

TEMA 11

REGISTRO Y PROCESADO DE IMÁGENES CLÍNICAS

Grado en Óptica y Optometría
Curso 2010-2011

Pas García Martínez

Amparo Pons Martí

UNIDAD 4

TÉCNICAS DE MANIPULACIÓN DE IMÁGENES

- Transformaciones de intensidad. Histograma.
- Análisis y restauración de imágenes con ruido.
- Filtros locales: Texturas y bordes.
- Segmentación de imágenes

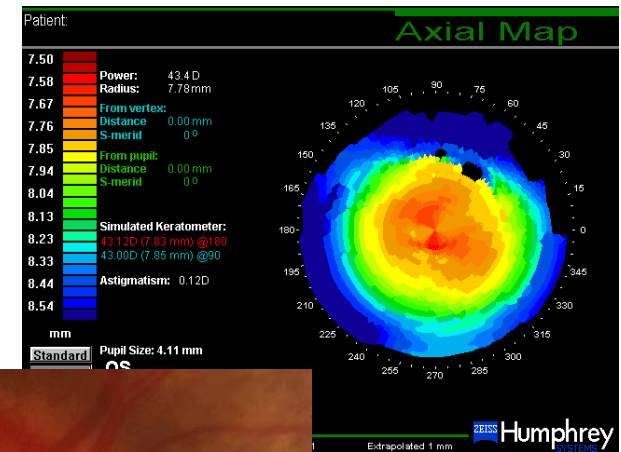
Transformar una imagen digital con el fin de mejorar su visualización, realzarla o medir ciertos parámetros

Tema 11.- Transformaciones de intensidad.

- Introducción.
- Luminancia.
- Histograma.
- Brillo y Contraste.
- Curvas de luminancia.
- Ecualización del histograma.
- Transformación de la escala de grises.
- Aplicaciones.

INTRODUCCIÓN

La imagen está constituida por una matriz numérica, donde el valor de cada elemento está asociado a un nivel de luminancia



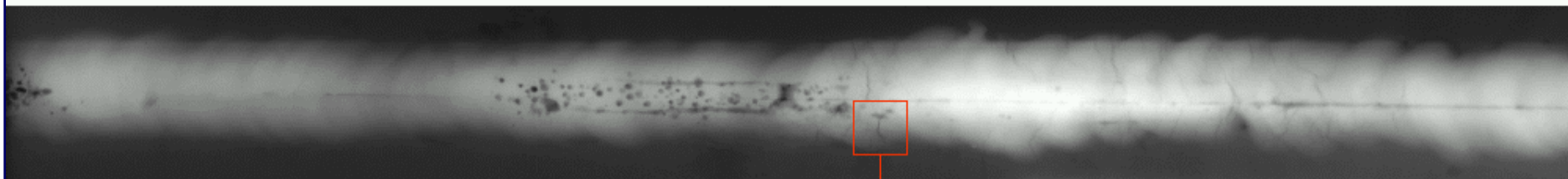
INTRODUCCIÓN

¿POR QUÉ PROCESAR UNA IMAGEN?

- a) Eliminación de ruido
- b) Aumento del rango dinámico
- c) Realce de bordes
- d) Modificación del brillo
- e) Modificación del contraste
- f) Eliminación de efectos de distorsión
- g) Determinación de datos relevantes a partir de la imagen
- h) Determinación de zonas de interés
- i) etc..

INTRODUCCIÓN

Radiographic image:

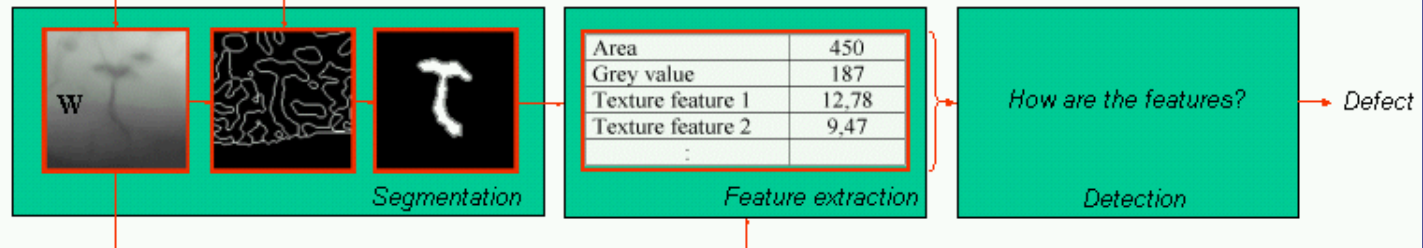


Edge detection with LoG filter:



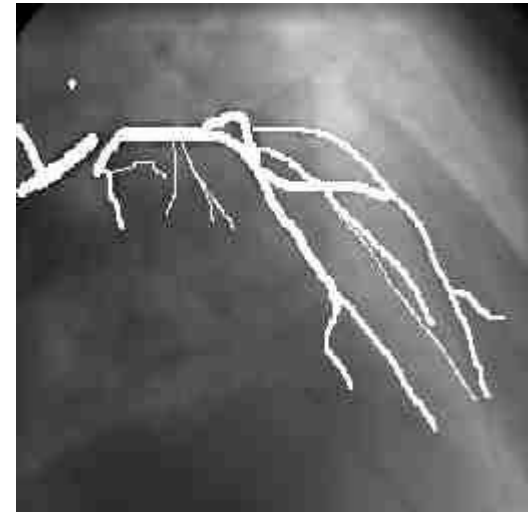
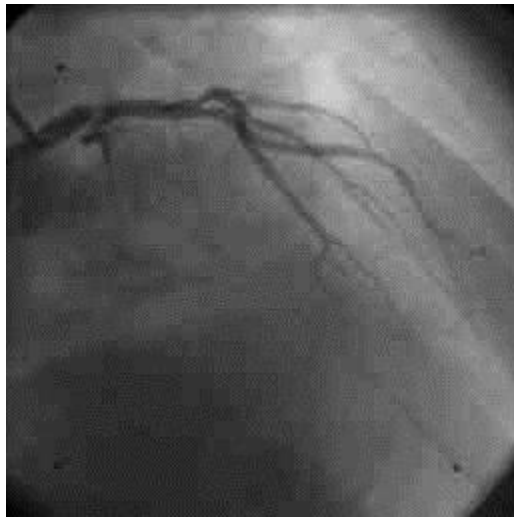
Pattern recognition schema:

For each window:



INTRODUCCIÓN

Angiografía



LUMINANCIA

Valor del nivel de gris de cada uno de los píxeles que forman la imagen (0-255)



50	38	44	70	110	74	52	66	162	200	206
66	66	70	88	110	74	58	84	178	206	206
86	94	84	86	74	56	68	122	198	210	206
80	88	74	70	50	66	110	176	212	212	210
60	60	62	66	74	108	160	200	212	206	210
64	58	76	92	124	156	194	198	204	196	206
100	98	112	136	164	192	194	200	202	210	208
138	136	150	162	176	192	194	198	196	202	200

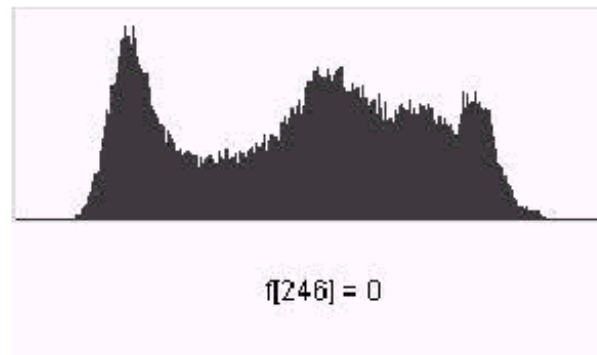
$$\text{Imagen} = f(x, y)$$

LUMINANCIA



HISTOGRAMA

- ⇒ Distribución de Niveles de Gris en una imagen
 - ⇒ Función de densidad de probabilidad de niveles de gris
- ⇒ Coordenadas
 - ⇒ Abscisas: rango posible de intensidades de gris
 - ⇒ Ordenadas: número de pixeles para cada nivel de gris



HISTOGRAMA

Curso de Procesado de Imagen (c)GPI - Windows Internet Explorer

C:\Docencia\Curs 2009_2010\Técnicas Imagen\Aplets Vigo\Pfc_web\realizado\histograma\histo.htm

Google

Buscar Sidewiki Marcadores ABC Corrector ortográfico Traducir Autocompletar Acceder Convertir Seleccionar

Curso de Procesado de Imagen (c)GPI


Página Herramientas

serán los 256 (8 bits de profundidad de color) tonos de grises posibles. Por supuesto sería posible hallar los histogramas de cada una de las componentes RGB de una imagen en color.

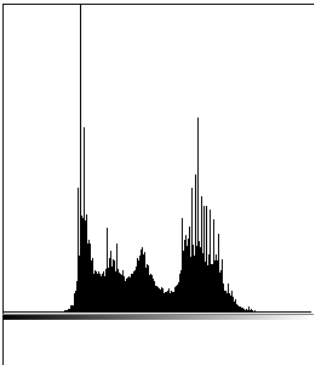
En esta applet, a la izquierda nos encontramos la imagen y a la derecha el histograma de la misma. Debajo del histograma se encuentra una barra que recorre la gama de grises para facilitarnos la lectura del mismo. Cuando se vea que aparece una zona roja en el histograma es simplemente un escalado, es decir, que el rango se ha superado y para poder ver el resto del histograma marcamos dicho máximo y escalamos según otro máximo. Esto va a ocurrir con imágenes con mucho negro o mucho blanco principalmente.

Imágenes

Imagen



Histograma



Como nota curiosa cabe destacar, si el usuario se ha fijado en los histogramas de las distintas imágenes, que alguna de ellas que parece presentar únicamente colores blanco y negro o unos pocos grises, aparece según el histograma con una gama amplia de grises. Esto es debido al formato de almacenamiento de la imagen que es JPEG. No vamos a entrar en detalles pero sí hay que tener en cuenta que el JPEG es generalmente un formato de almacenamiento con pérdida de calidad. De esta forma si tratamos de guardar una imagen de dos colores con este formato van a aparecer una serie de colores de transición muy parecidos a los originales debido a estas pérdidas y esto se verá reflejado en el histograma. Si usáramos un formato sin pérdidas, una imagen con tres niveles de gris tendría un histograma con tres líneas verticales.



histo.htm

HISTOGRAMA

so de Procesado de Imagen (c)GPI - Windows Internet Explorer

http://wgpi.tsc.uvigo.es/libro2/realizado/histograma/histo.htm

Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

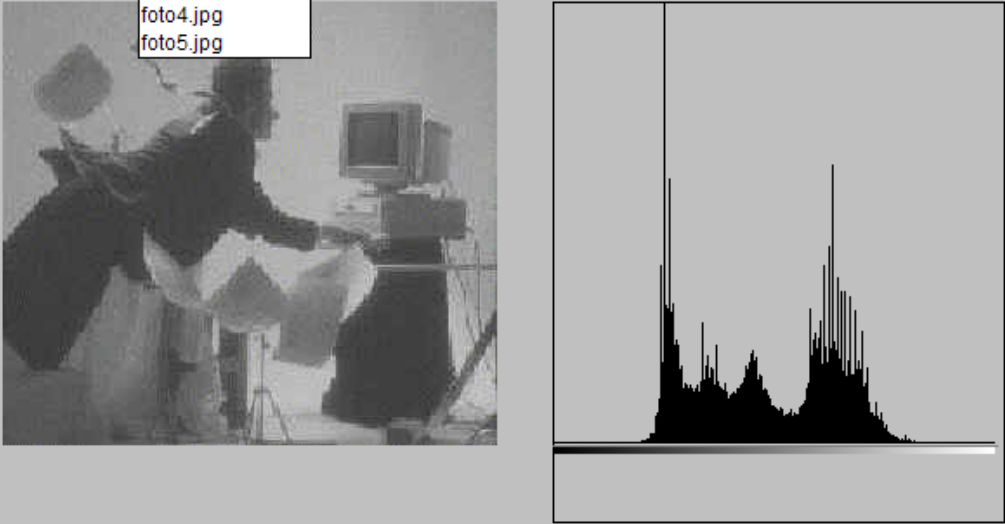
Curso de Procesado de Imag... Curso de Procesado de Imag... Curso de Procesado de I... X

En este caso se con
os 256 (8 bits de profundidad de color) tonos de grises posibles. Por supuesto sería posible hallar los histo

a applet, a la izquierda nos encontramos la imagen y a la derecha el histograma de la misma. Debajo del his
. Cuando Se vea que aparece una zona roja en el histograma es simplemente un escalado, es decir, que el
mos según otro maximo. Esto va a ocurrir con imágenes con mucho negro o mucho blanco principalmente.

Imagenes foto1.jpg

Imagen foto1.jpg
foto2.jpg
foto3.jpg
foto4.jpg
foto5.jpg

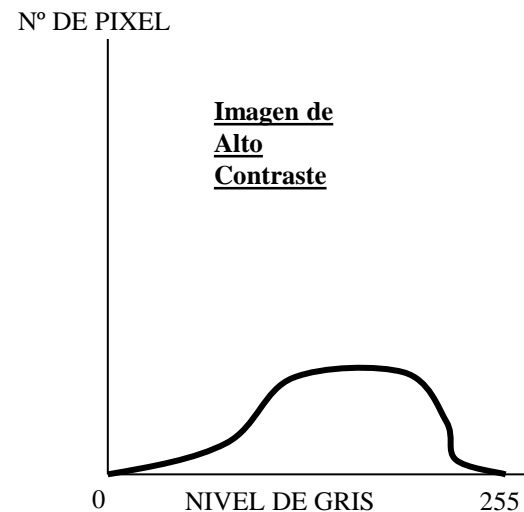
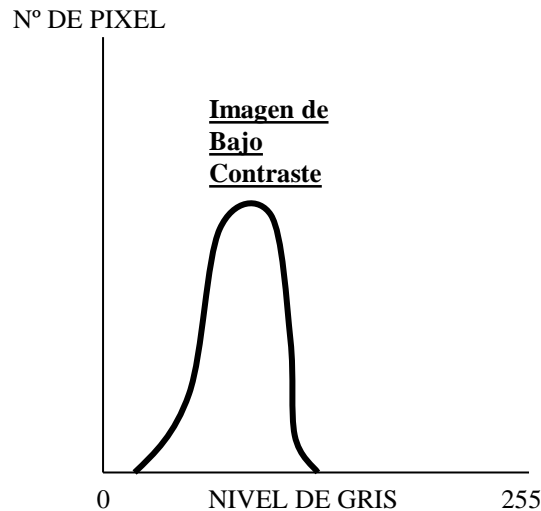


HISTOGRAMA

FORMA DEL HISTOGRAMA:

