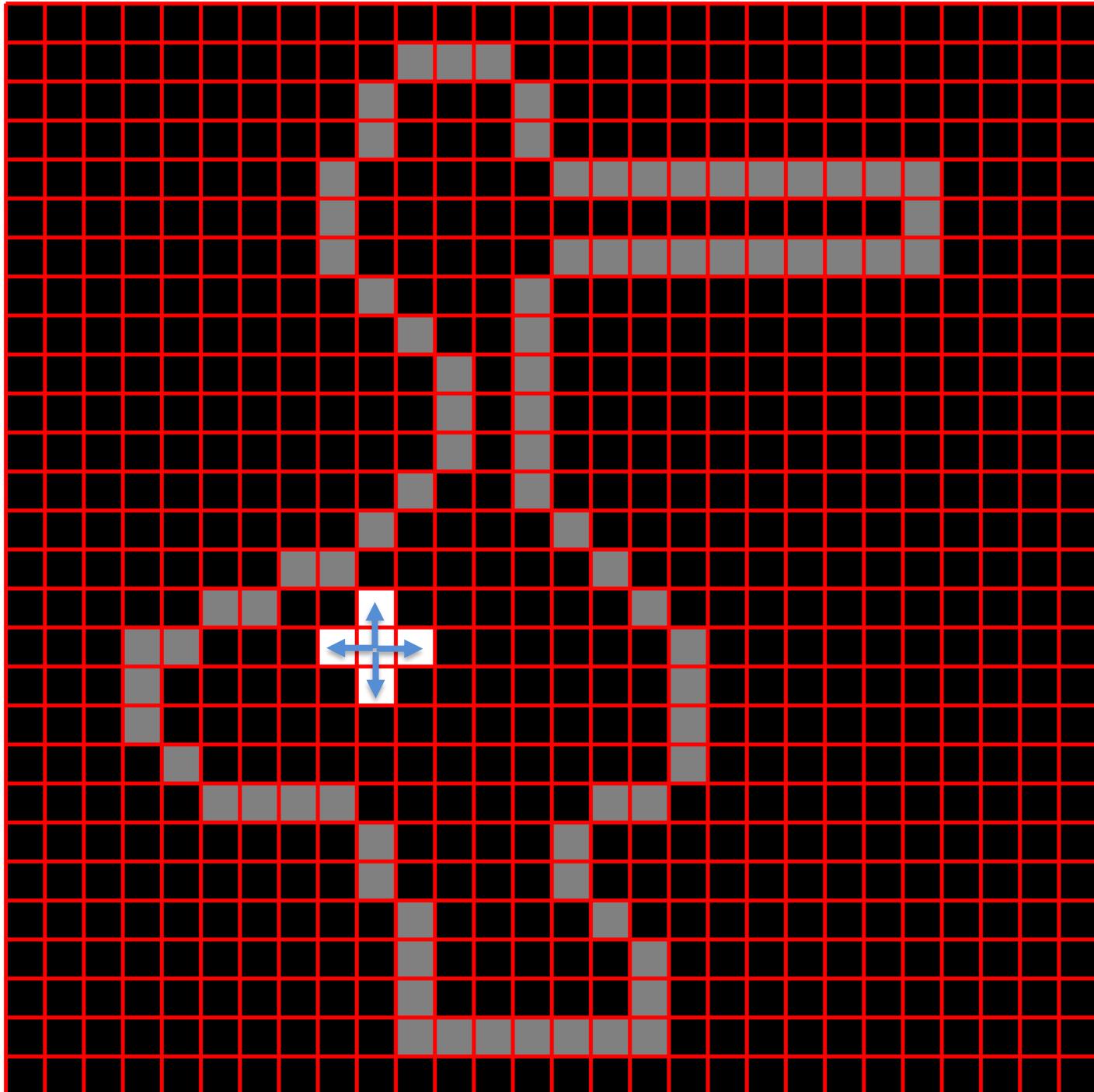
$X(i,j) = 1$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

NOT

$$X = (X \oplus S) \cdot \bar{E}$$

AND



Algoritmo

$E = \text{bordes}$

$X = \text{zeros}(28,28)$

$(i,j) = \text{semilla}$

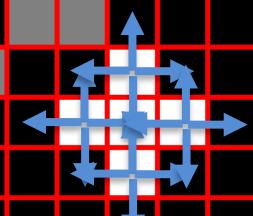
$X(i,j) = 1$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$X_{k+1} = (X_k \oplus S) \bullet \bar{E}$$

parar cuando:

$$X_{k+1} = X_k$$



Algoritmo

$E = \text{bordes}$

$X = \text{zeros}(28,28)$

$(i,j) = \text{semilla}$

$X(i,j) = 1$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$X_{k+1} = (X_k \oplus S) \bullet \bar{E}$$

parar cuando:

