

# Steganalytic Methods for the Detection of Histogram Shifting Data Hiding Schemes

**Daniel Lerch Hostalot**  
David Megías Giménez

XII Reunión Española sobre Criptología y Seguridad de la Información (RECSI 2012)  
Donostia, 7 de Septiembre del 2012

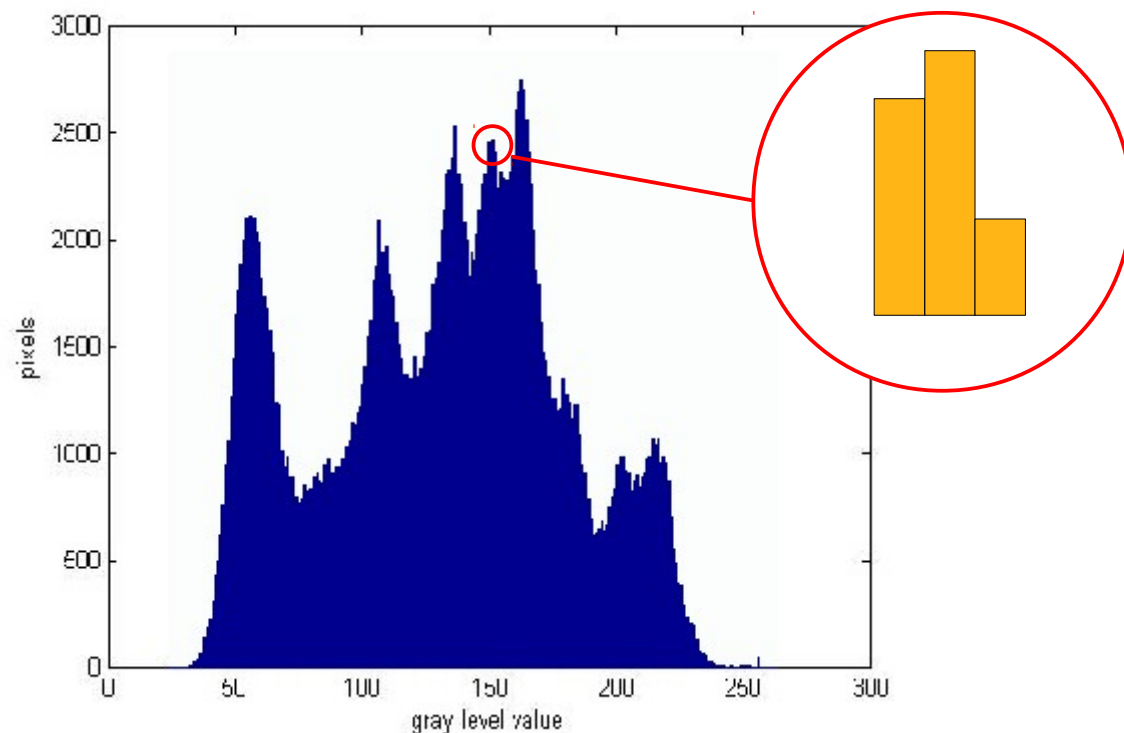


- Introducció
- Estegoanálisis de Ni et Al 2003
- Estegoanálisi de Mohsenzadeh et al 2009
- Estegoanálisis de HSPE
- Estegoanálisis genérico
- Conclusiones

- **Introducción**

- Estegoanálisis de Ni et al 2003
- Estegoanálisi de Mohsenzadeh et al 2009
- Estegoanálisis de HSPE
- Estegoanálisis genérico
- Conclusiones

- La intensidad de los píxeles de una imagen puede ser representada en un histograma.

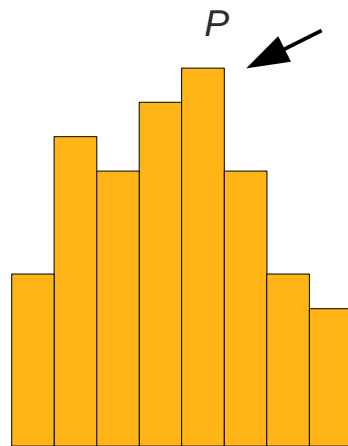


- Existen métodos de esteganografía que permiten ocultar datos en una imagen desplazando su histograma.