Intensidad Media

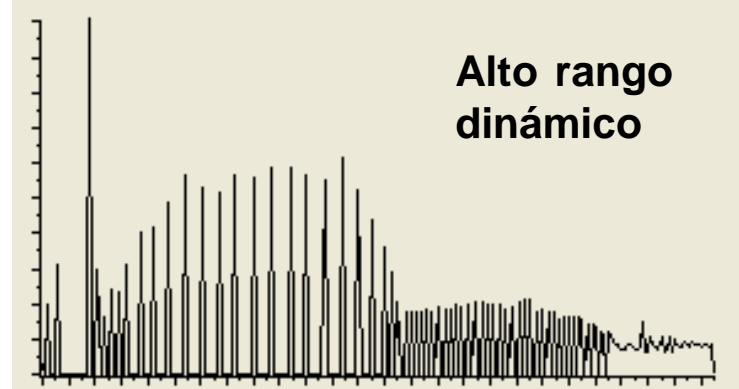
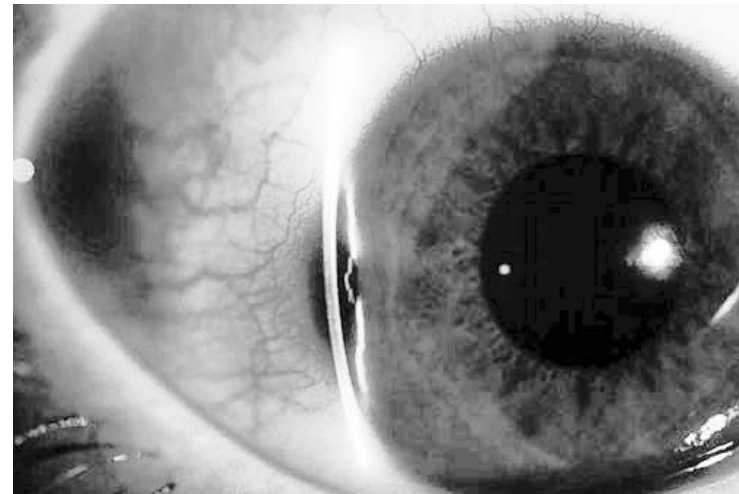
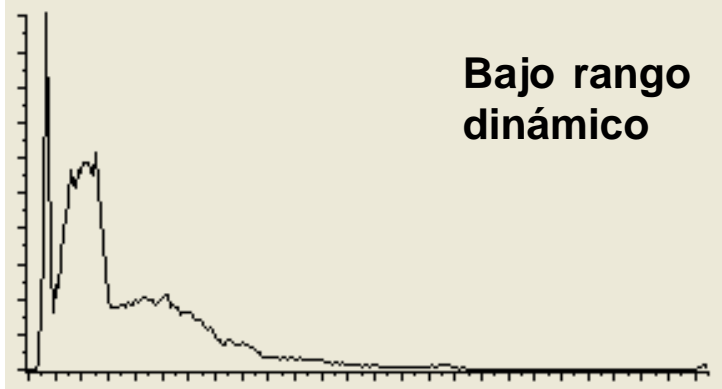
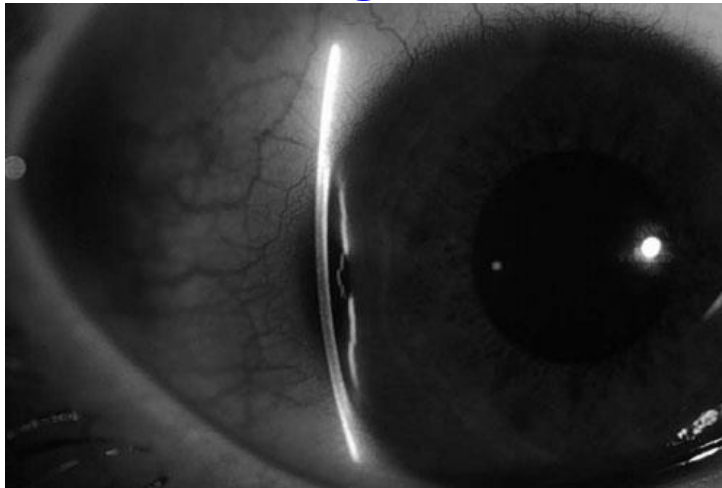
Dispersión de valores de gris



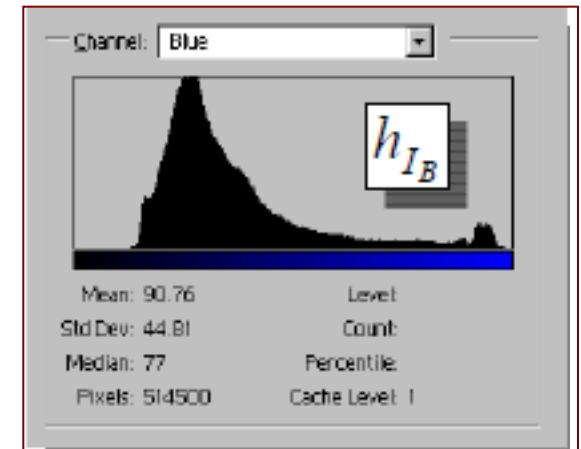
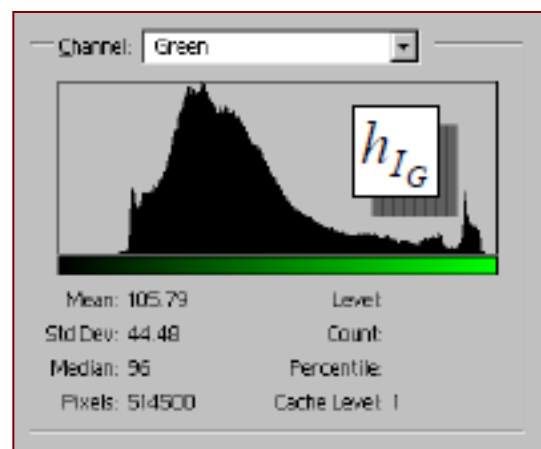
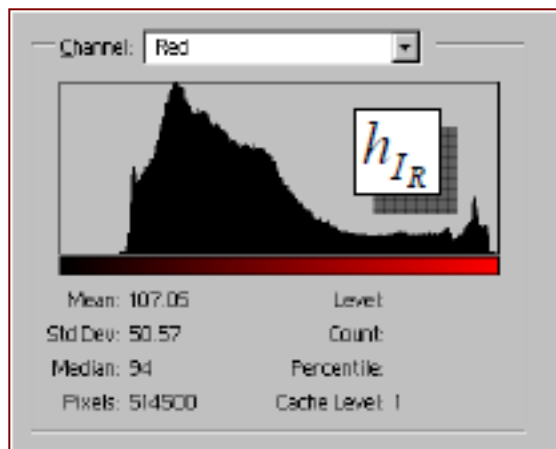
HISTOGRAMA

RANGO DINÁMICO:

Conjunto de todos los valores de luminancia que se encuentran en una imagen



HISTOGRAMA

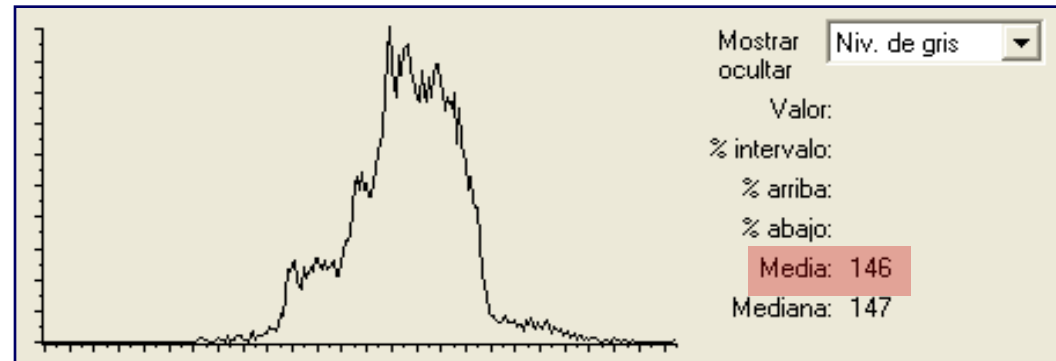
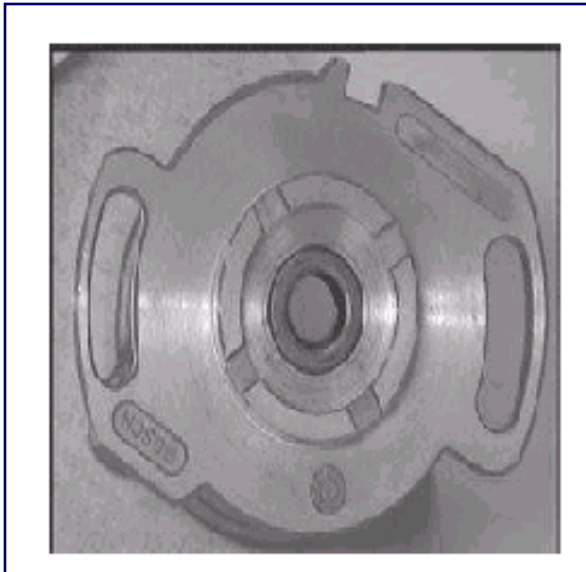
IMÁGENES EN COLOR:

BRILLO Y CONTRASTE

BRILLO:

Nivel de gris medio en una imagen

$$B = \frac{1}{N} \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x, y)$$



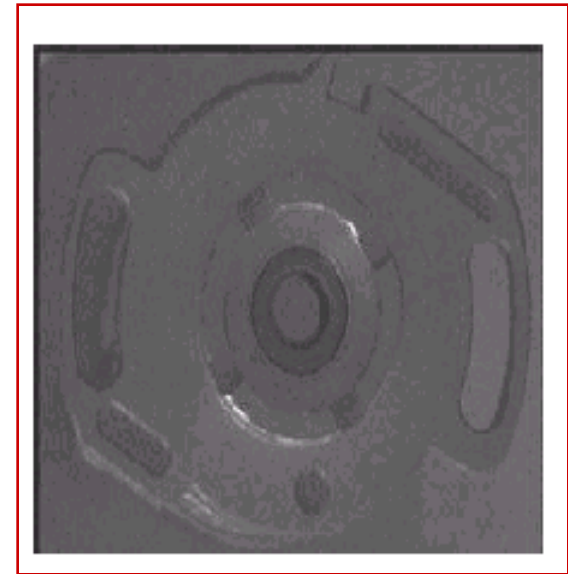
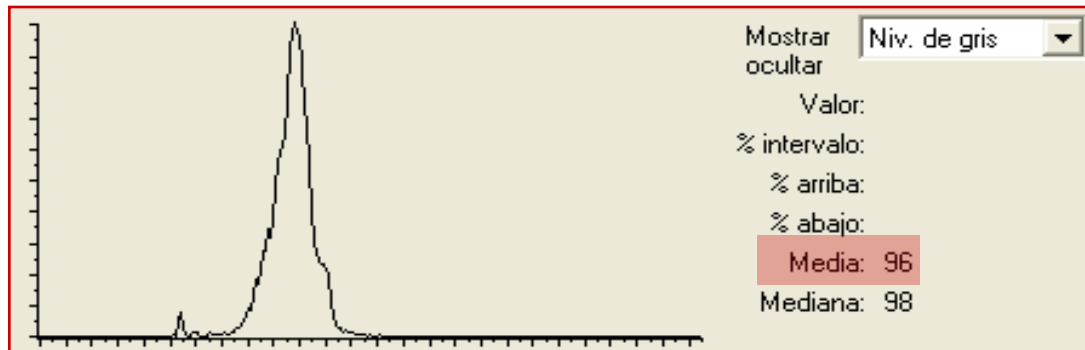
Brillo = 146

BRILLO Y CONTRASTE

BRILLO:

Nivel de gris medio en una imagen

$$B = \frac{1}{N} \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x, y)$$



Brillo = 96

BRILLO Y CONTRASTE

CONTRASTE:

Diferencia de luminancia existente entre dos puntos de una imagen

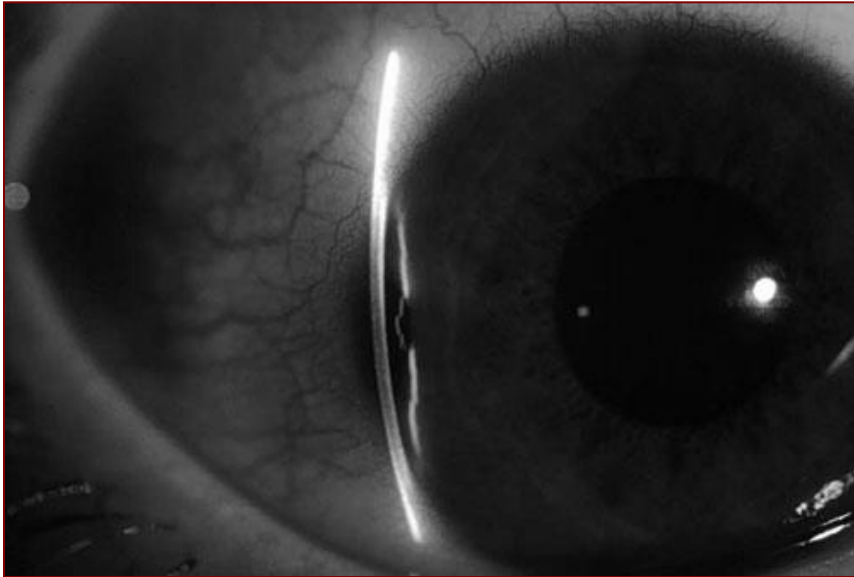
$$C = \sqrt{\frac{1}{N} \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [f(x,y) - B]^2}$$



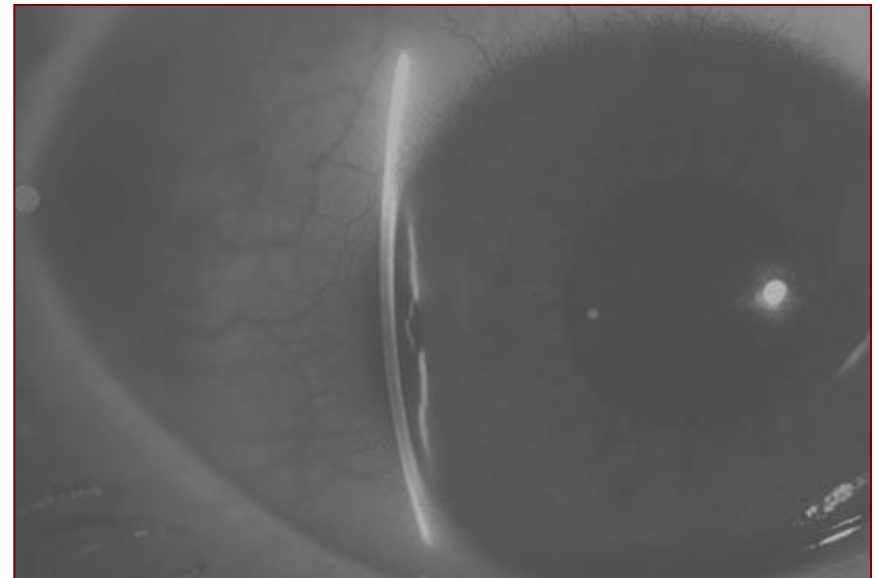
BRILLO Y CONTRASTE

CONTRASTE:

Diferencia de luminancia existente entre dos puntos de una imagen



Alto Contraste



Bajo Contraste

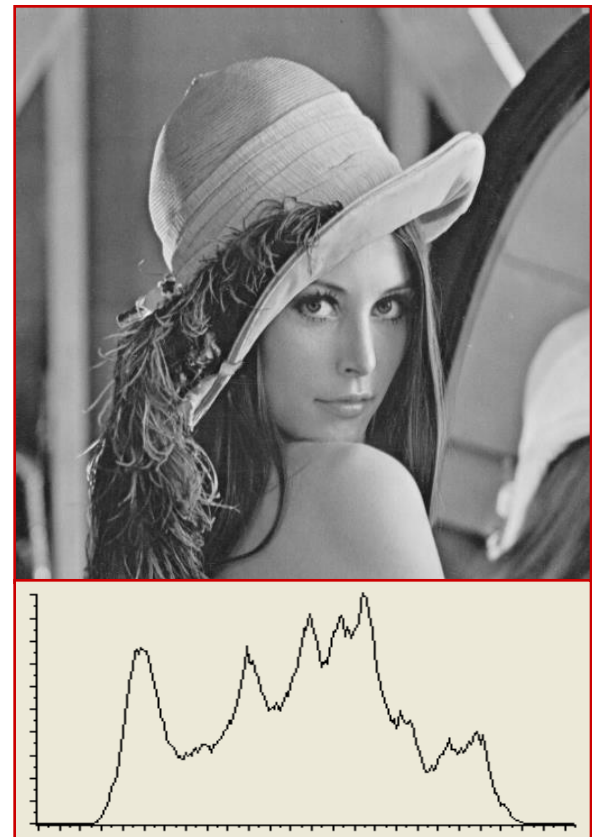
BRILLO Y CONTRASTE

CONTRASTE:

Diferencia de luminancia existente entre dos puntos de una imagen



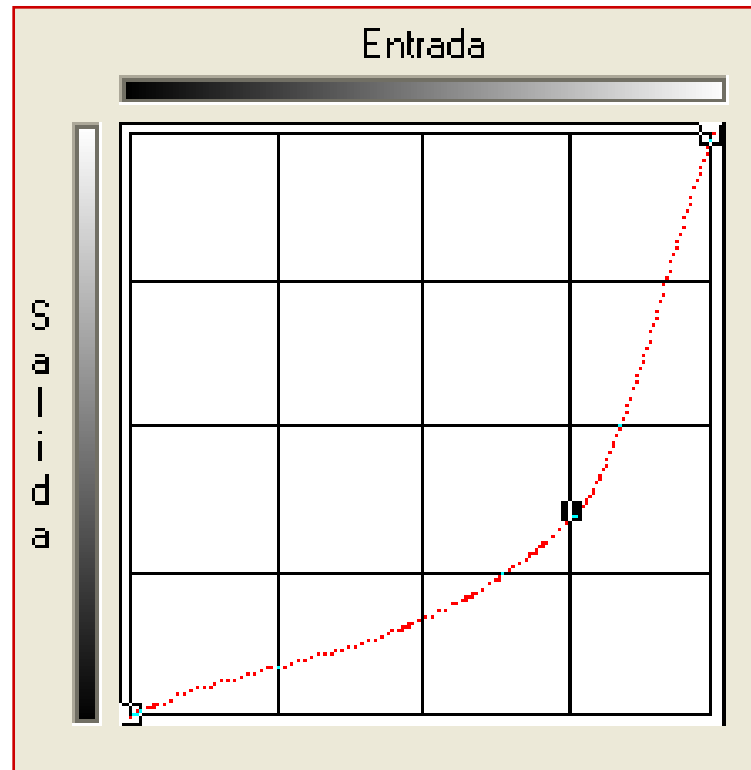
Bajo Contraste



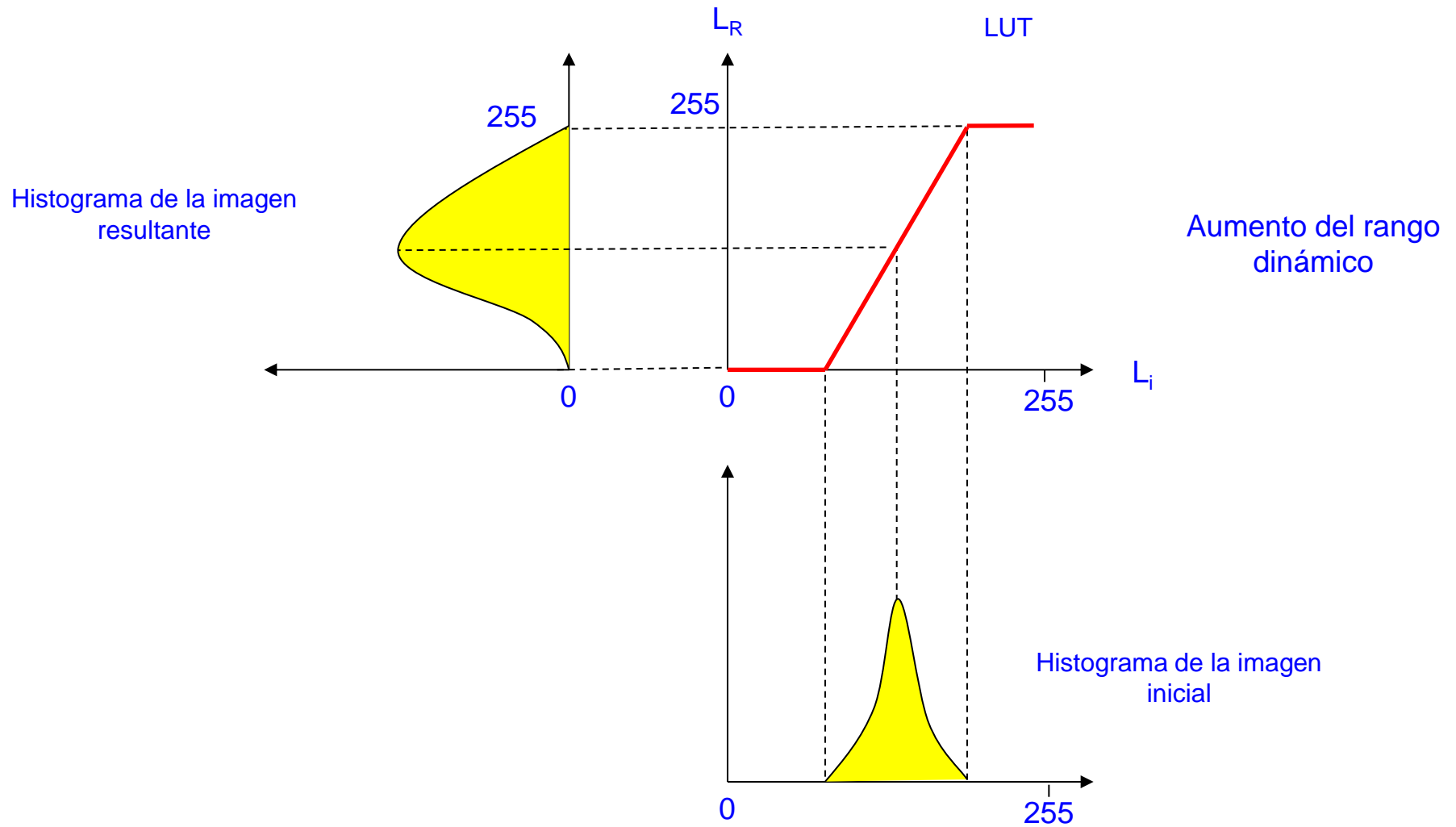
Alto Contraste

CURVAS DE LUMINANCIA

Concepto: Curvas que transforman los valores de luminancia de cada uno de los píxeles presentes en la imagen. Transforman el rango dinámico de los niveles de gris

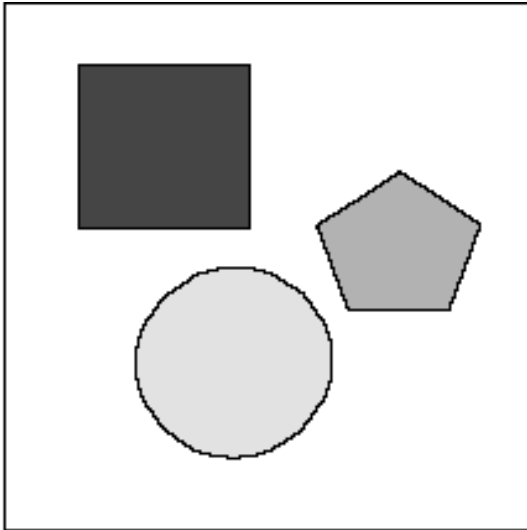


CURVAS DE LUMINANCIA

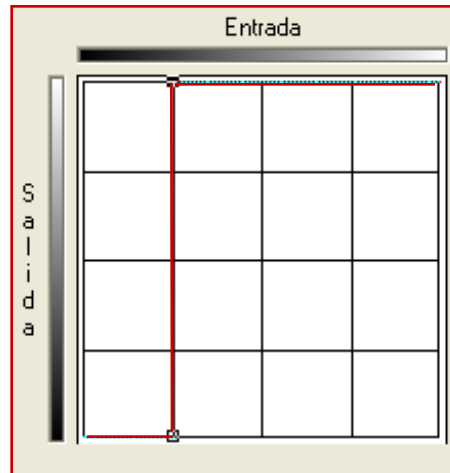


CURVAS DE LUMINANCIA

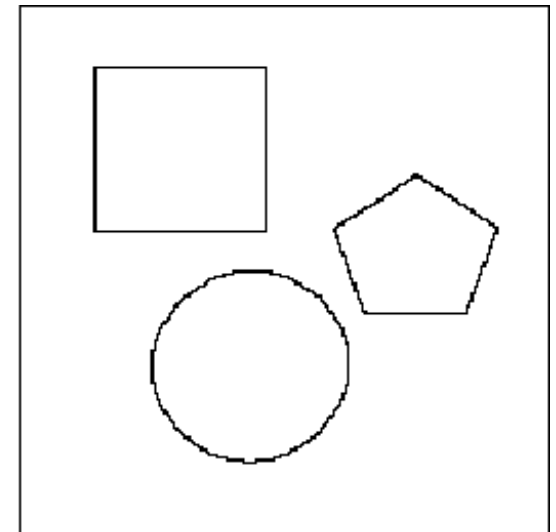
Binarización



Binarización

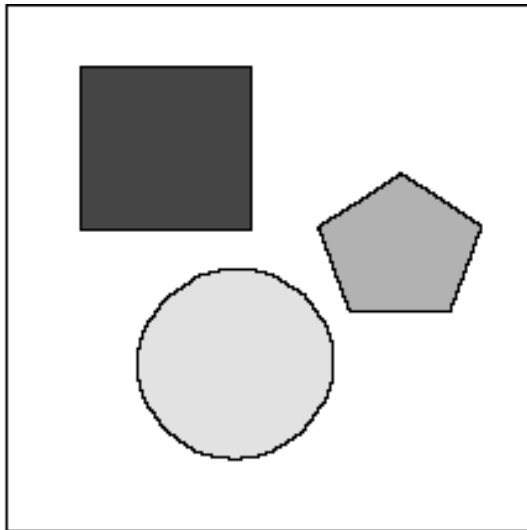


Detectamos los píxeles con un nivel de luminancia mayor a uno determinado

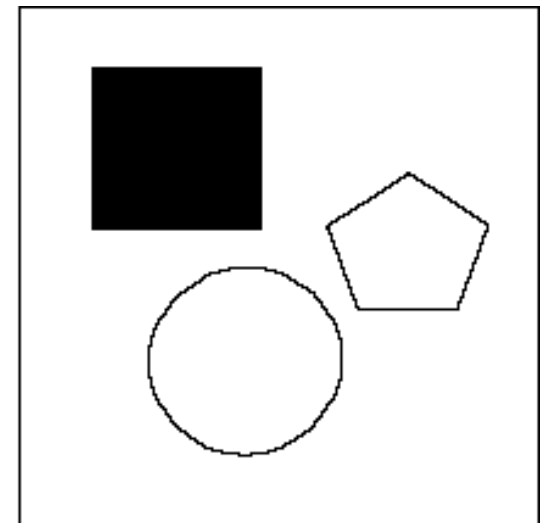
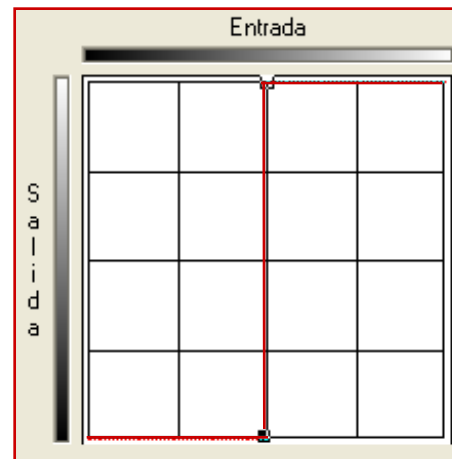


CURVAS DE LUMINANCIA

Binarización

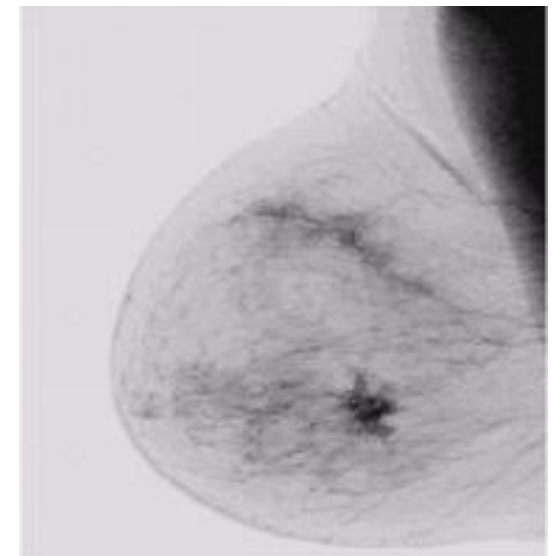
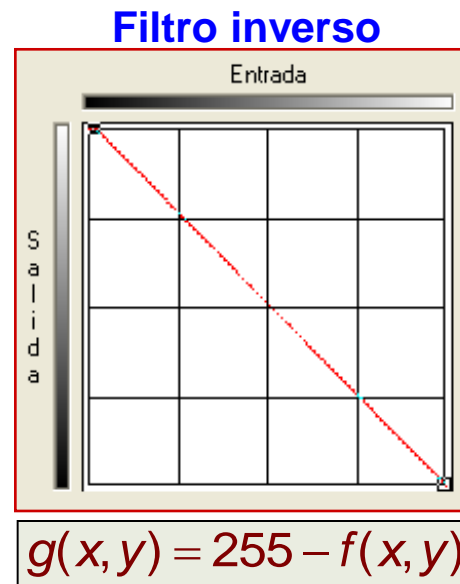
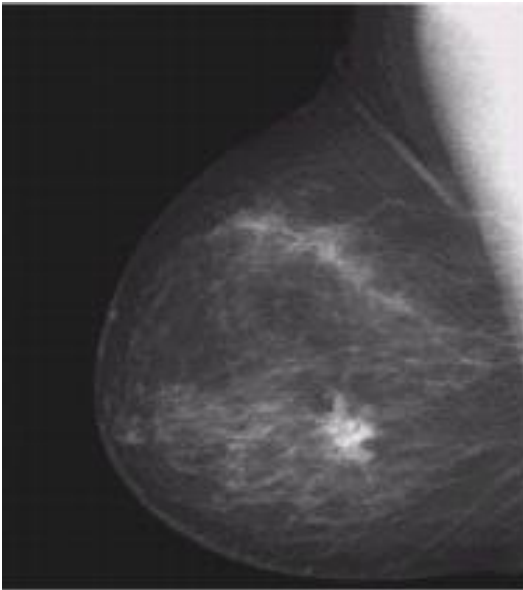