$$X_{k+1} = X_k$$

Cierre

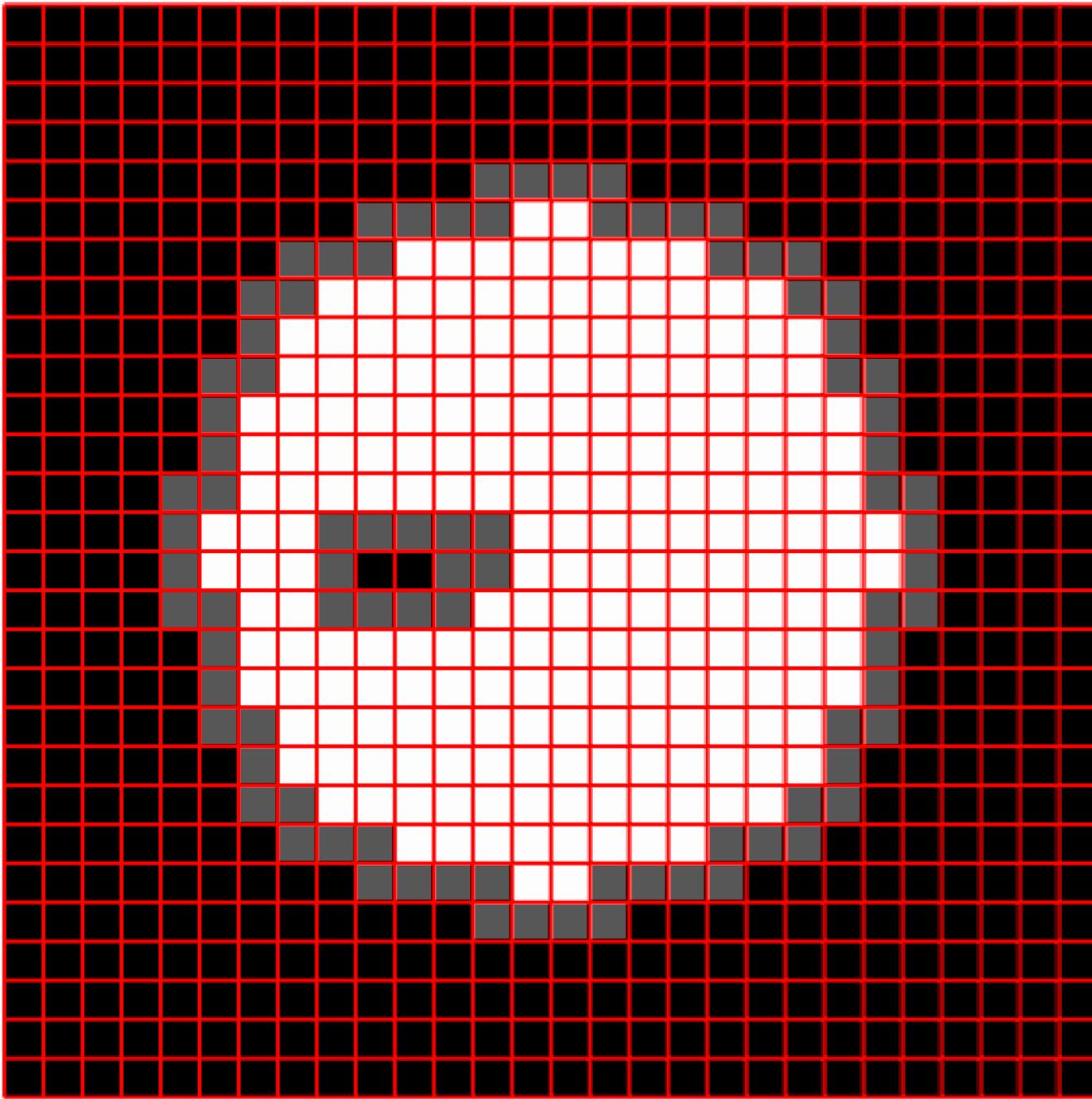
$$Y = X \bullet S$$

| | |
Output Input Estructura

Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
rellenar el
agujero.

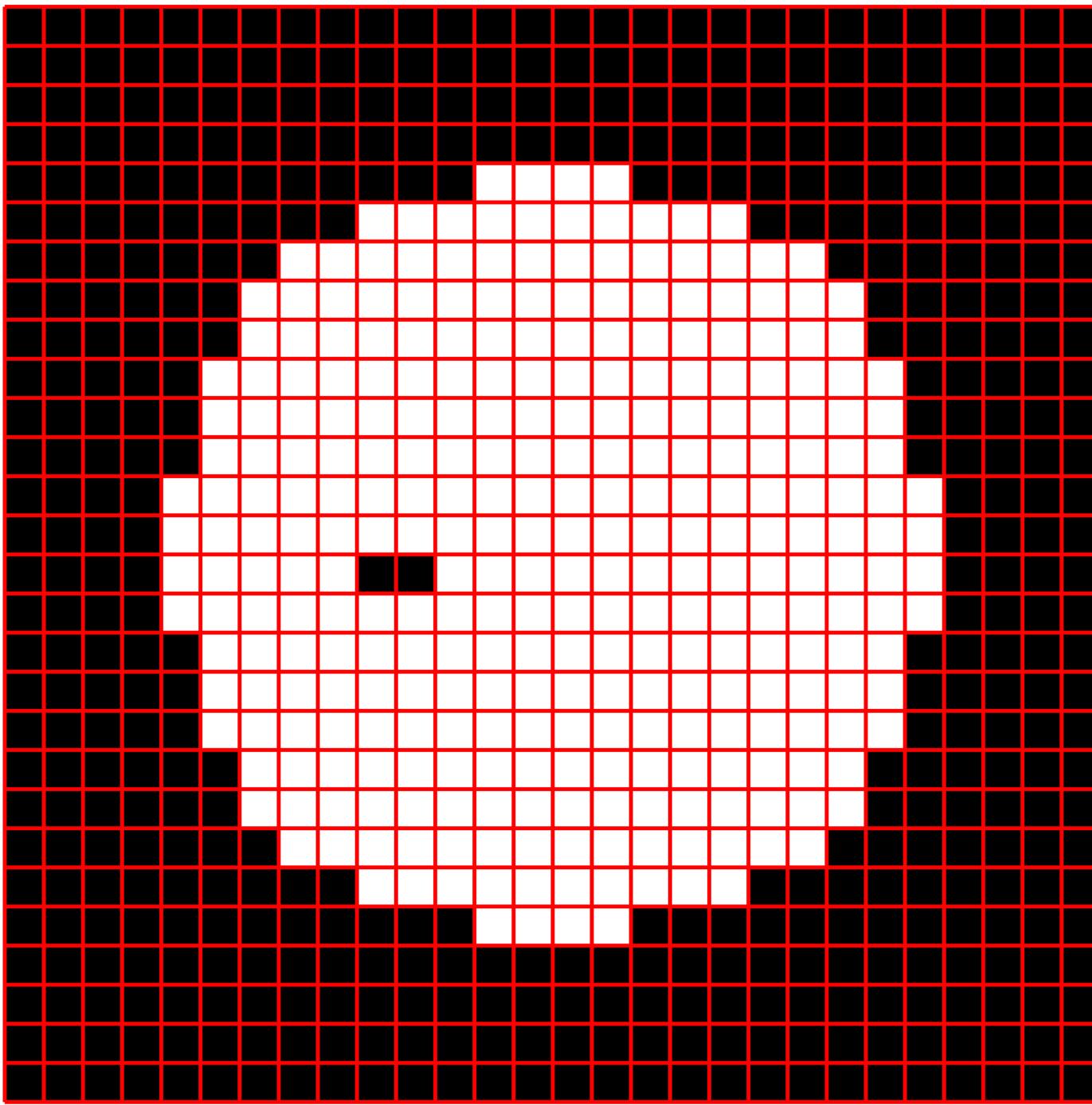
¿Qué pasaría si
hacemos una
dilatación con
una estructura
 3×3 ?



Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
rellenar el
agujero.