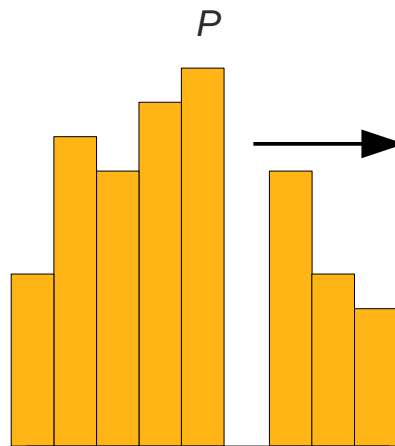
- Introducción
- **Estegoanálisis de Ni et Al 2003**
- Estegoanálisi de Mohsenzadeh et al 2009
- Estegoanálisis de HSPE
- Estegoanálisis genérico
- Conclusiones

## Algoritmo:

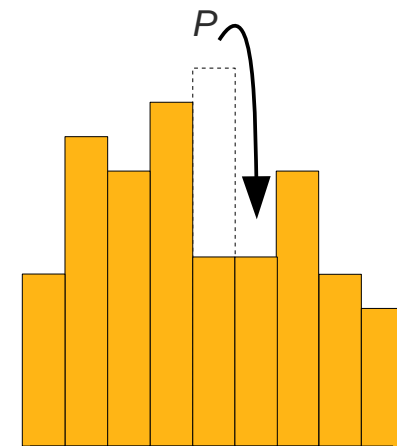
- 1) Encontrar el pico máximo  $P$ .
- 2) Desplazar el histograma hacia la derecha, sumando 1 a todos los píxeles con un valor mayor que  $P$ .
- 3) Insertar información en todos los píxeles con valor  $P$ .
  - Para insertar 0 no se modifica el valor de  $P$ .
  - Para insertar 1 se suma 1 a  $P$ .