Binarización



CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Inverso

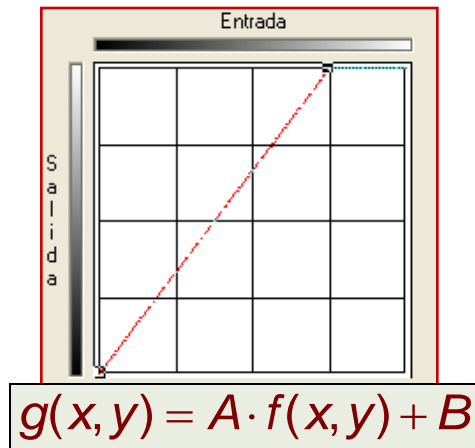


CURVAS DE LUMINANCIA

Transformación Lineal



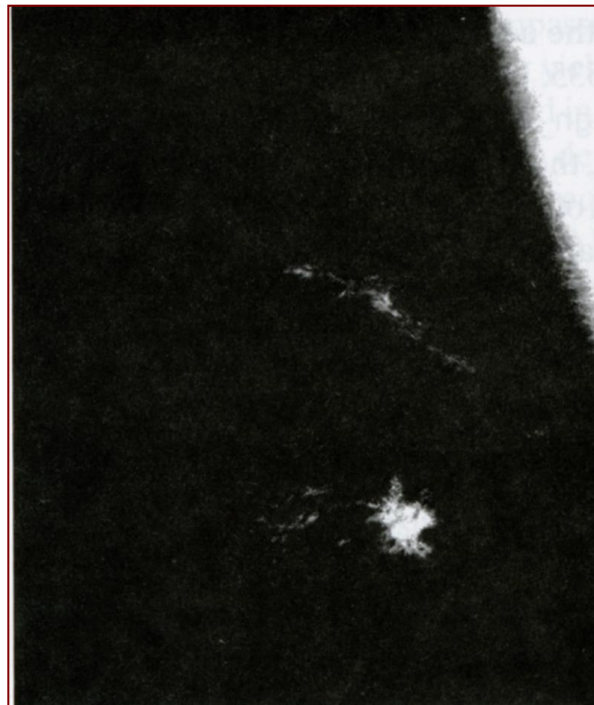
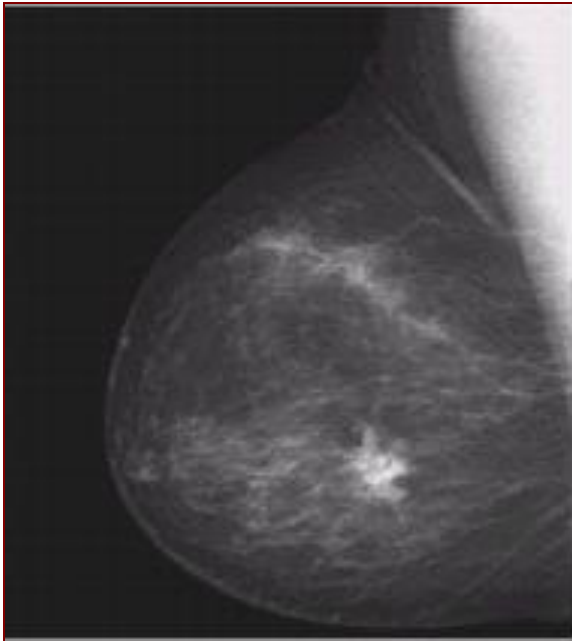
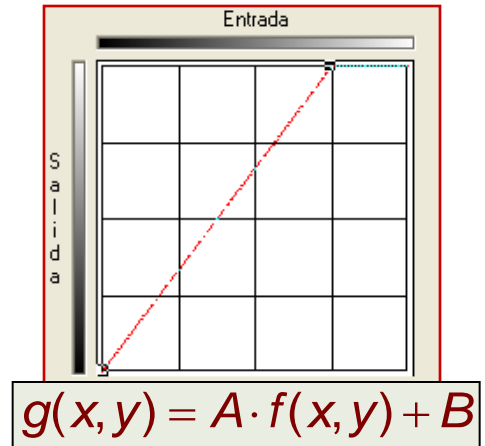
Transformación lineal



Realza el contraste de la imagen.



CURVAS DE LUMINANCIA

Transformación Lineal**Transformación lineal**

Resultado
expandir el
rango de
intensidades
[0.5-0.75]

CURVAS DE LUMINANCIA

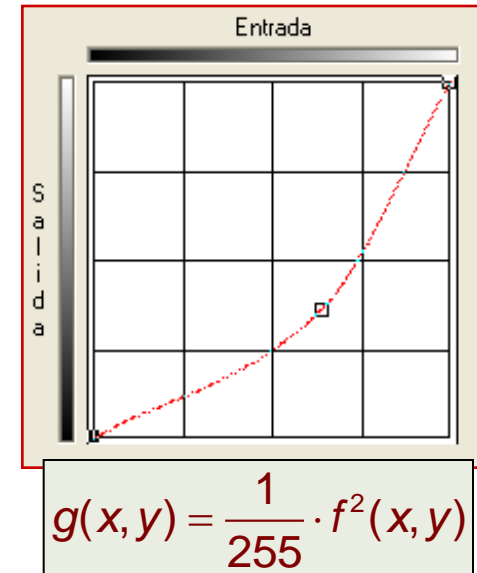
Filtro Cuadrático



Oscurecimiento general
de la imagen



Función cuadrática



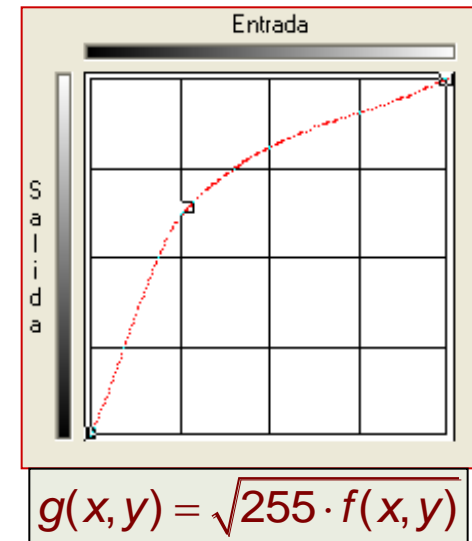
CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Raíz Cuadrada



Aclarado general de la
imagen

Función raíz cuadrada



CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Gamma

Función gamma

$$g(x, y) = A \cdot f^\gamma(x, y)$$

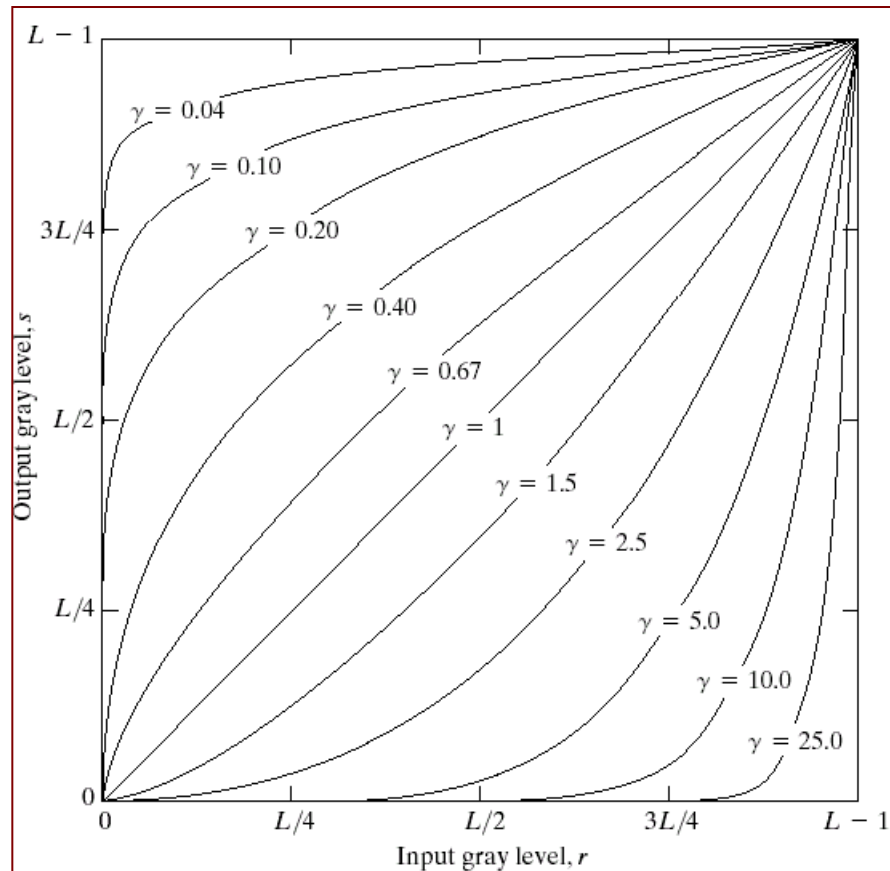


FIGURE 3.6 Plots of the equation $s = cr^\gamma$ for various values of γ ($c = 1$ in all cases).

CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Gamma

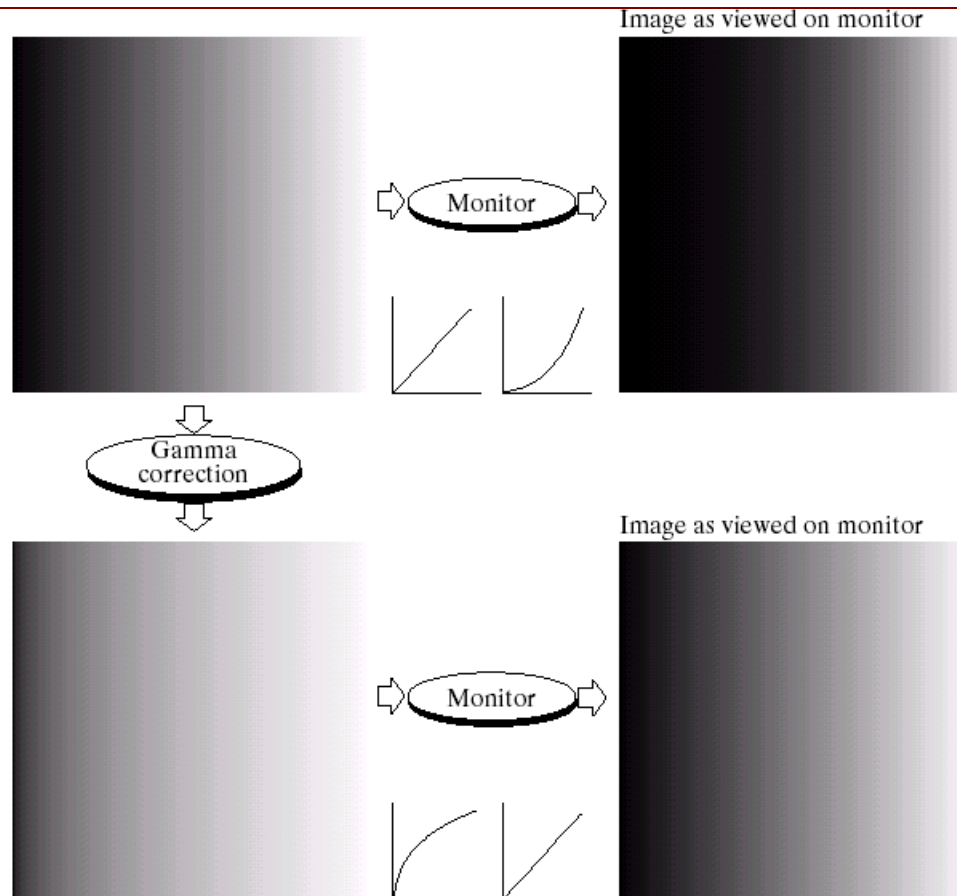
Función gamma

$$g(x, y) = A \cdot f^\gamma(x, y)$$

a b
c d

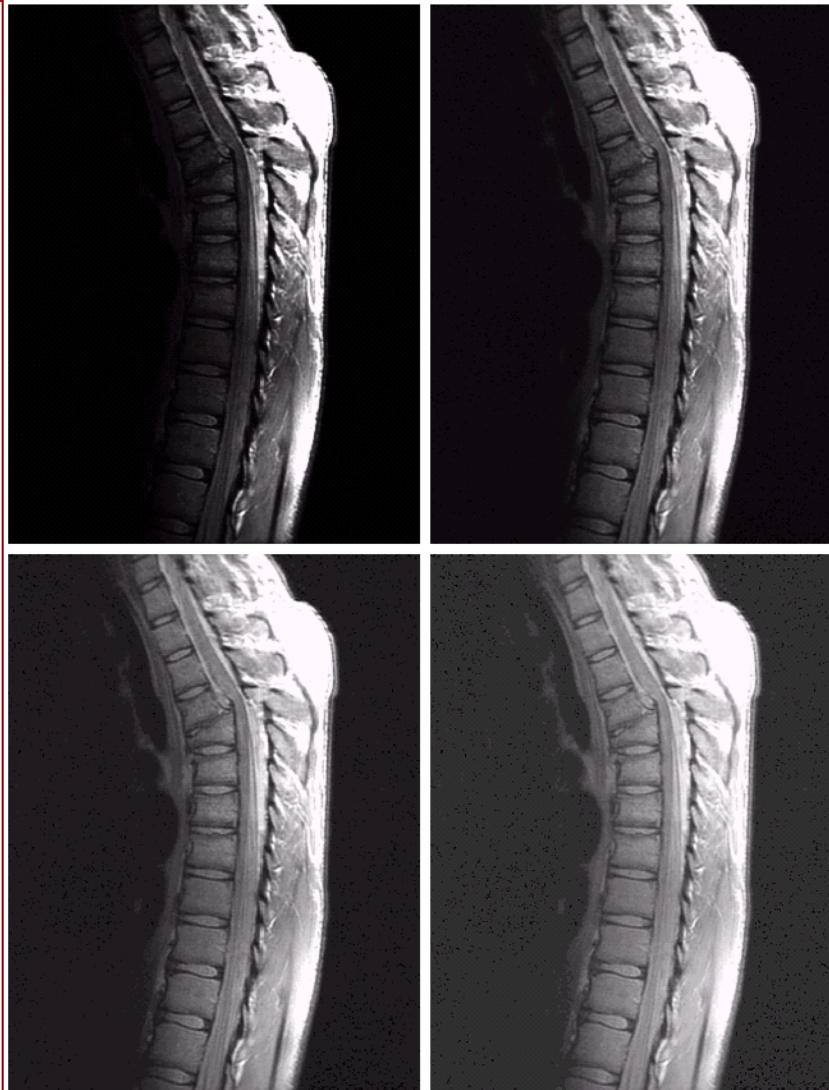
FIGURE 3.7

(a) Linear-wedge gray-scale image.
(b) Response of monitor to linear wedge.
(c) Gamma-corrected wedge.
(d) Output of monitor.



CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Gamma



a	b
c	d

FIGURE 3.8

(a) Magnetic resonance (MR) image of a fractured human spine.

(b)–(d) Results of applying the transformation in Eq. (3.2-3) with $c = 1$ and $\gamma = 0.6, 0.4$, and 0.3 , respectively. (Original image for this example courtesy of Dr. David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)

Función gamma

$$g(x, y) = A \cdot f^\gamma(x, y)$$

CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Gamma



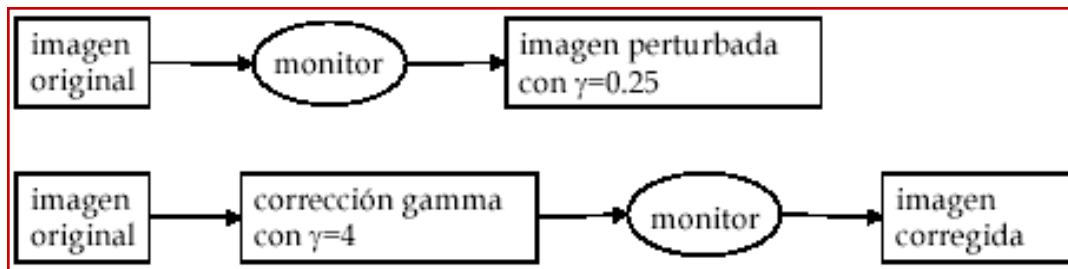
$\gamma = 0.25$



Función gamma

$$g(x, y) = A \cdot f^\gamma(x, y)$$

Transformación de potencia:
se utiliza para modelar
dispositivos y ajustar la salida

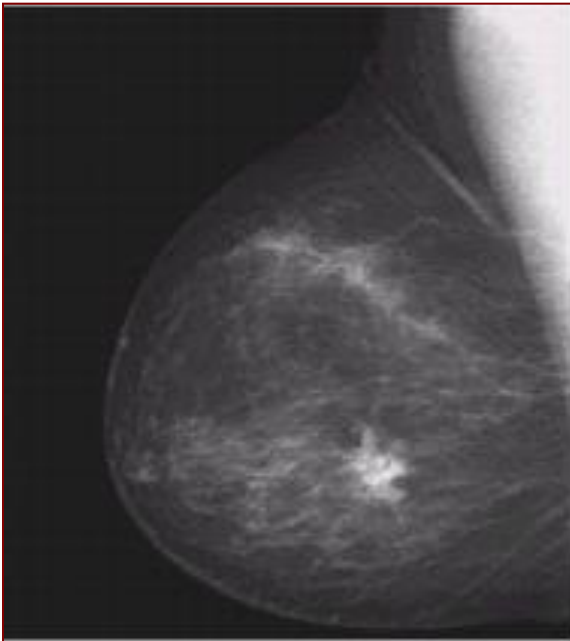


$\gamma = 4$



CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Gamma



Función gamma

$$g(x, y) = A \cdot f^\gamma(x, y)$$



$\gamma = 2$

CURVAS DE LUMINANCIA

Filtro Gamma (Imagen en color)

Función gamma

$$g(x, y) = A \cdot f^\gamma(x, y)$$

 $\gamma=4$ $\gamma=2$ $\gamma=1$ $\gamma=0.75$ $\gamma=0.5$

CURVAS DE LUMINANCIA



ejemft.htm

Ejemplos de funciones de transferencia sobre histogramas

El siguiente programa permite visualizar la forma de la función de transferencia asociada a algunos de los efectos más aparecen los colores de la imagen original, y en el eje vertical los niveles de grises de la imagen de salida. La función escoger una función una breve explicación de la misma. No hay que preocuparse si no se entiende demasiado bien, p expuestos.

EJEMPLOS DE TRANSFORMACIONES DE INTENSIDAD

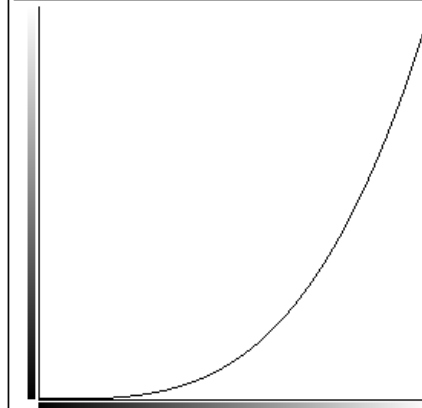
Gamma

Ver Funcion

Corrección Gamma

0.3

Racionales entre 0 y 10. Recomendado entre 0.7 y 2



CORRECCIÓN GAMMA:
Los dispositivos de captura y reproducción de imagen (como pueden ser cámaras y televisores) suelen venir acompañados de cierta distorsión no lineal. La corrección Gamma sirve para ajustar esta distorsión.

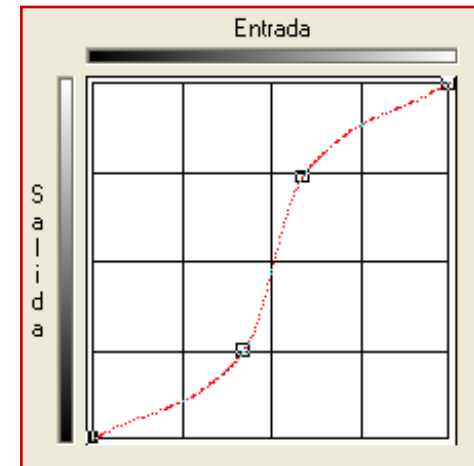
CURVAS DE LUMINANCIA

Función Sigmoide



Aumento del contraste:
aclara los niveles claros y
oscurece los más oscuros

Función sigmoide (1)

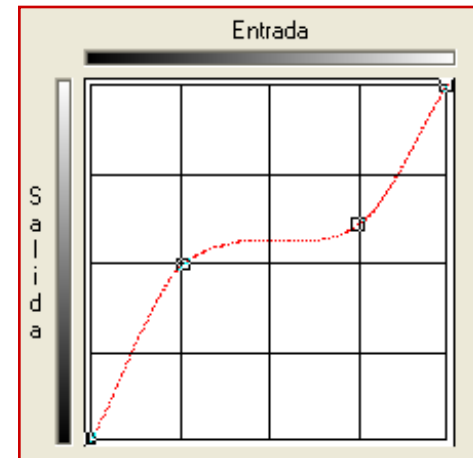


CURVAS DE LUMINANCIA

Función Sigmoide



Función sigmoide (2)

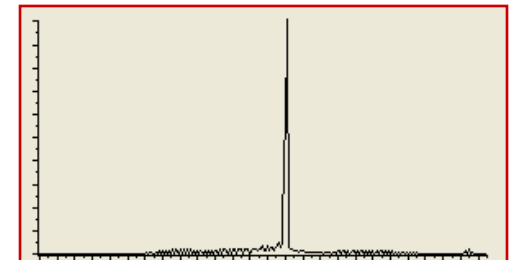
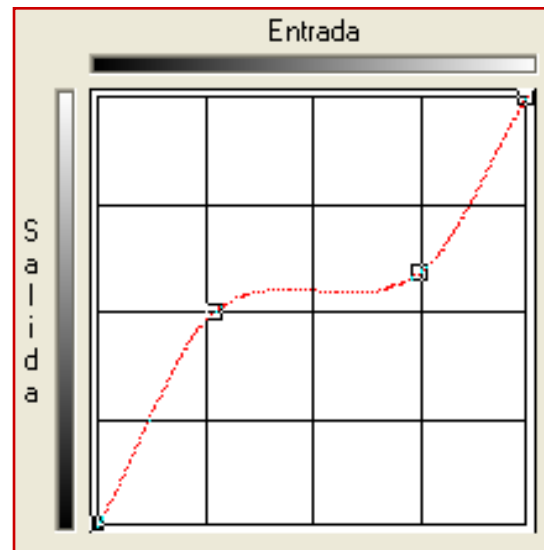
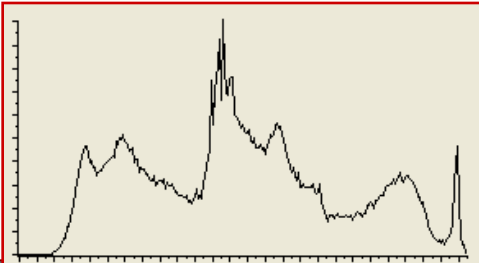


Disminución del contraste:
oscurece los niveles claros y
aclara los más oscuros



CURVAS DE LUMINANCIA

Función Sigmoide

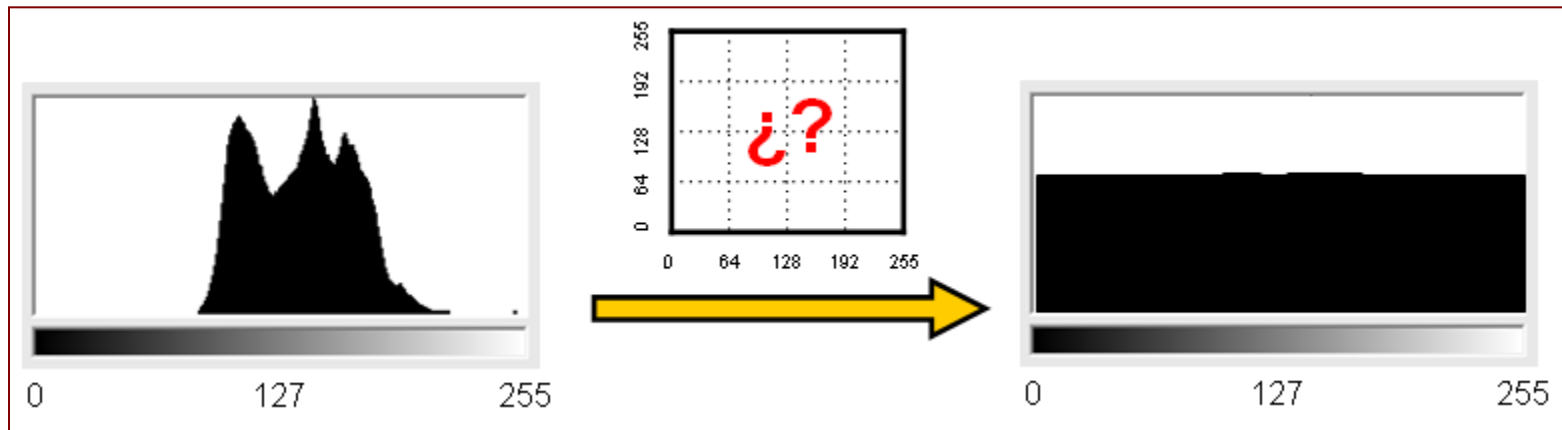


ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

Concepto: Modificación de los niveles de gris de tal forma que la imagen resultante presente un histograma similar a uno previamente especificado

MÉTODOS DE ANÁLISIS:

- ★ Caso Continuo
- ★ Caso Discreto



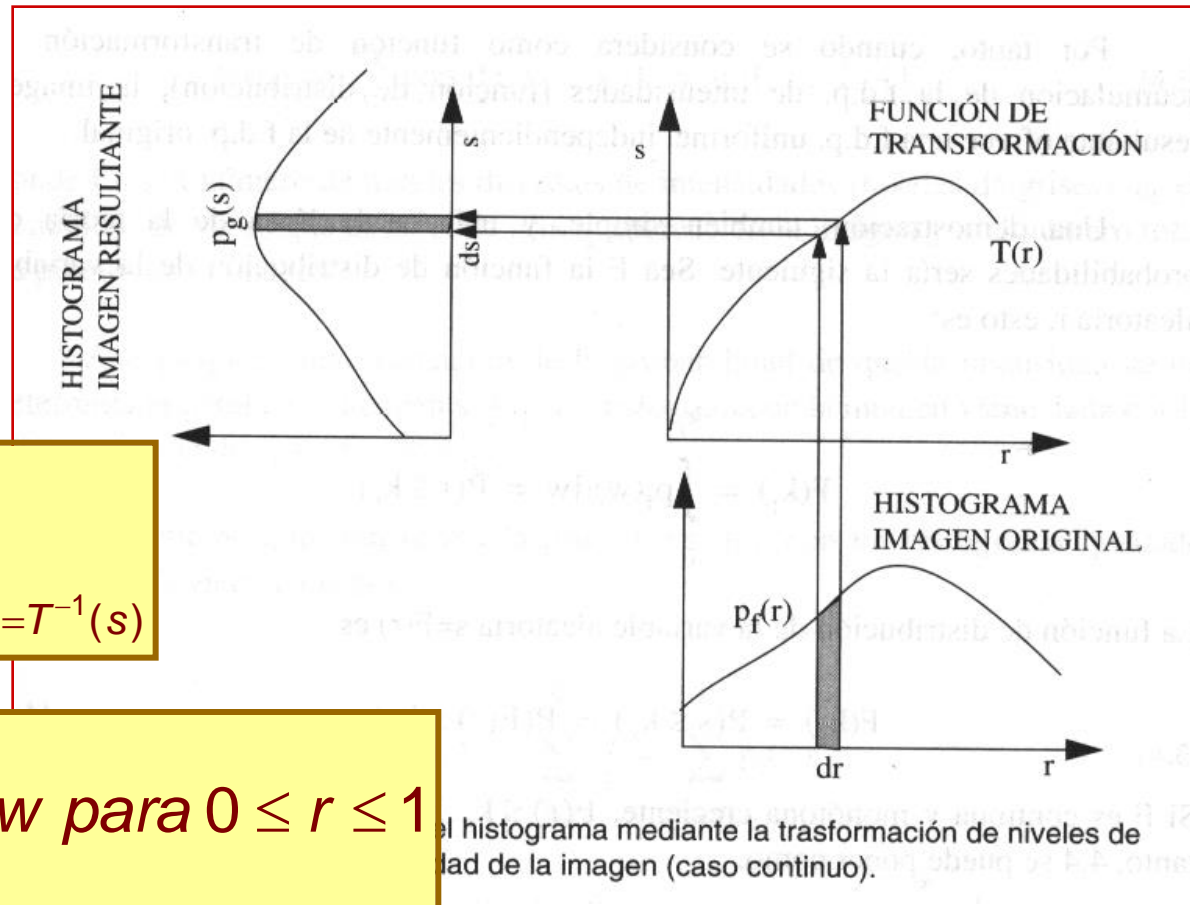
ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

CASO CONTINUO

$$r = T^{-1}(s)$$

$$p_g(s) = p_f(r) \left. \frac{dr}{ds} \right|_{r=T^{-1}(s)}$$

$$s = T(r) = \int_0^r p_f(w) dw \text{ para } 0 \leq r \leq 1$$



FUNCIÓN IGUALACIÓN

ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

CASO DISCRETO○ Frecuencia relativa de la intensidad r_k

$$p_f(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

Estimación de la probabilidad de que la intensidad de un determinado píxel de la imagen sea r_k .