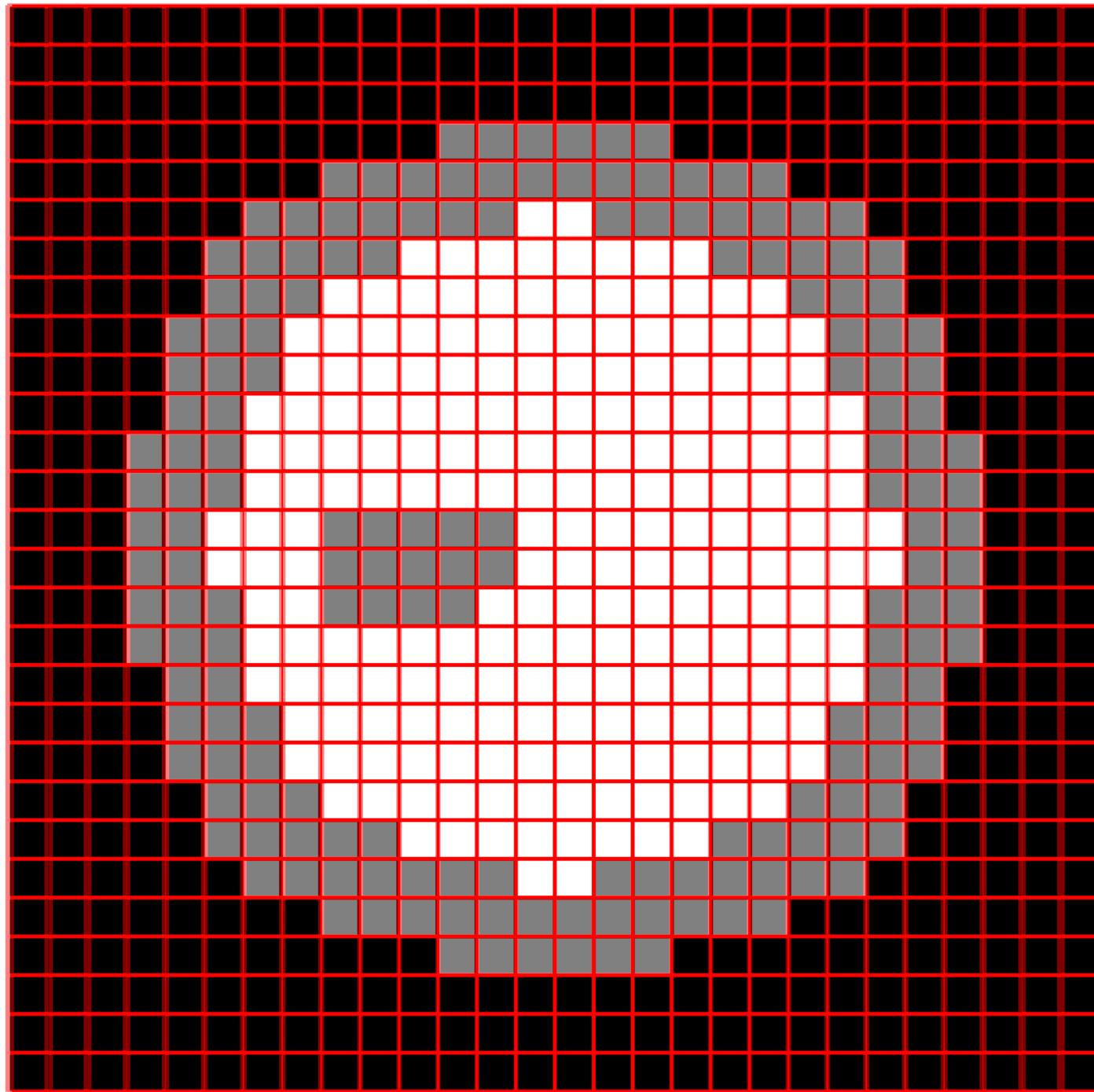
La estructura
 3×3 no es
suficiente.



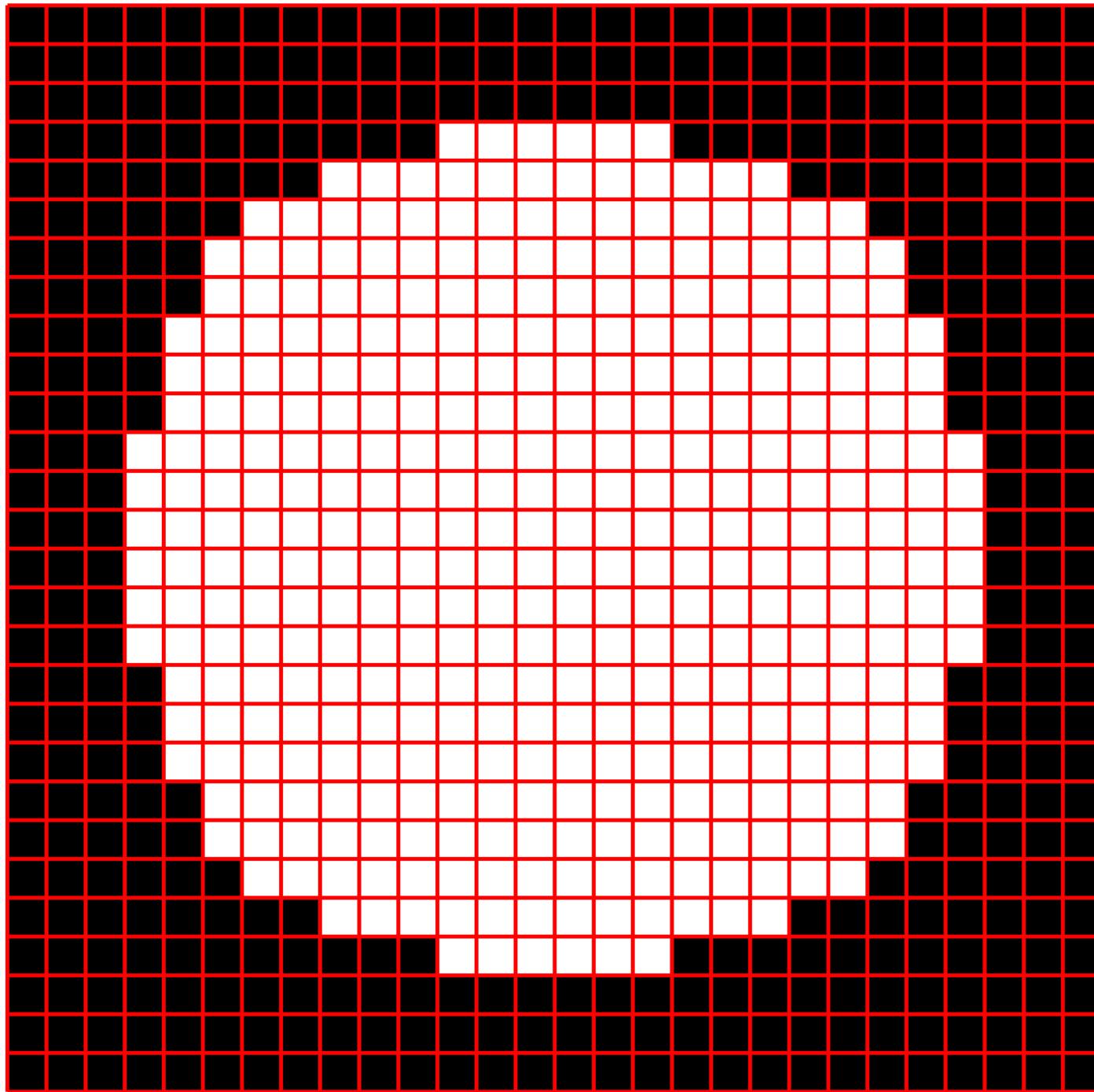
Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
rellenar el
agujero.