Histograma original



Histograma desplazado



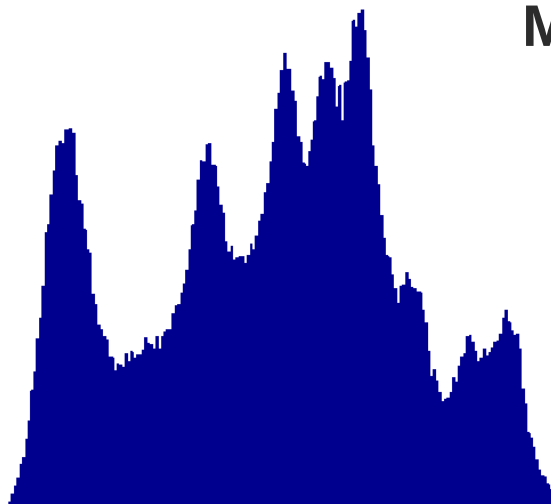
Histograma con mensaje



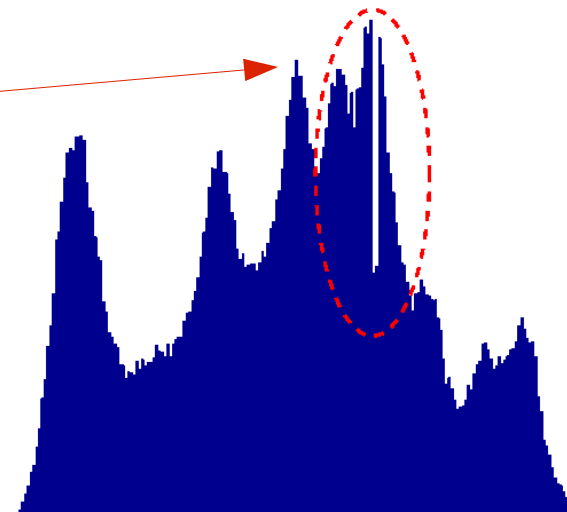
Imagen original



Imagen Ni2003



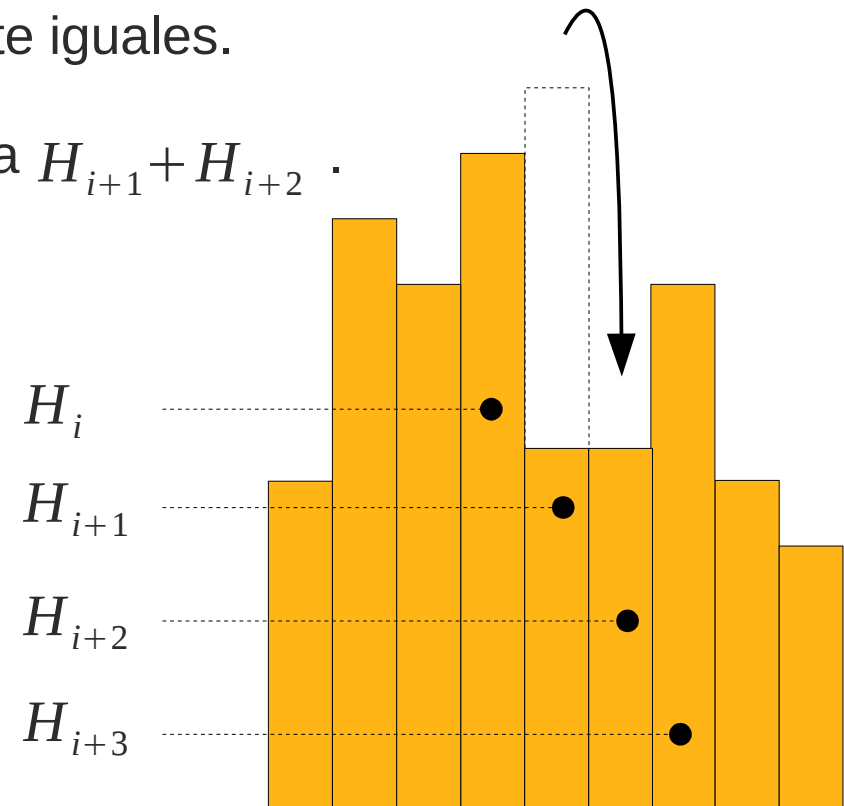
**Marca Visible  
en el  
Histograma**



La forma anormal del histograma puede ser detectada teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- 1)  $H_{i+1} + H_{i+2}$  es la barra más alta del histograma.
- 2)  $H_{i+1}$  y  $H_{i+2}$  son aproximadamente iguales.
- 3)  $H_i$  o  $H_{i+3}$  no son muy inferiores a  $H_{i+1} + H_{i+2}$ .

Results NRCS	
Successful	<b>85,19%</b>
Positive	40,29%
Negative	44,89%
False Positive	05.10%
False Negative	09,70%





- Introducción
- Estegoanálisis de Ni et Al 2003
- **Estegoanálisi de Mohsenzadeh et al 2009**
- Estegoanálisis de HSPE
- Estegoanálisis genérico
- Conclusiones

## Algoritmo:

- 1) Encontrar el pico máximo  $P$ .
- 2) Desplazar el histograma hacia la derecha (sumando 1 a todos los píxeles con un valor mayor que  $P$ ) y hacia la izquierda (restándoles 1).
- 3) Insertar información a derecha e izquierda del píxeles  $P+2$  (o  $P-2$ ).
  - Para insertar 0, poner  $P+1$  (o  $P-1$ ) en el píxel de la derecha.
  - Para insertar 1, poner  $P+1$  (o  $P-1$ ) en el píxel de la izquierda.