○ Función que transforma una imagen en otra

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} = \sum_{j=0}^k p_f(r_j)$$

FUNCIÓN IGUALACIÓN

ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

CASO DISCRETO

- La imagen original puede recuperarse teóricamente

$$r_k = T^{-1}(s_k)$$

pero en la **práctica**, la aplicación T hace que se pierdan niveles de grises, por lo que la T^{-1} no podrá recuperar la misma imagen original

ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

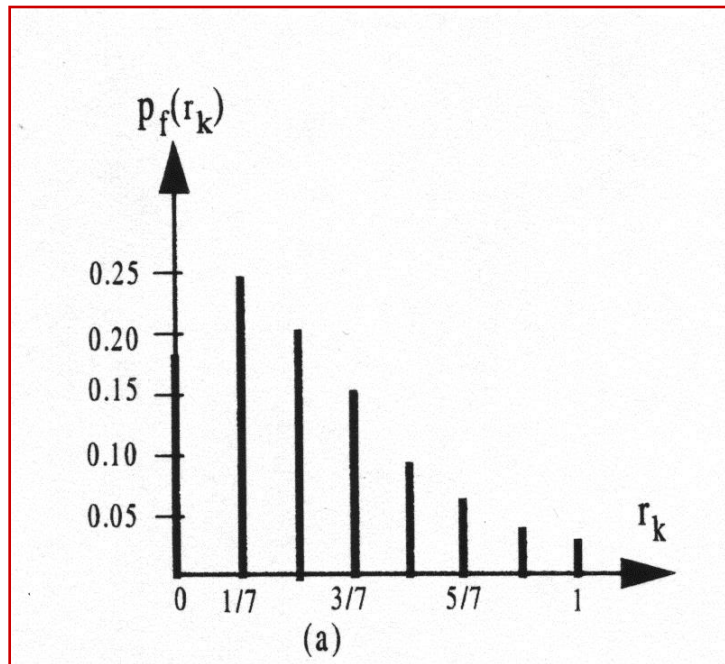
EJEMPLO

r_k	n_k	$p_f(r)$
$r_0 = 0$	790	0.19
$r_1 = 1/7$	1023	0.25
$r_2 = 2/7$	850	0.21
$r_3 = 3/7$	656	0.16
$r_4 = 4/7$	329	0.08
$r_5 = 5/7$	245	0.06
$r_6 = 6/7$	122	0.03
$r_7 = 1$	81	0.02

Frecuencias relativas del histograma del ejemplo

ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO



(a) Histograma de la imagen original

ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO

Calculamos los niveles de gris resultantes de aplicar la T

$$s_0 = T(r_0) = \sum_{j=0}^0 \frac{n_j}{n} = \sum_{j=0}^0 p_f(r_j) = p_f(r_0) = 0.19$$

$$s_1 = T(r_1) = \sum_{j=0}^1 p_f(r_j) = p_f(r_0) + p_f(r_1) = 0.44$$

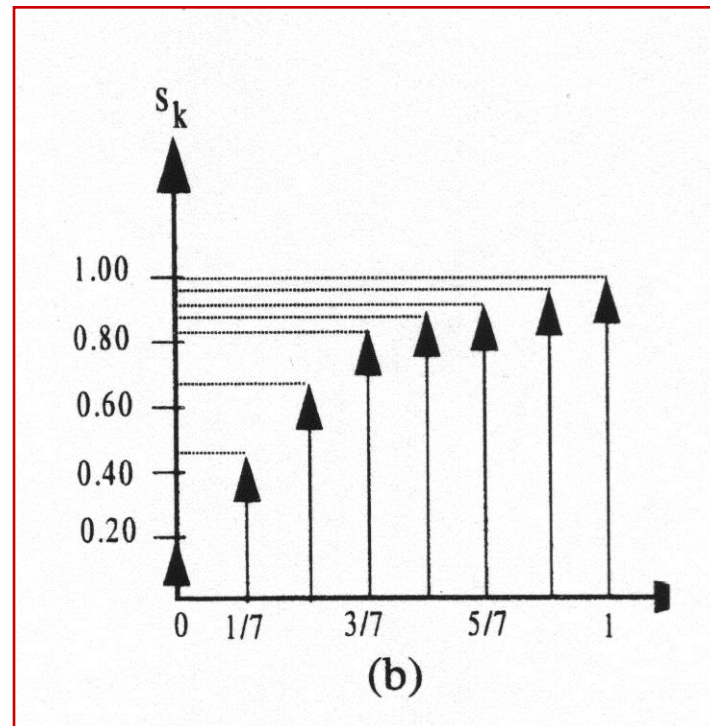
$$s_2 = 0.65 \quad s_3 = 0.81 \quad s_4 = 0.89 \quad s_5 = 0.95$$

$$s_6 = 0.98 \quad s_7 = 1.00$$

ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO

Función de igualación



ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO

Aproximamos a los niveles de gris disponibles

$$s_0 \approx 1/7$$

$$s_1 \approx 3/7$$

$$s_2 \approx 5/7$$

$$s_3 \approx 6/7$$

$$s_4 \approx 6/7$$

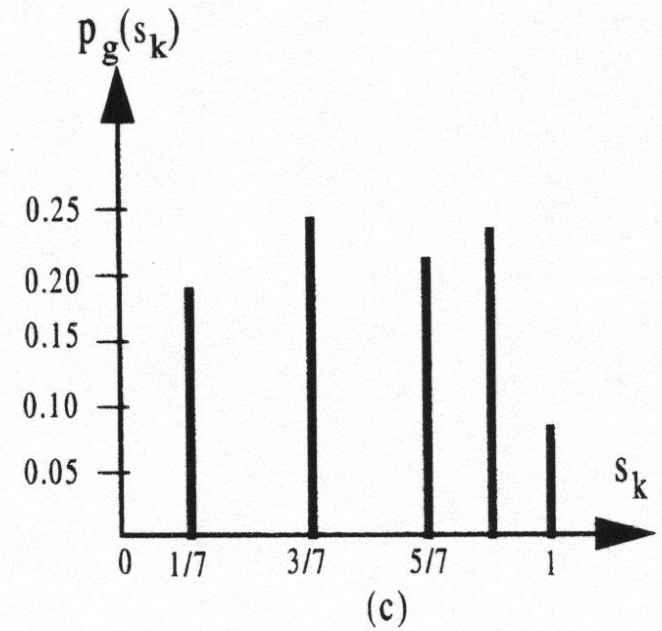
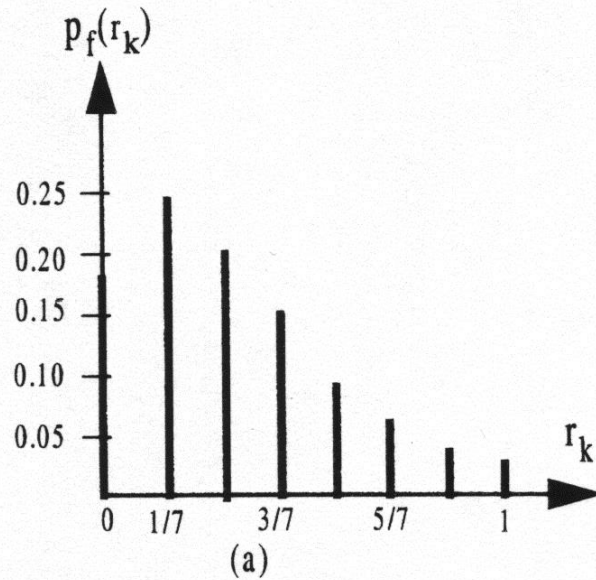
$$s_5 \approx 1$$

$$s_6 \approx 1$$

$$s_7 \approx 1$$

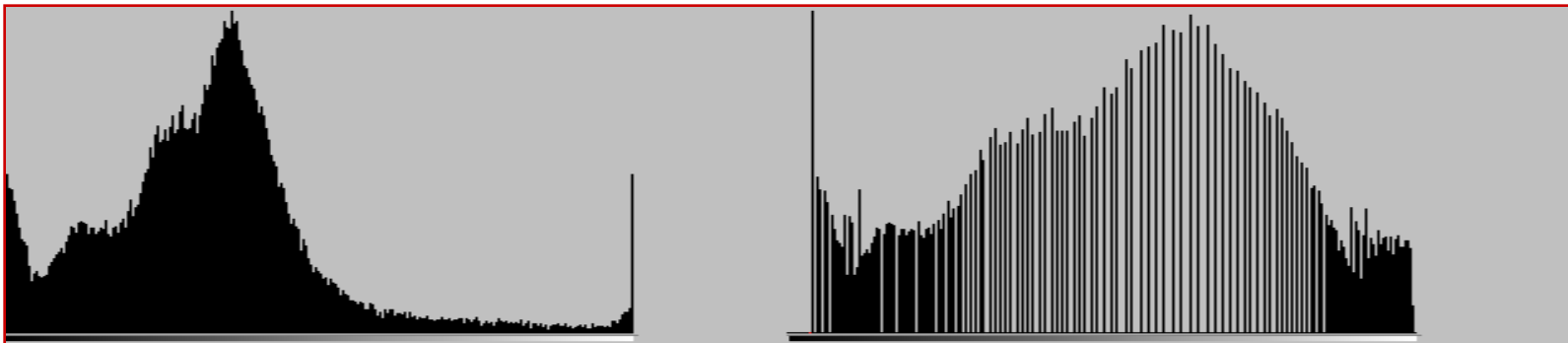
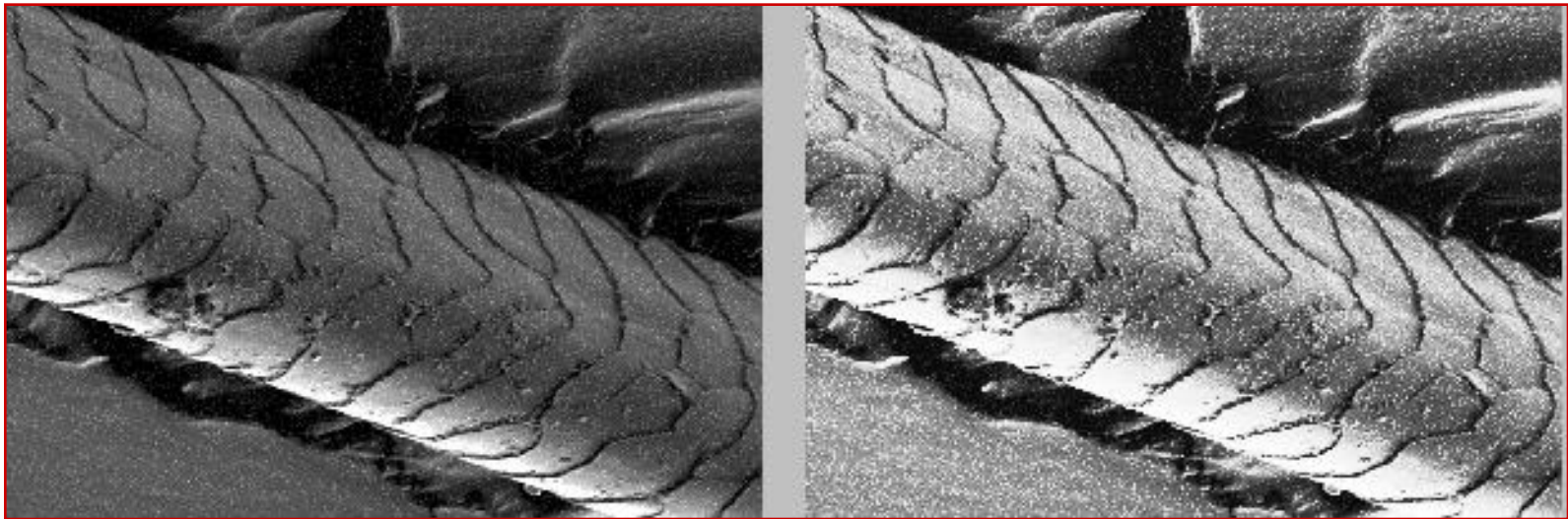
ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO



ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

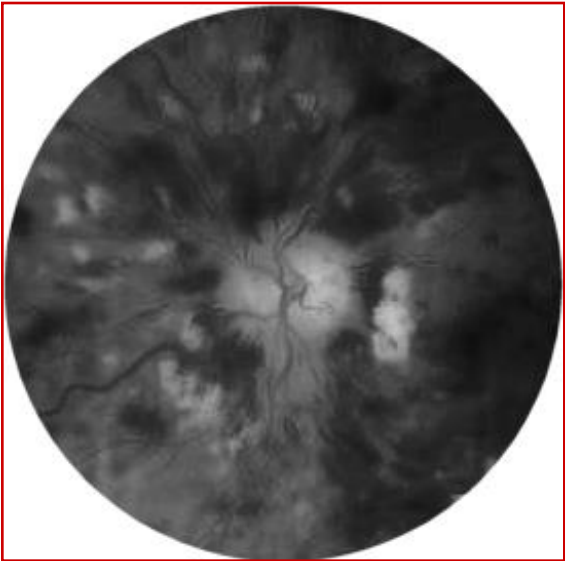
EJEMPLO



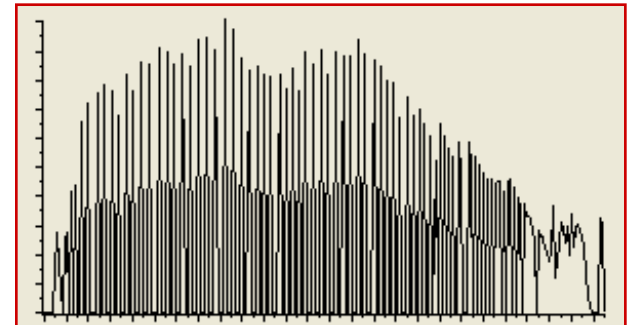
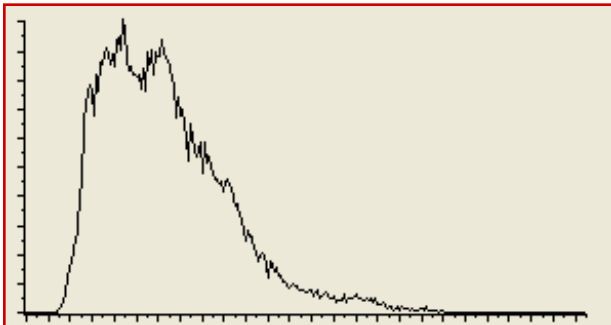
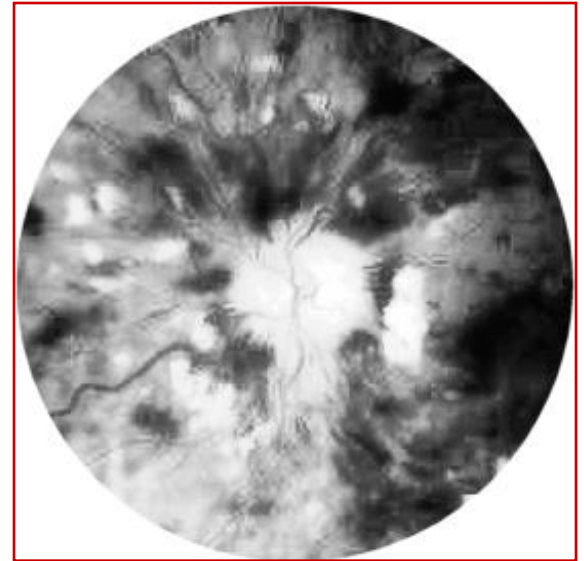
ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO

Expansión del histograma de una imagen



Trombo retiniano



ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO



ecuali.htm

Curso de Procesado de Imagen (c)GPI

2.1.1.2 Ecualizado

Si profundizamos un poco más en el significado del histograma nos damos cuenta que si dividimos cada con probabilidad (fdp) de cierto tono de gris en la imagen. Podemos hallar la función de distribución (FD) de est una imagen igualada o ecualizada.