¿Qué pasaría si
hacemos una
dilatación con
una estructura
 5×5 ?



Ejemplo Imagen binaria 28×28



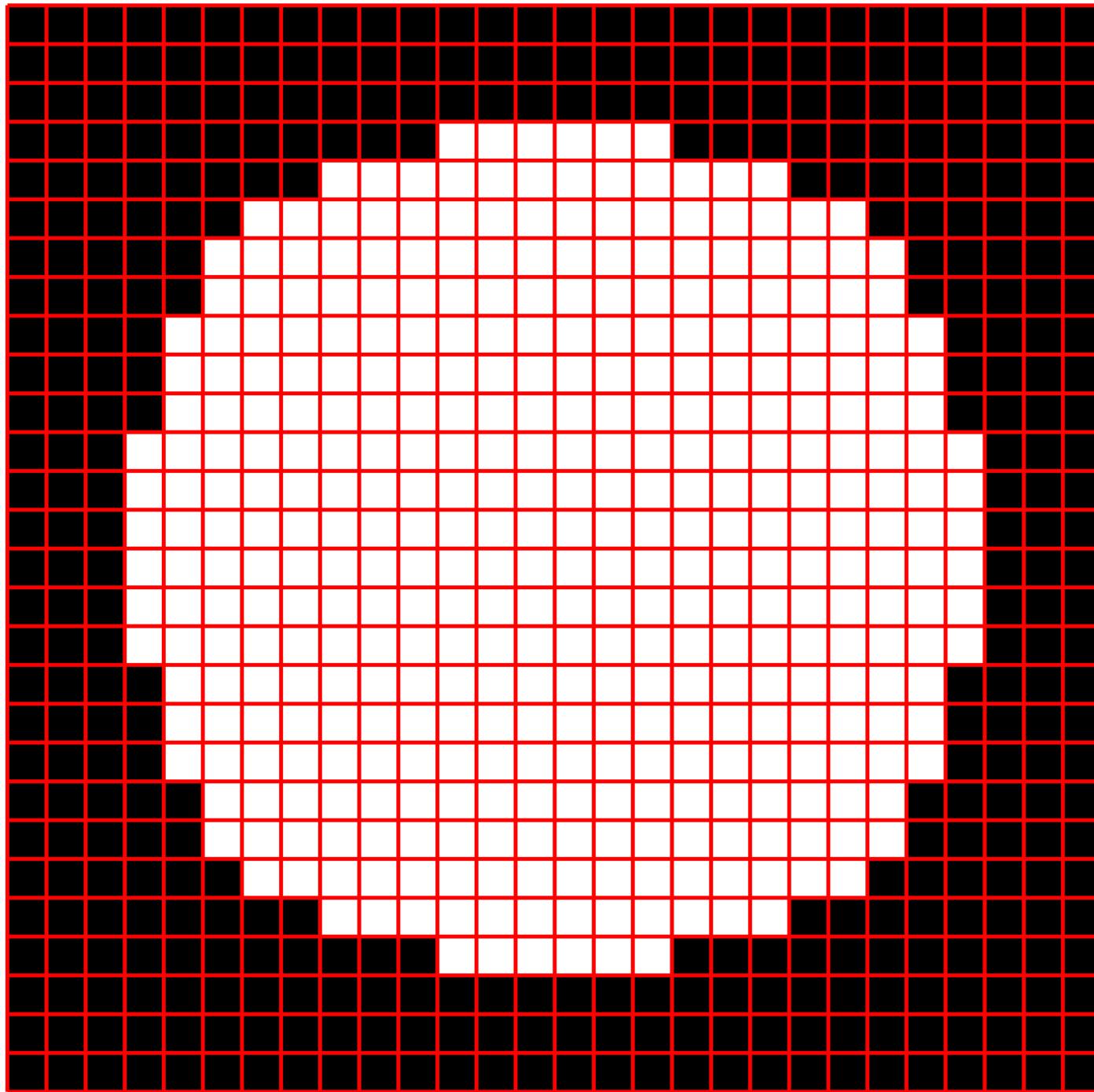
Se desea
rellenar el
agujero.

Se rellena el
agujero pero se
dilata demasiado.

Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
rellenar el
agujero.

¿Qué pasaría si
después de la
dilatación
hacemos una
erosión con una
estructura 5×5 ?