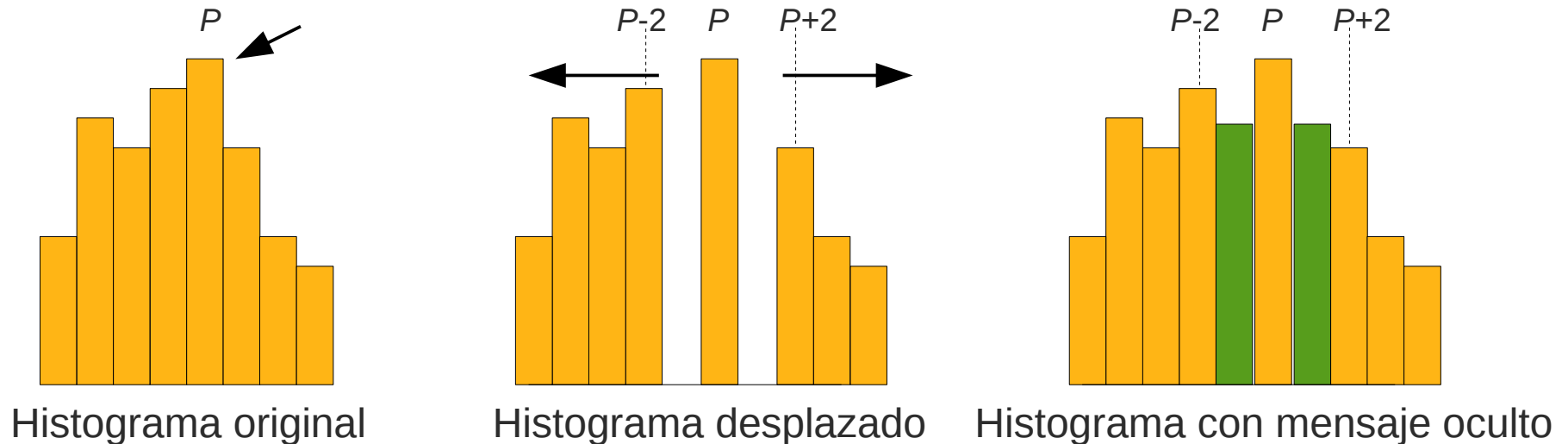


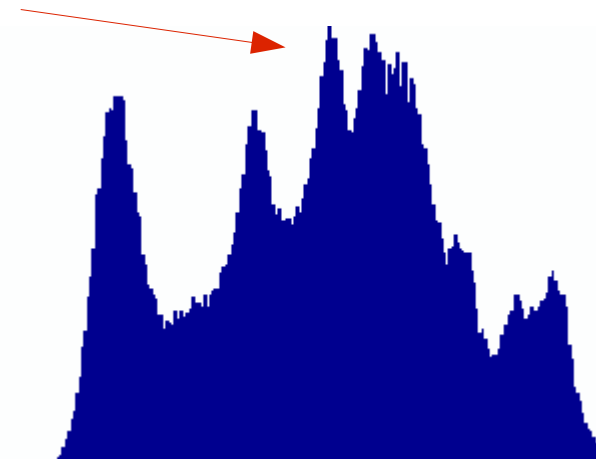
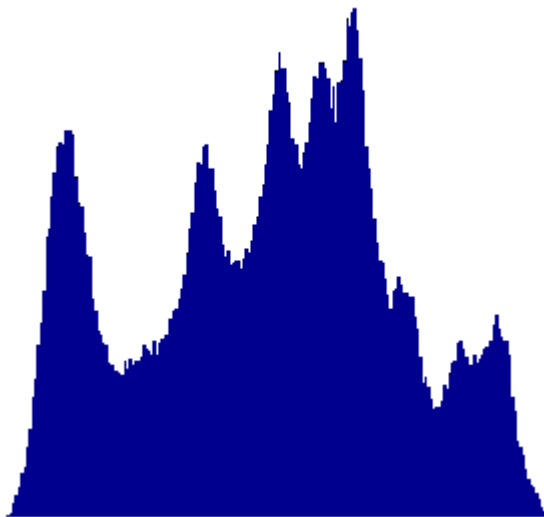


Imagen original



Imagen Moh2009

Histograma  
sin marcas



La forma de insertar datos crea una anomalía estadística en la distribución de píxeles:

→ Siempre hay un  $P+1$  (o  $P-1$ ) al lado de un  $P+2$  (o  $P-2$ ).