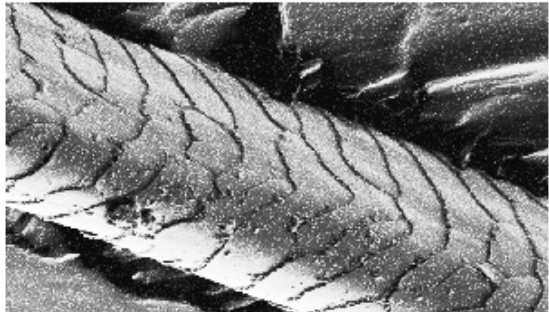
Con la ecualización lo que conseguimos es obtener un histograma más uniforme, distribuyéndose las gamas de ciertas zonas de la imagen, resaltando detalles que antes no se veía. De hecho, si en vez de trabajar con vari histograma (continuo) plano.

La diferencia con una simple modificación del contraste además de mejores resultados es que tal y como est recuperar la imagen original. Se podría decir que lo que se obtiene con la igualación es un aumento de contra

A continuación presentamos una applet en la que se obtiene los ecualizados de varias imágenes, pudiendose

Imagen **Ecualizado de Imágenes**

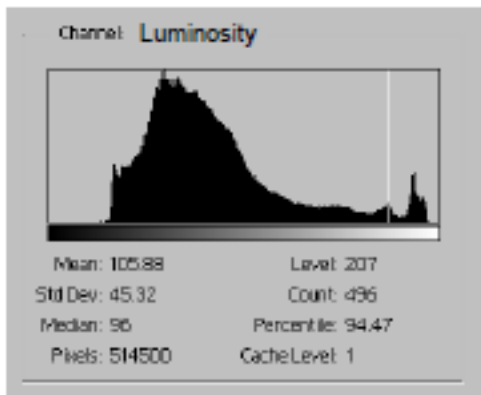
Región 1 Región 2



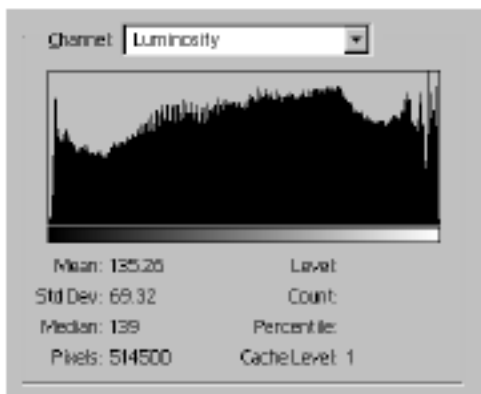
ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO: Imágenes en color

Cada canal
RGB es
ecualizado por
separado



before



after

ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO: Imágenes en color

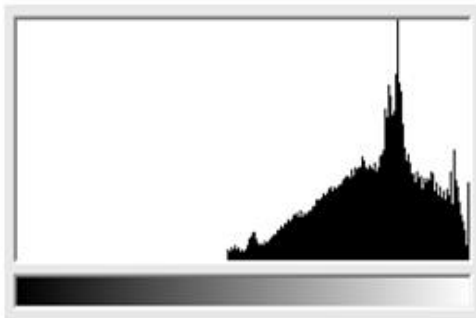
Imagen de entrada (A)



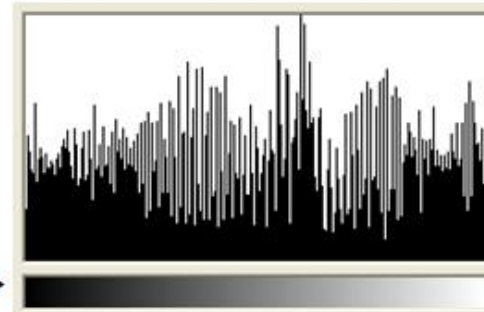
Imagen ecualizada (R)



Histograma de A

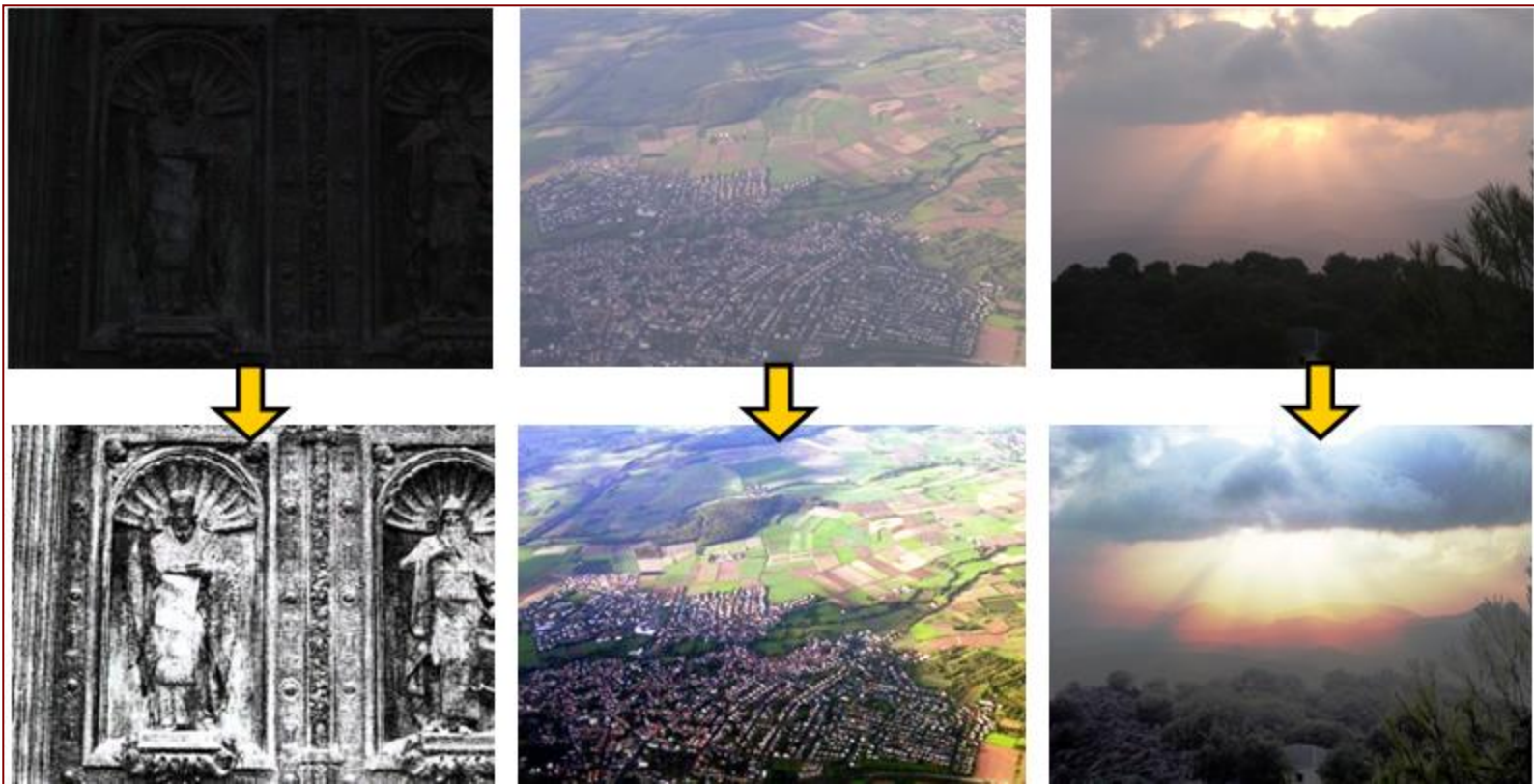
Función f 

Histograma de R



ECUALIZACIÓN DEL HISTOGRAMA

EJEMPLO: Imágenes en color

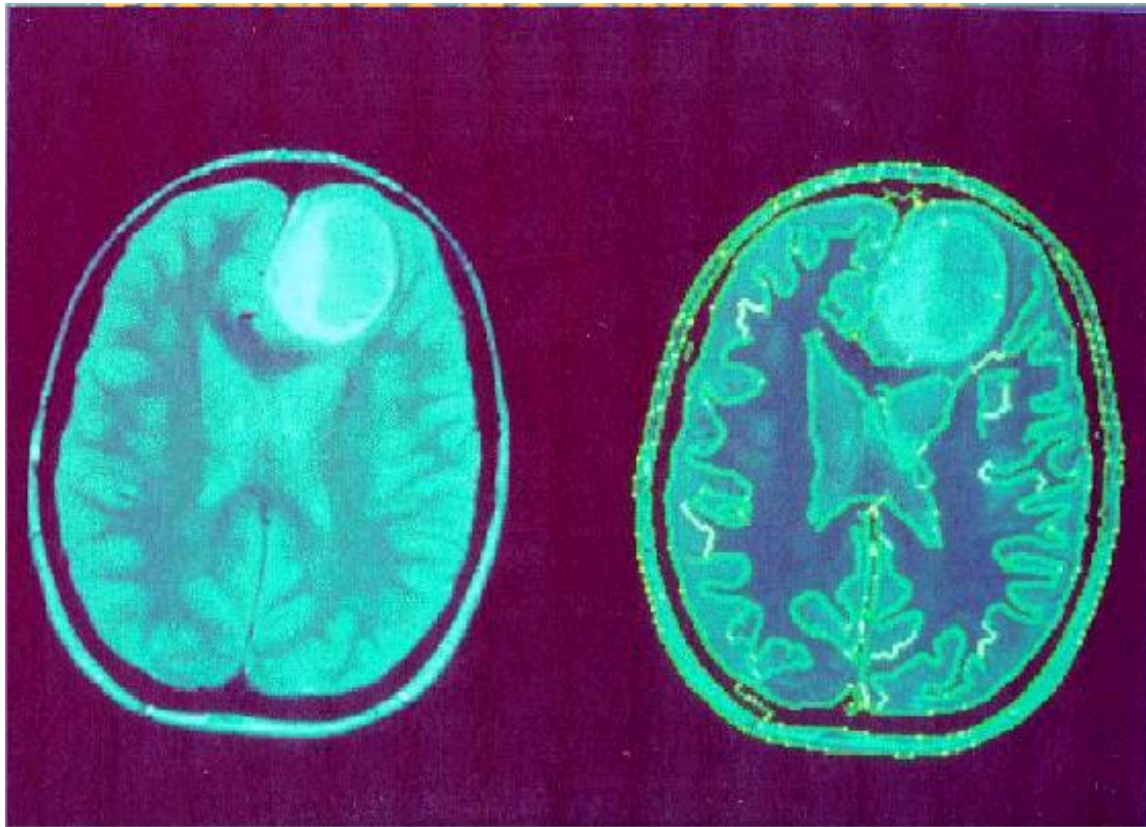


CUIDADO, en algunos casos puede resultar artificioso el resultado

APLICACIONES

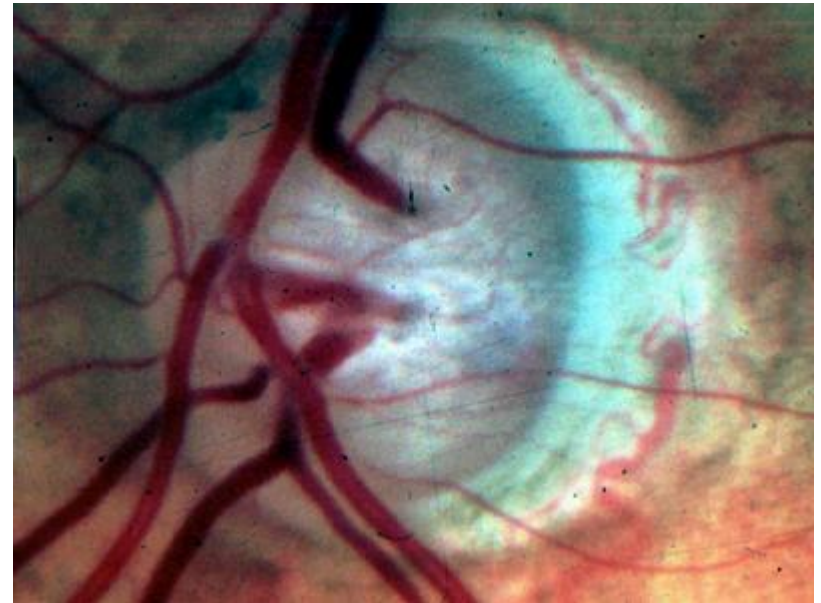
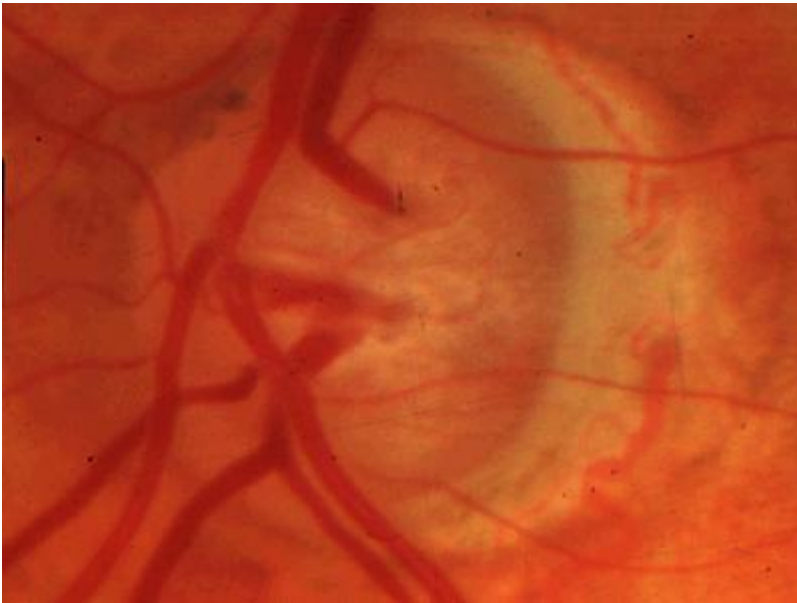
- Imágenes médicas. Diagnóstico por la imagen
- Imágenes de satélite. Teledetección
- Microscopía
- Visión Artificial
- Seguridad. Video-vigilancia
- Industria
- Militar, navegación
- Arquitectura y construcción
- Tráfico y transporte
- Agricultura