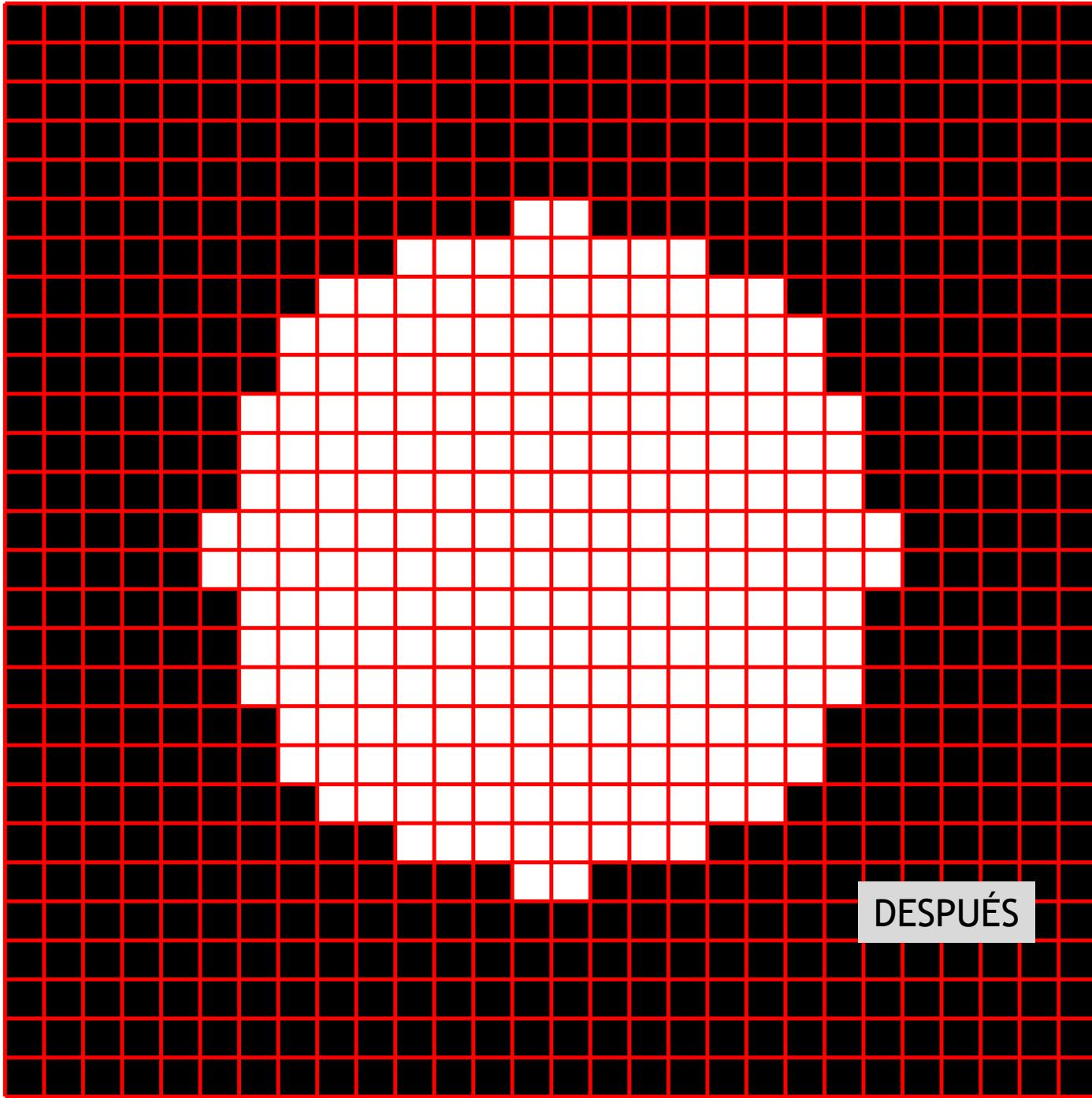


Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
rellenar el
agujero.

Bien! Se rellena
y se mantiene el
tamaño.

DESPUÉS

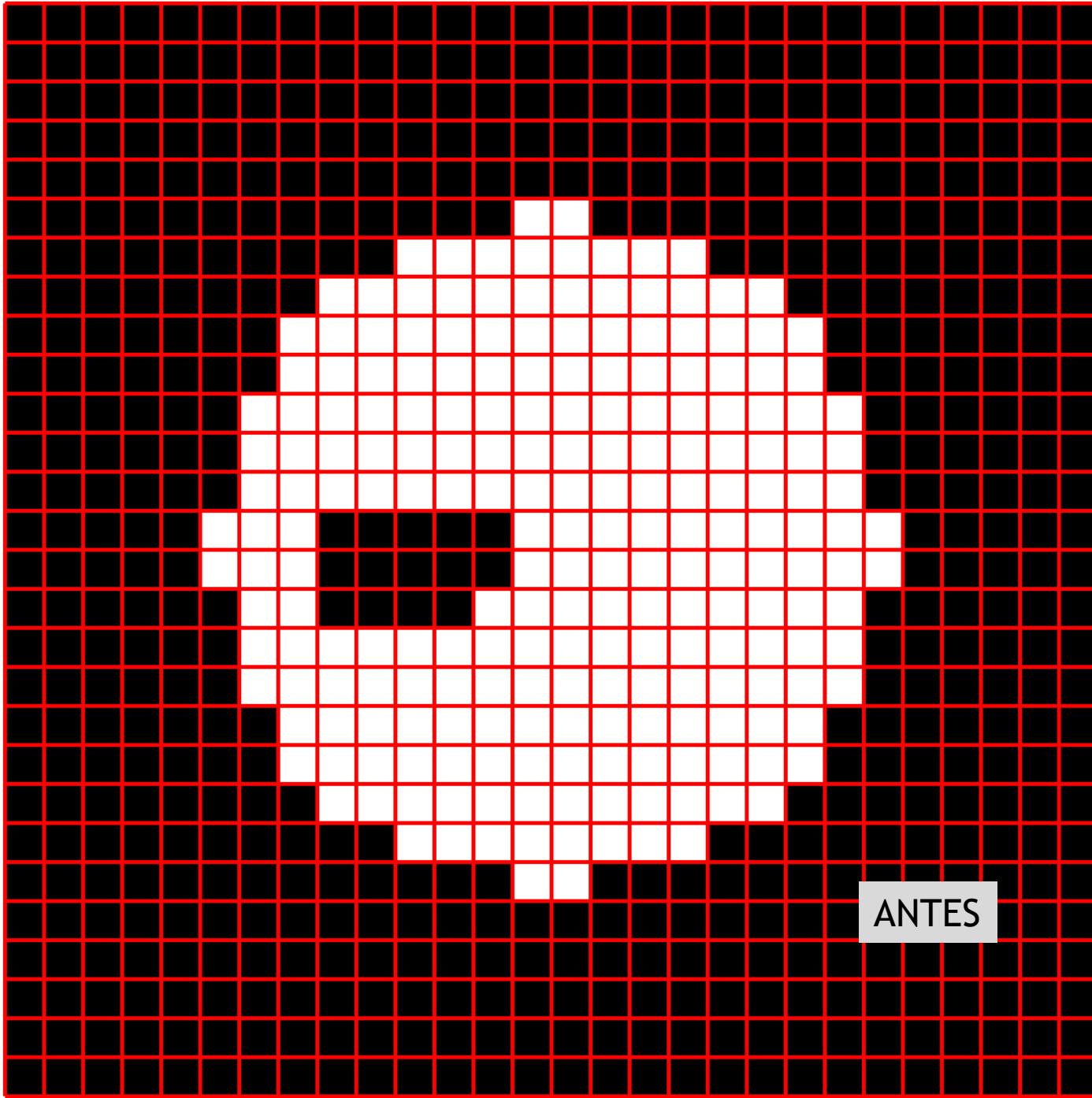


Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
rellenar el
agujero.

Bien! Se rellena
y se mantiene el
tamaño.