Podemos explotar esta vulnerabilidad contando el número de píxeles que satisfacen la anomalía.

**El valor con mayor número de ocurrencias corresponderá al pico usado para ocultar datos.**



Imagen original

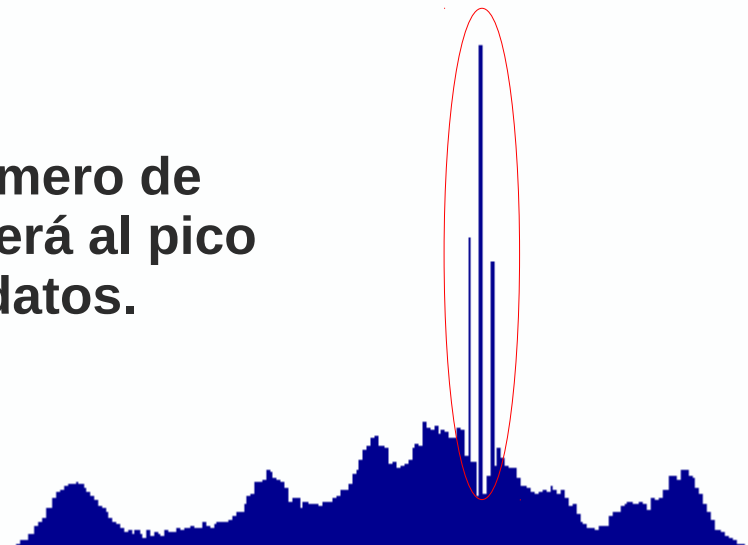
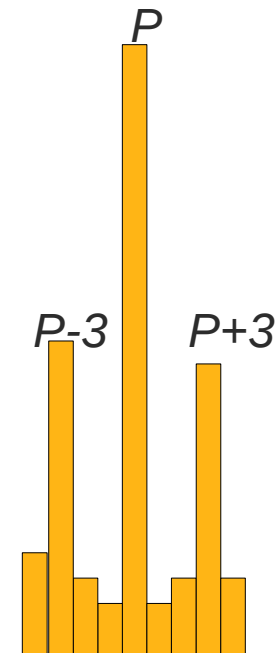
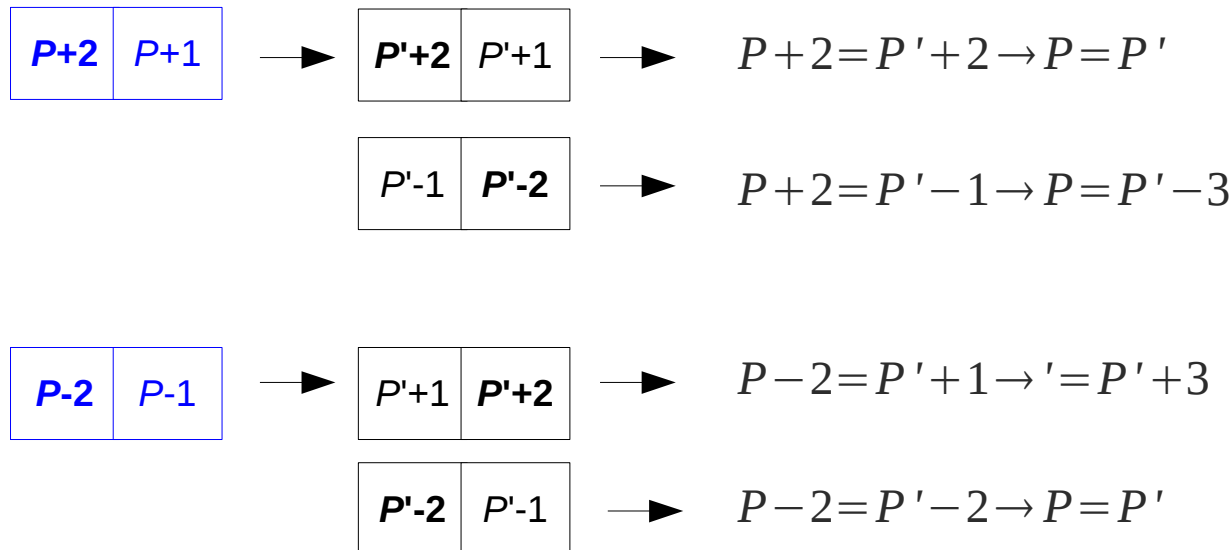