APLICACIONES

Imágenes médicas

Ecuación

APLICACIONES

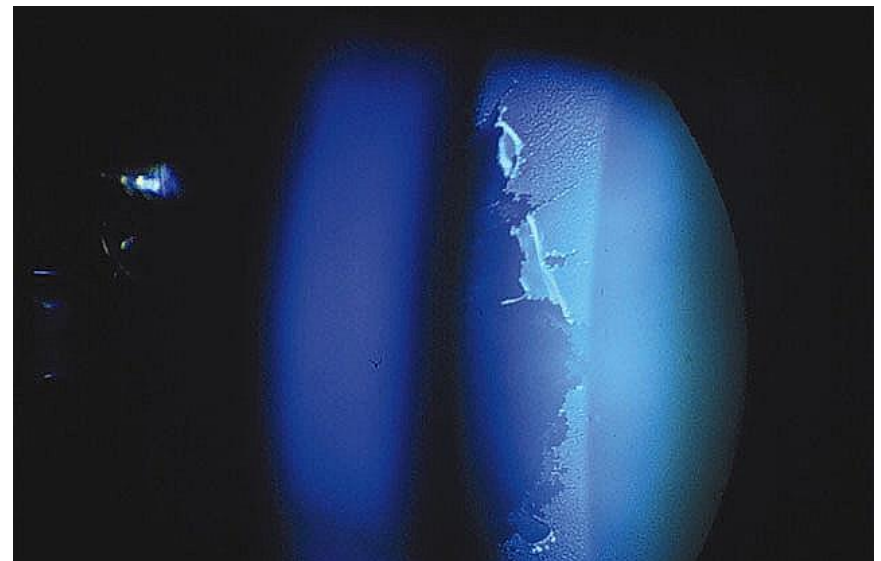
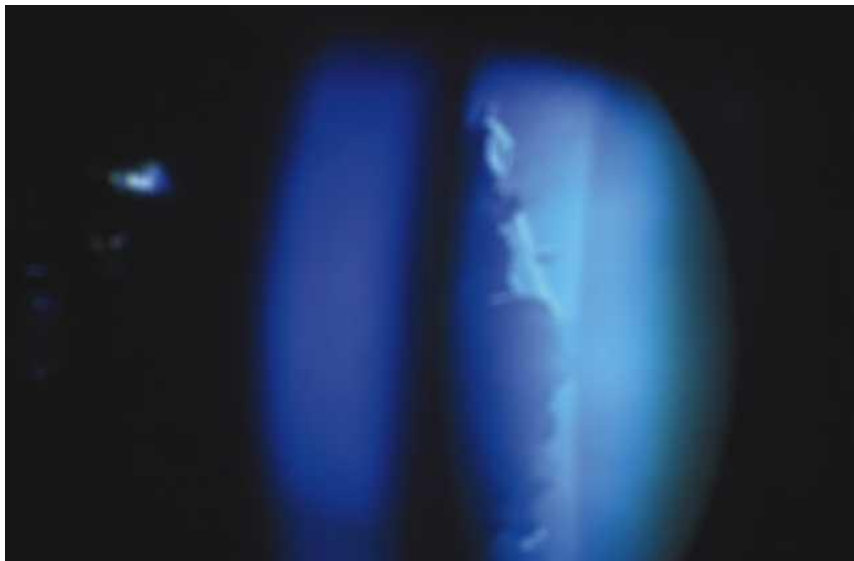
Imágenes médicas

Balance de colores + ecualización

APLICACIONES

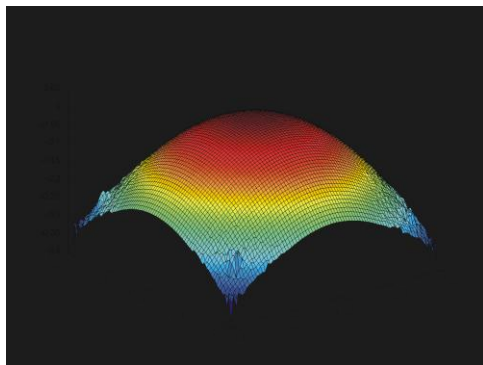
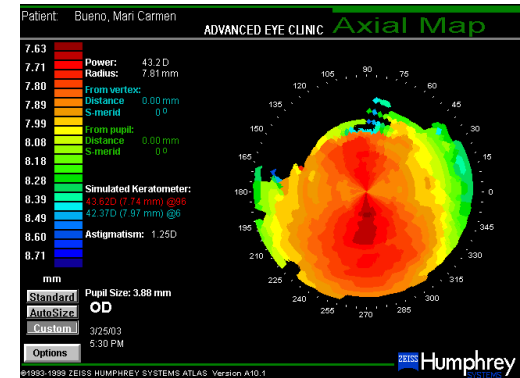
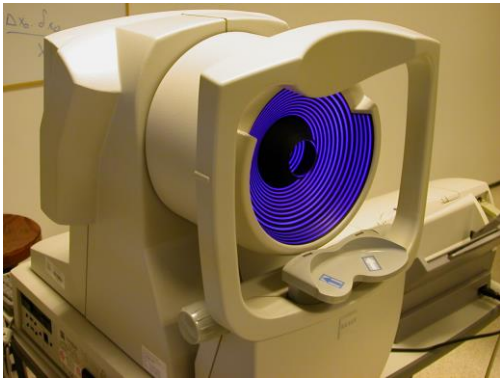
Imágenes médicas

Pseudoexfoliación del cristalino

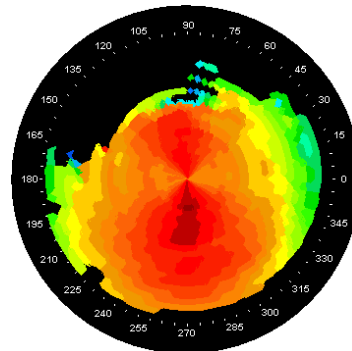


Realce de bordes

APLICACIONES

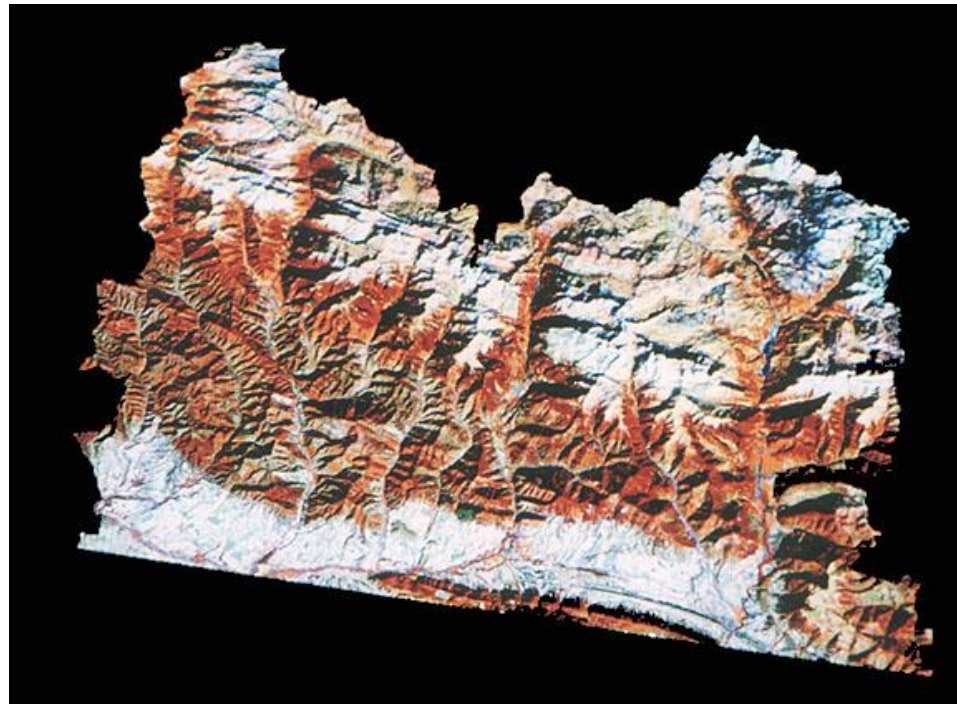
Imágenes médicas

Filtrado

Recorte de
la zona de
interés

APLICACIONES

Teledetección: Composición en falso color de la imagen Landsat 5 Thematic Mapper tomadas sobre los valles occidentales oscenses. La asignación de colores utilizada es: rojo para infrarrojo próximo, verde para infrarrojo medio y azul para rojo visible. En consecuencia, en tono marrón anaranjado aparece el espacio arbolado, el matorral hacia pardo-verdoso, los pastos amarillo-anaranjado y la roca desnuda en blanco y blanco azulado.



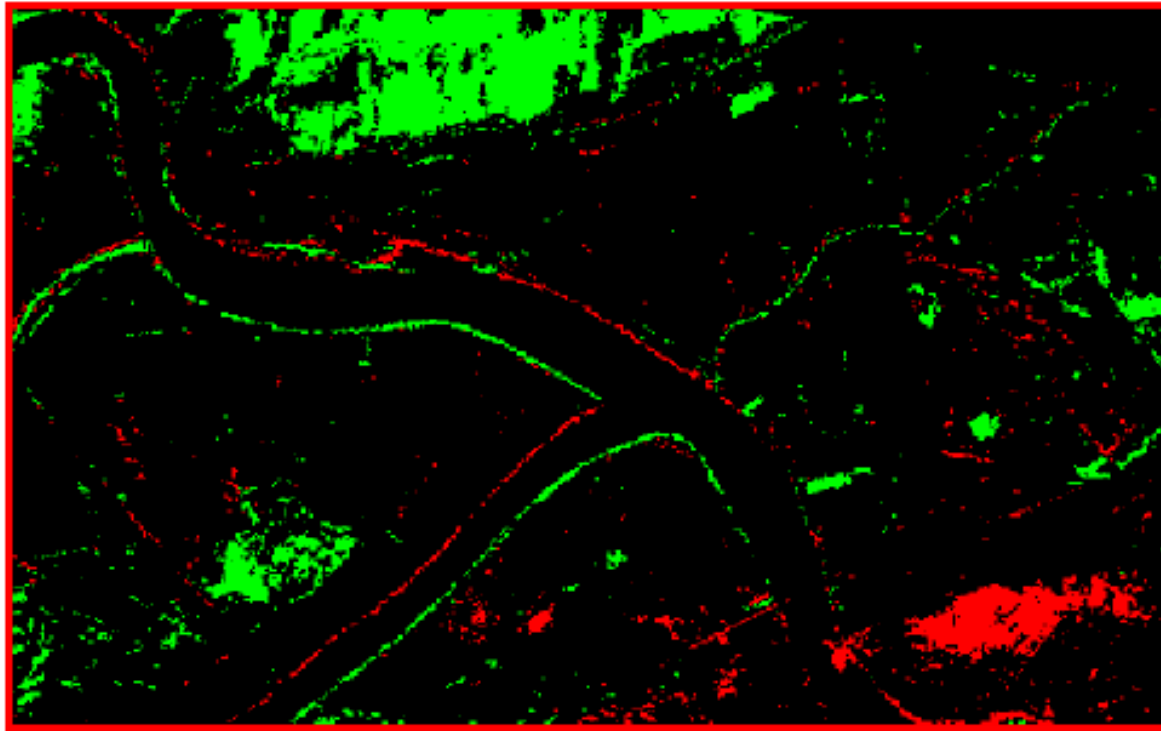
APLICACIONES

Teledetección:



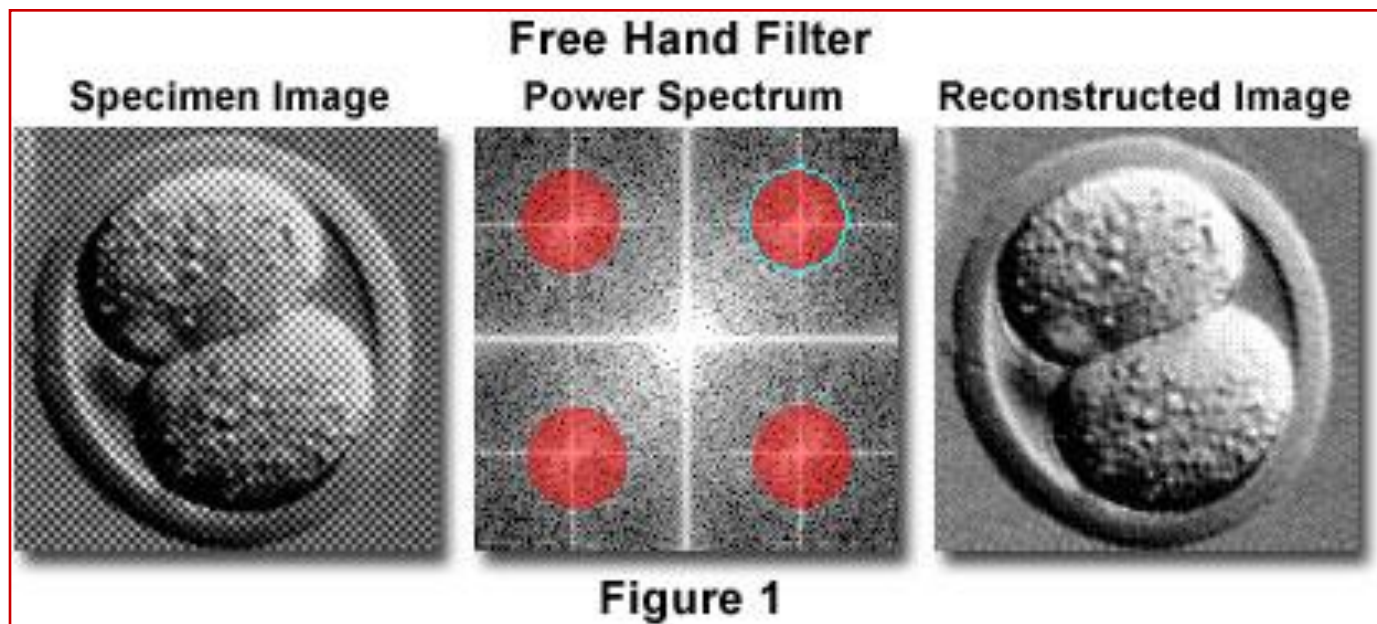
APLICACIONES

Teledetección: En verde figuran los valores que decrecieron y en rojo los que crecieron. En negro figuran las zonas que no sufrieron cambios. La mancha roja en el cuadrante inferior corresponde a una nube.



APLICACIONES

Microscopia: Imagen reconstruida a partir de la aplicación de un filtro en el espacio de frecuencias.
Se anula el ruido interferencial que aparece en la imagen original.



APLICACIONES

Mejora de la imagen



APLICACIONES

Mejora de la imagen

Balance de color

APLICACIONES

Mejora de la imagen



Supresión de
rayaduras

APLICACIONES

Mejora de la imagen