ANTES



Cierre

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \bullet \mathbf{S} = (\mathbf{X} \oplus \mathbf{S}) \ominus \mathbf{S}$$

| | |
Output Input Estructura

1. Dilatación
2. Erosión

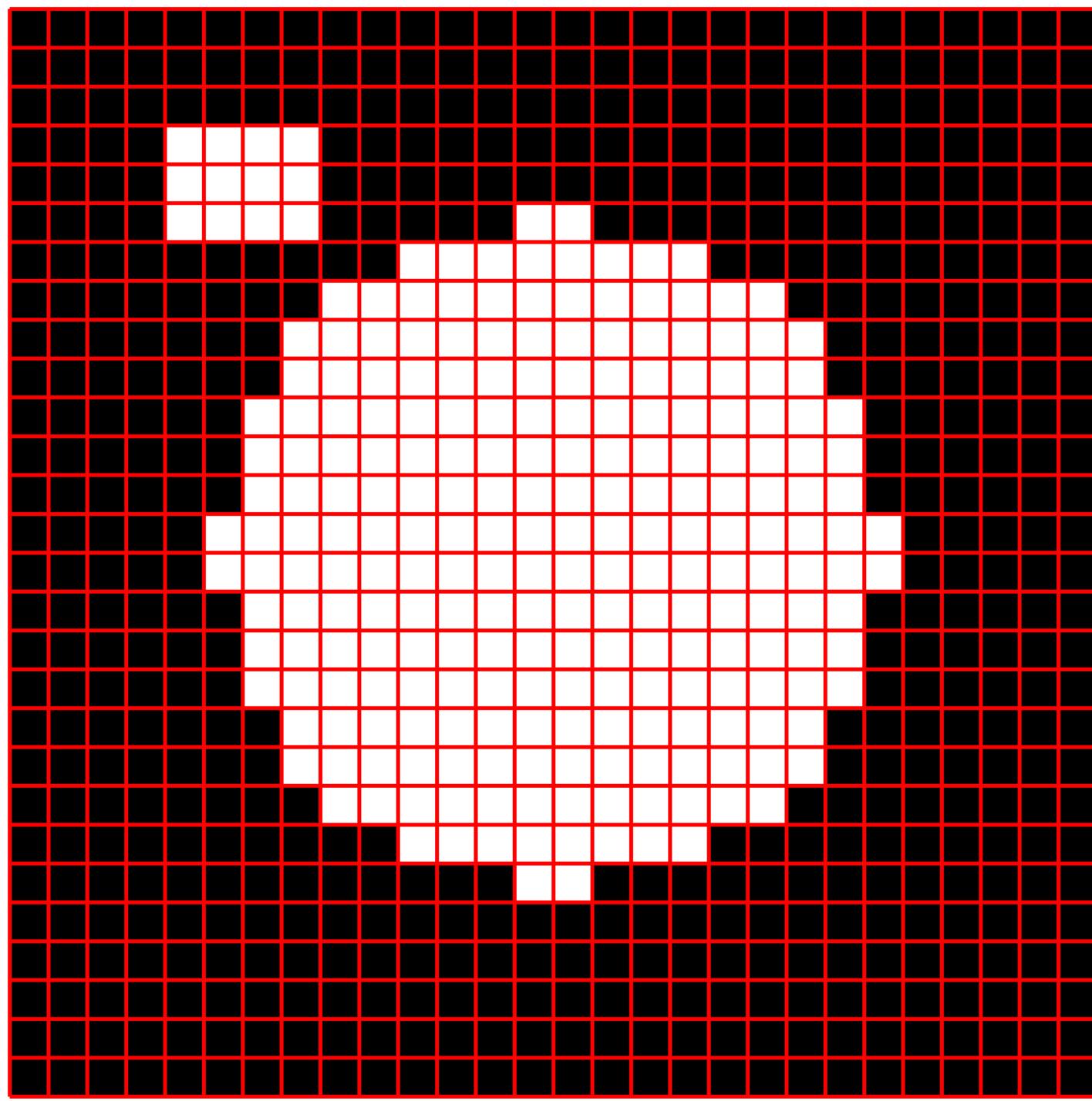
Apertura

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \circ \mathbf{S}$$

| | |
Output Input Estructura

Ejemplo Imagen binaria 28×28

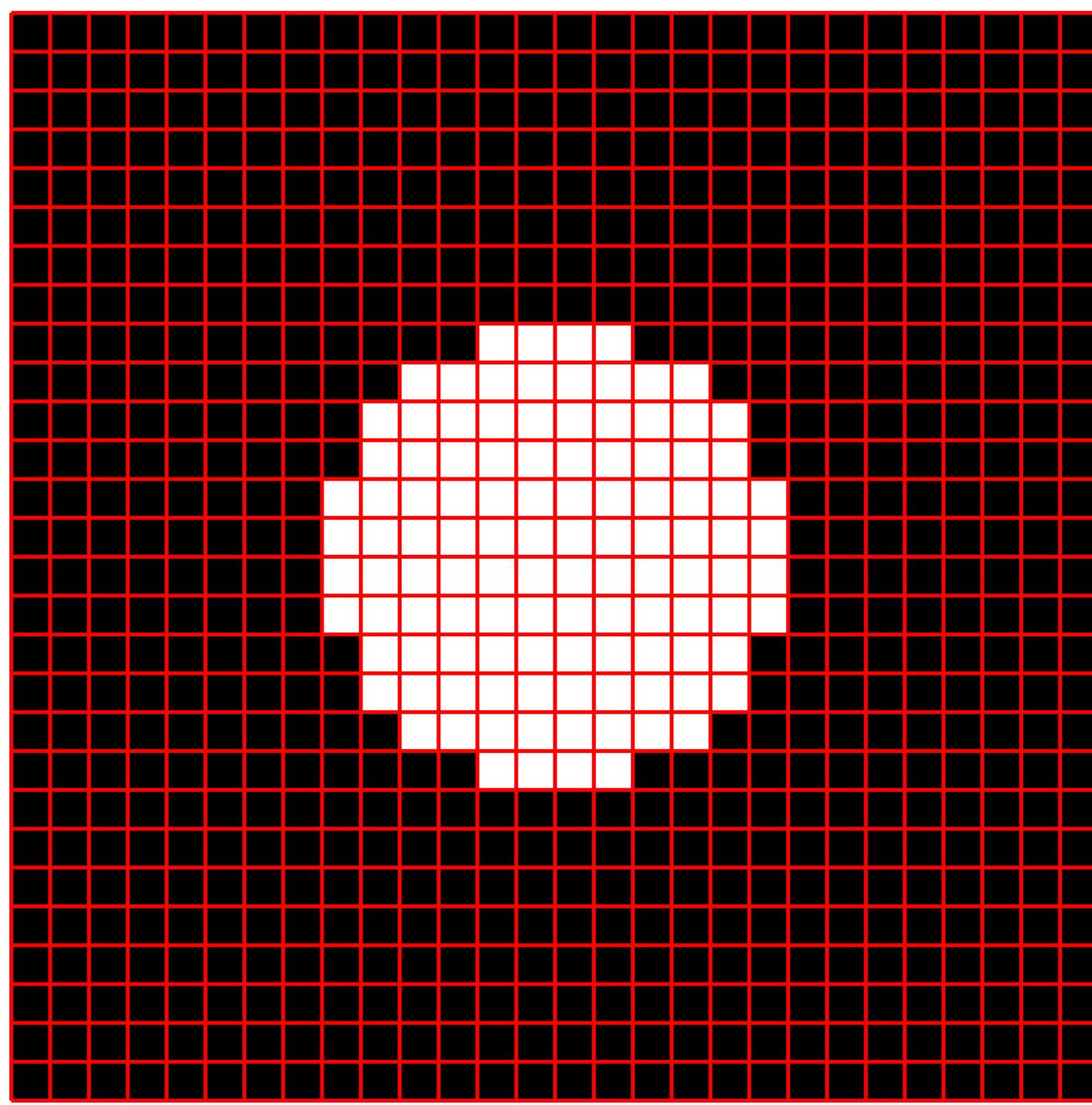
Se desea
eliminar
rectángulo.



Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
eliminar
rectángulo.

Erosión 5x5.

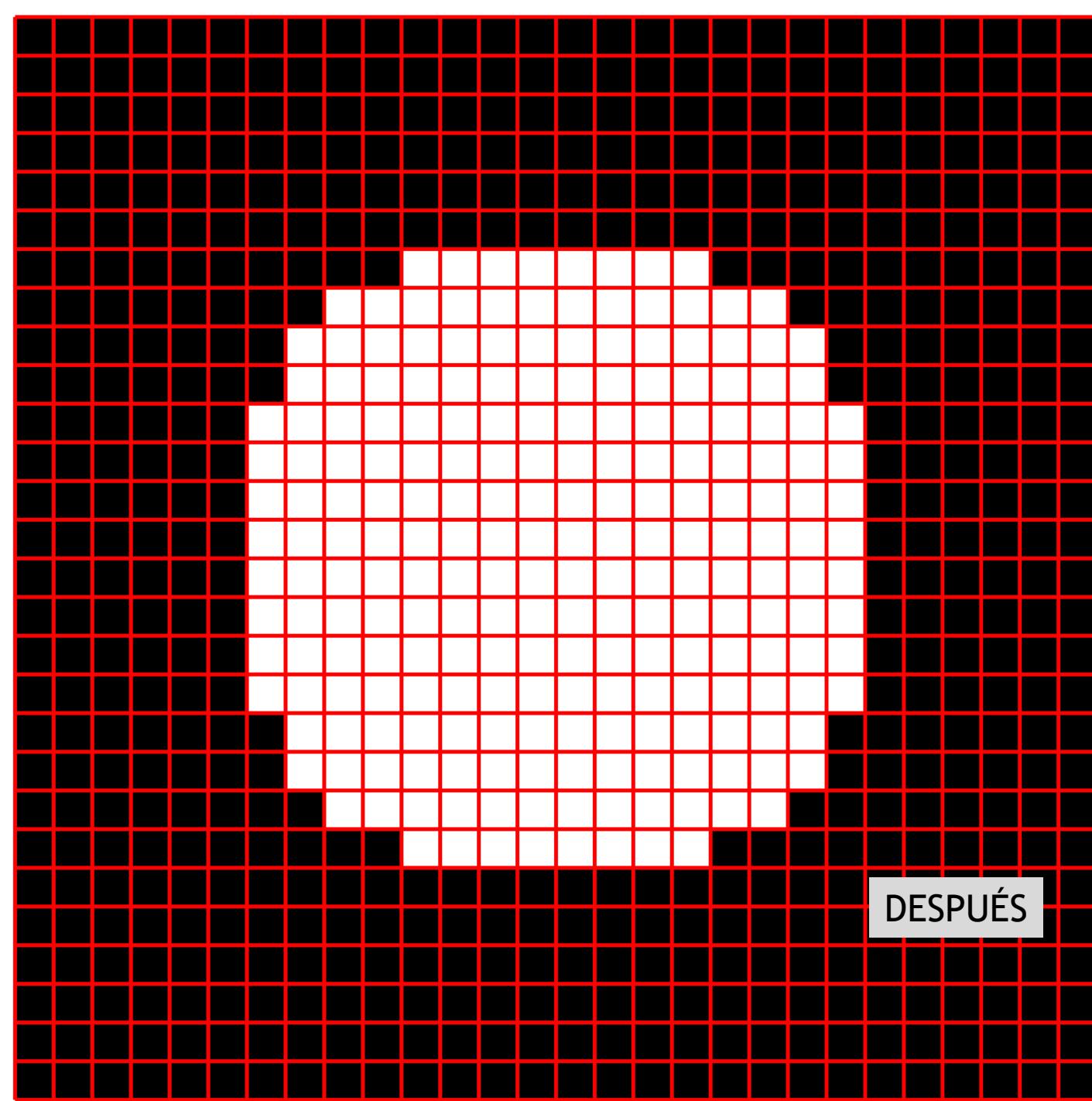


Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
eliminar
rectángulo.

Erosión 5x5.
Dilatación 5x5.