Imagen Mohsenzadeh 2009

Siempre hay un  $P+1$  (o  $P-1$ ) al lado de un  $P+2$  (o  $P-2$ ).

Todas las parejas con una diferencia de 1 son candidatas.



Results NRCS	
Successful	<b>90,99%</b>
Positive	42,19%
Negative	48,79%
False Positive	01,23%
False Negative	07,66%

- Introducción
- Estegoanálisis de Ni et Al 2003
- Estegoanálisi de Mohsenzadeh et al 2009
- **Estegoanálisis de HSPE**
- Estegoanálisis genérico
- Conclusiones

## Algoritmo:

1) Escoger una función de predicción del valor de los píxeles vecinos.

a	b
c	<b>d</b>

$$p=c$$

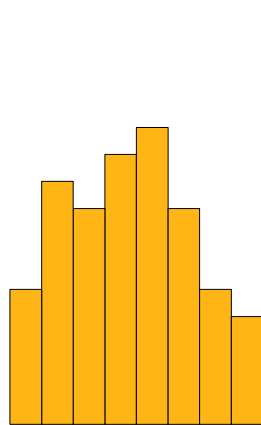
$$p=b$$

$$p=a$$

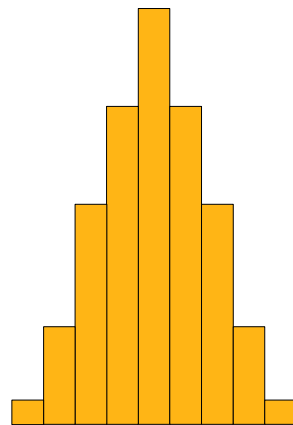
$$p=\left\lfloor \frac{a+b+c}{3} \right\rfloor \quad etc$$

2) Dibujar un histograma con la matriz de errores de predicción:  $E=p-d$

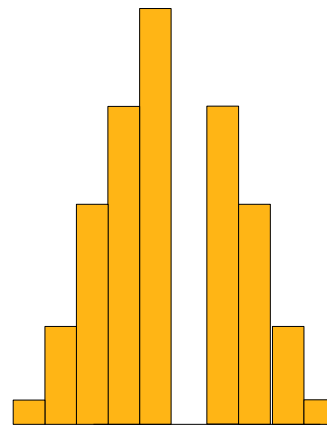
3) Insertar información con el método de Ni et al 2003.



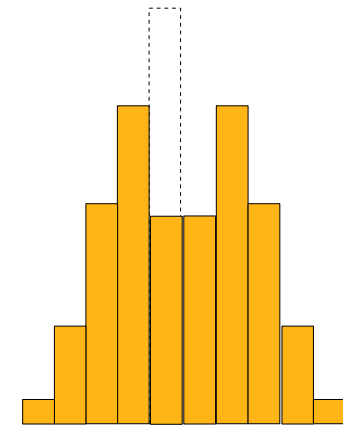
Histograma original



Histograma HSPE



Histograma desplazado



Histograma con mensaje oculto



Imagen original

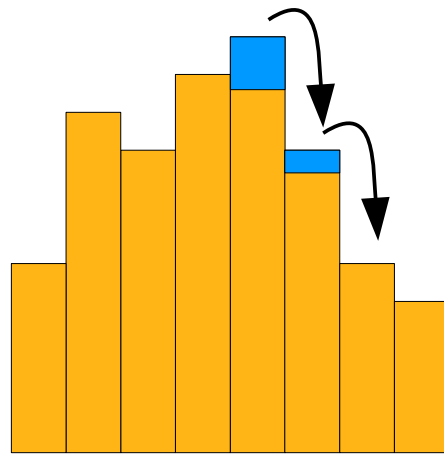


Imagen marcada

Histograma  
original

Histograma  
marcado

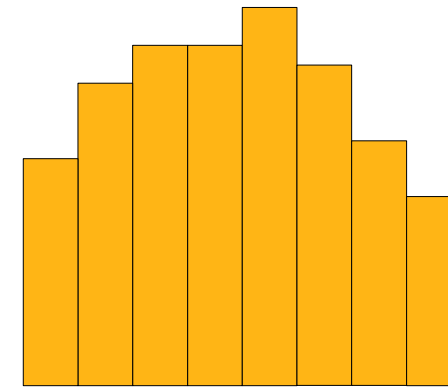




Histograma original

La barras más altas  
ceden más píxeles

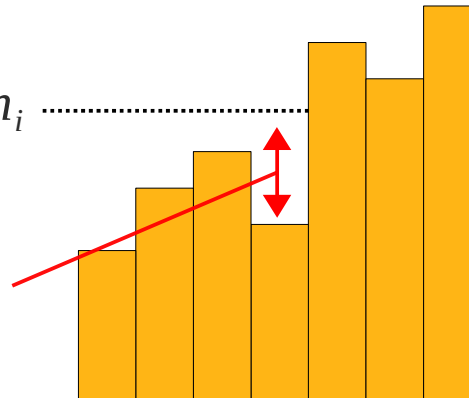
La volatilidad  
disminuye



Histograma Mensaje

$$V[i] = \frac{h_{i-1} + h_i + h_{i+1}}{3} - h_i$$

Volatilidad  
de la barra



$$\tilde{h}_i = (h_{i-1} + h_i + h_{i+1}) / 3$$

$$V = \sum_{i=1}^{255} \frac{\max(\tilde{h}_i, h_i) - \min(\tilde{h}_i, h_i)}{\max(\tilde{h}_i, h_i)}$$