DESPUÉS

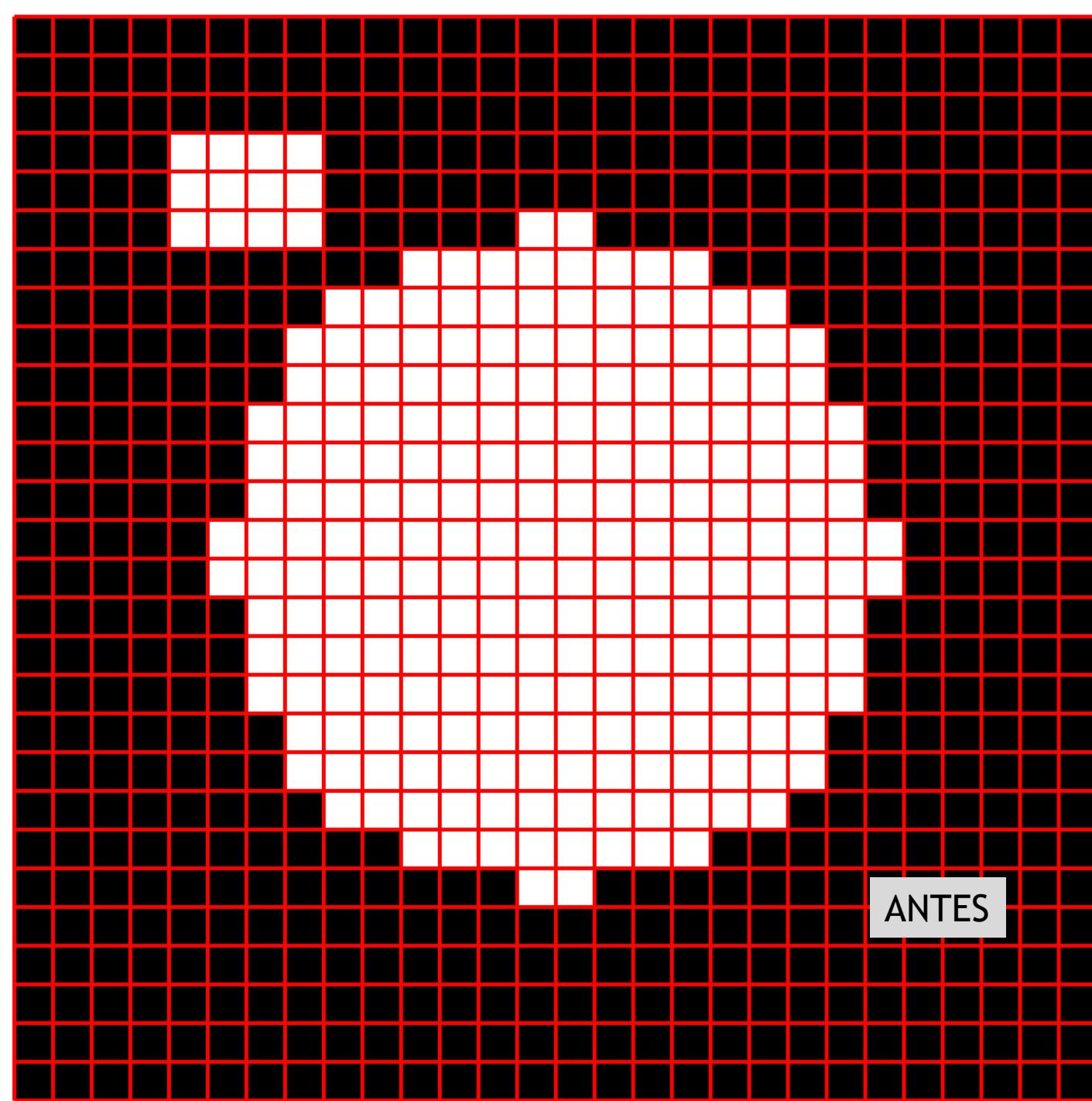


Ejemplo Imagen binaria 28×28

Se desea
eliminar
rectángulo.

Erosión 5x5.
Dilatación 5x5.

ANTES



Apertura

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \circ \mathbf{S} = (\mathbf{X} \ominus \mathbf{S}) \oplus \mathbf{S}$$

| | |
Output Input Estructura

1. Erosión
2. Dilatación

Dilatación y Erosión

$$Y = X \oplus S$$

- Dilatación: El output Y es ‘1’ si hay coincidencia en al menos un elemento de la estructura S con los elementos que cubre en X.
 - Esta operación equivale al máximo.

$$Y = X \ominus S$$

- Erosión: El output es ‘1’ sólo si hay coincidencia de todos los elementos de la estructura S con los elementos que cubre en X.
 - Esta operación equivale al mínimo.

Dilatación y Erosión

En imágenes en tonos de gris (no binarias)

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \oplus \mathbf{S}$$

- Esta operación equivale al máximo.

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \ominus \mathbf{S}$$

- Esta operación equivale al mínimo.

Original
1166 x 1556



A black and white photograph showing a close-up view of a building's roofline. The roof features a series of large, pointed arches supported by thick, fluted columns. The surface of the roof is covered in dark, horizontal shingles. The sky in the background is overcast with visible clouds.

Dilatación
3x3



Dilatación
5x5



Dilatación
15x15

Original
1166 x 1556





Erosión
3x3



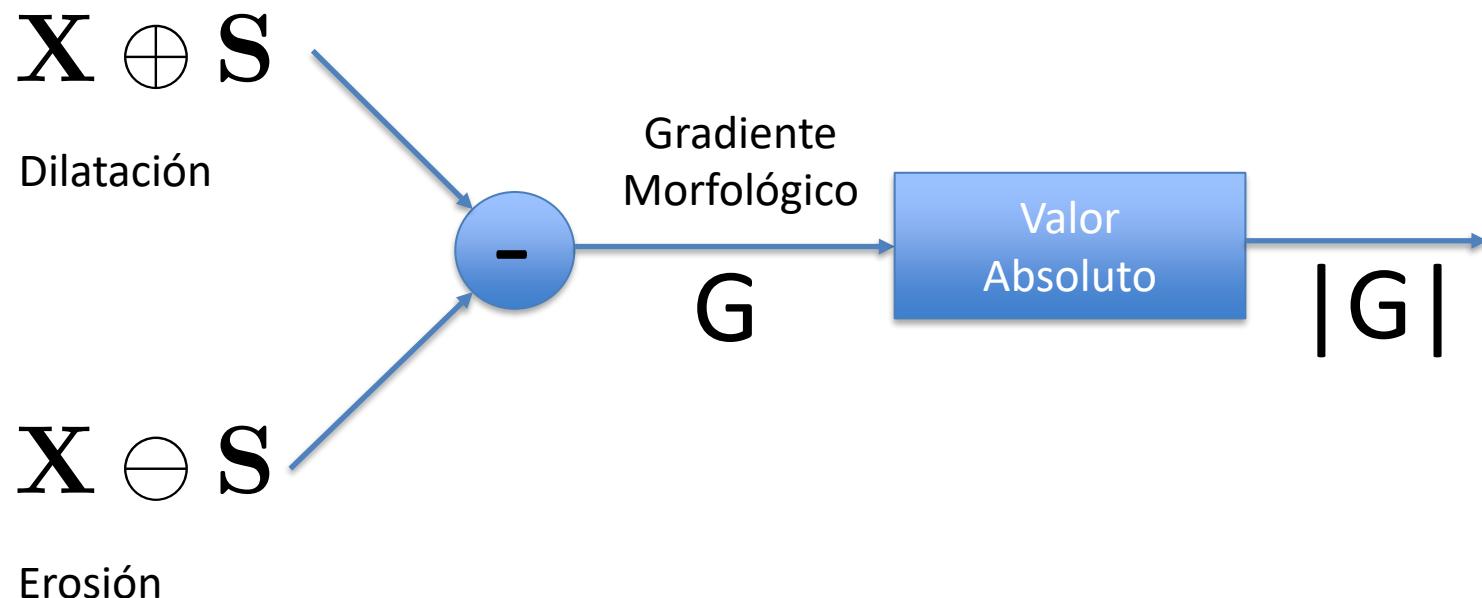
Erosión
5x5



Erosión
15x15

Gradiente Morfológico

En imágenes en tonos de gris (no binarias)



Original
1166 x 1556



Gradiente
3x3



Gradiente
5x5



Gradiente
15x15



Otro ejemplo