## Consecuencias de la inserción de ruido en la imagen

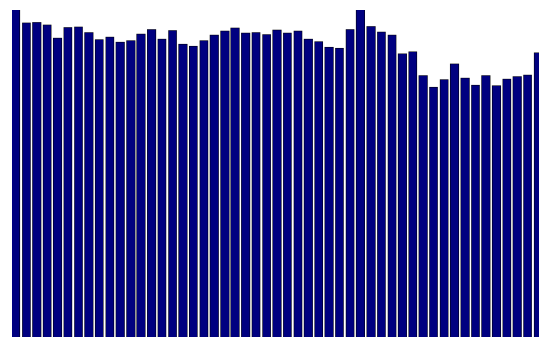


Imagen Original

La Volatilidad  
Disminuye  
 $V_{hspe\ noise}/V_{hspe} < 0.85$

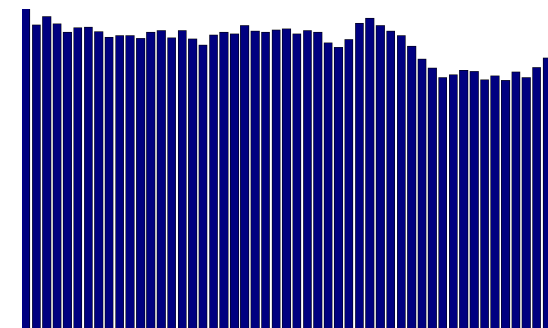


Imagen Original + Ruido

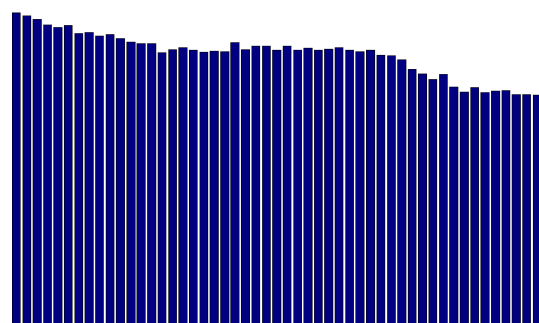


Imagen HSPE

La Volatilidad  
se mantiene  
 $V_{hspe\ noise}/V_{hspe} \simeq 1$

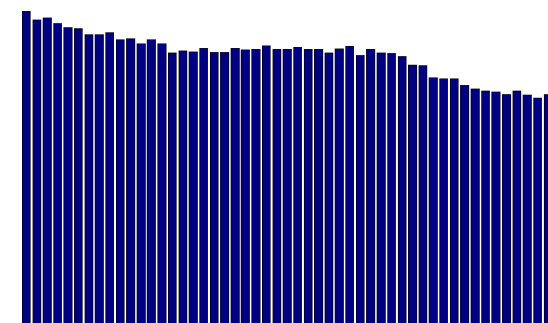


Imagen HSPE + Ruido

Resultados aplicados a HSPE con diferentes fórmulas de predicción de errores.

	Horizontal	Vertical	Diagonal	Causal	MED
Successful	<b>86,94%</b>	<b>88,84%</b>	<b>87,52%</b>	<b>61,19%</b>	<b>63,78%</b>
Positive	43,47%	45,36%	44,05%	17,72%	20,31%
Negative	43,47%	43,47%	43,47%	43,47%	43,47%
False Positive	06,52%	06,52%	06,52%	06,52%	06,52%
False Negative	06,52%	04,63%	05,94%	32,27%	29,68%

Resultados en imágenes de la NRCS

- Introducción
- Estegoanálisis de Ni et Al 2003
- Estegoanálisi de Mohsenzadeh et al 2009
- Estegoanálisis de HSPE
- **Estegoanálisis genérico**
- Conclusiones

Tanto las modificaciones locales de sistemas como Ni2003 o Moh2009, como las modificaciones globales de los sistemas HSPE, afectan al histograma de errores.

El histograma de errores permite realizar un análisis genérico (para todos los métodos expuestos) de la volatilidad.

a	b
c	<b>p</b>

$$p = \left\lfloor \frac{a + b + c}{3} \right\rfloor$$

Predicción utilizada

El histograma de errores tiene poca volatilidad. La inserción de nuevos datos hace que esta aumente.

Resultados aplicados a los diferentes sistemas de desplazamiento de histograma.

	Horiz.	Vertic.	Diag.	Causal	MED	Ni2003	Moh2009
Successful	<b>87,16%</b>	<b>87,19%</b>	<b>88,65%</b>	<b>86,10%</b>	<b>85,88%</b>	<b>85,22%</b>	<b>81,65%</b>
Positive	46,86%	46,90%	48,35%	45,80%	45,58%	44,93%	41,35%
Negative	40,29%	40,29%	40,29%	40,29%	40,29%	40,29%	40,29%
False Positive	09,70%	09,70%	09,70%	09,70%	09,70%	09,70%	09,70%
False Negative	03,13%	03,09%	01,64%	04,19%	04,19%	05,06%	08,64%

Resultados en imágenes de la NRCS

- Introducción
- Estegoanálisis de Ni et Al 2003
- Estegoanálisi de Mohsenzadeh et al 2009
- Estegoanálisis de HSPE
- Estegoanálisis genérico
- **Conclusiones**

- Los sistemas de desplazamiento de histograma alteran significativamente las propiedades estadísticas de la imagen.
- Estos sistemas pueden ser detectados usando métodos específicos que exploten estas propiedades.
- Al incrustar información con los métodos presentados, el histograma de errores sufre alteraciones que pueden ser detectadas.
- El estegoanálisis mediante la volatilidad puede ser exportado a otros sistemas de esteganografía que produzcan alteraciones similares.



# Steganalytic Methods for the Detection of Histogram Shifting Data Hiding Schemes.

## Gracias por su atención

