

# TEMA 10

## REGISTRO Y PROCESADO DE IMÁGENES CLÍNICAS

Grado en Óptica y Optometría  
Curso 2010-2011

*Pas García Martínez*

*Amparo Pons Martí*

## **UNIDAD 3**

### **ESTRUCTURA Y CODIFICACIÓN DE LA IMAGEN**

- **Representación de la imagen.**
- **Técnicas de digitalización.**
- **Formatos de almacenamiento de la imagen.**

**Estudio de las distintas representaciones de una imagen digital y los formatos básicos en los que se puede codificar**

#### **Tema 10.- Codificación.**

- **Codificación de una imagen**
- **Planos de una imagen. Paletas de color**
- **Pseudocoloración.**
- **Compresión.**
- **Formatos de almacenamiento de la imagen.**

## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN

Una vez capturada y digitalizada la imagen vamos a ver cómo se **codifica** y **almacena**

### EXISTEN DOS MANERAS DE CODIFICAR UNA IMAGEN

- Mapa de bits
- Representación Vectorial

## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: Mapa de bits (BITMAP)

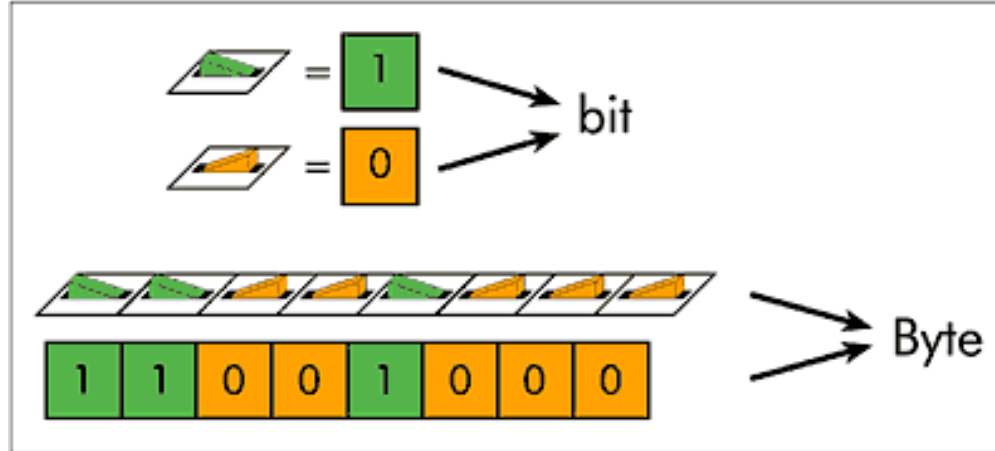
Los formatos que se denominan **bitmap** se caracterizan por el almacenamiento de los puntos individuales de la imagen con los valores necesarios para representar cada uno

### CARACTERÍSTICAS

- Sucesión de puntos individuales con un valor de color en cada píxel
- Problemas en el zoom y reducción de imágenes
- Cuando reducimos el tamaño pueden desaparecer algunas líneas de la imagen
- Problema del tamaño

## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: Mapa de bits (BITMAP)

Implica una descomposición de la imagen en una matriz de puntos, cada uno de ellos conteniendo el valor de luminancia de cada píxel.

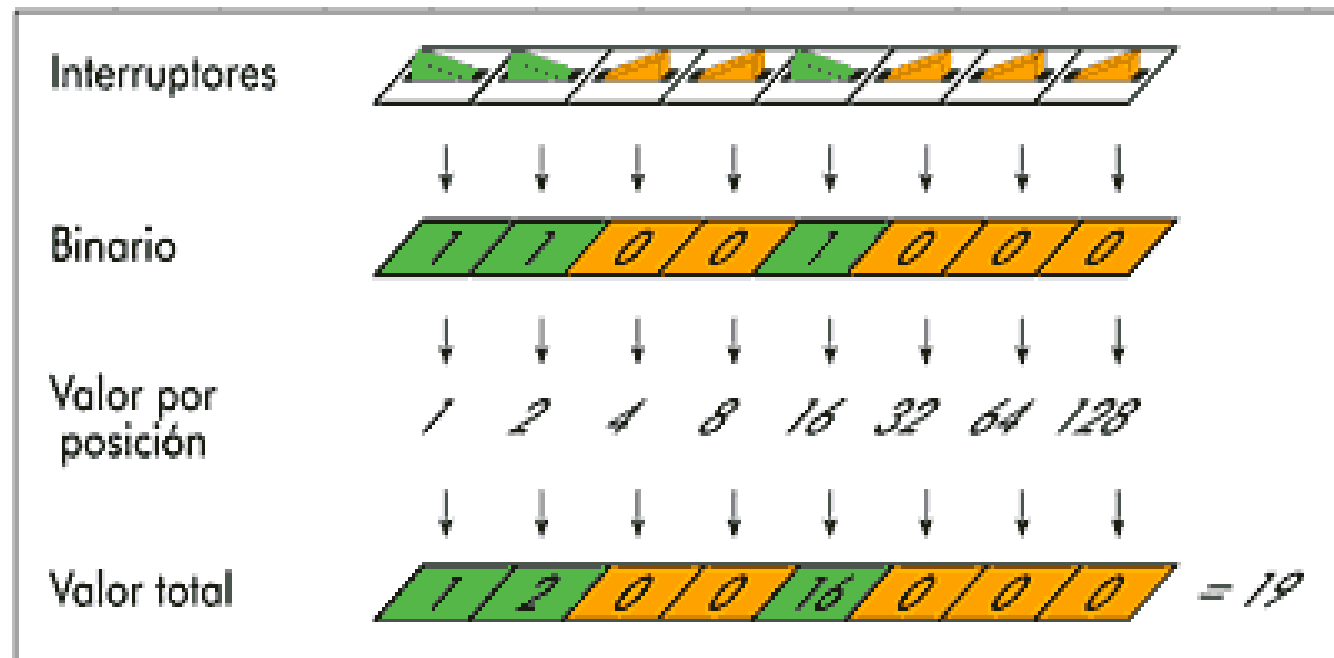


Mapa 0	Mapa 1	Mapa 2	Mapa 3	Mapa 4	Mapa 5	Mapa 6	Mapa 7
$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^5$	$2^6$	$2^7$
Ng 1	Ng 2	Ng 4	Ng 8	Ng 16	Ng32	Ng 64	Ng 128

## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: Mapa de bits (BITMAP)

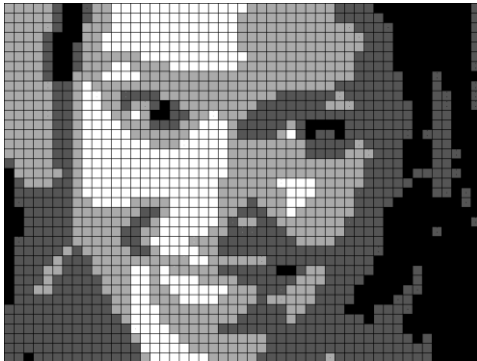
Mapa 0	Mapa 1	Mapa 2	Mapa 3	Mapa 4	Mapa 5	Mapa 6	Mapa 7
$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^5$	$2^6$	$2^7$
Ng 1	Ng 2	Ng 4	Ng 8	Ng 16	Ng32	Ng 64	Ng 128

### EJEMPLO:

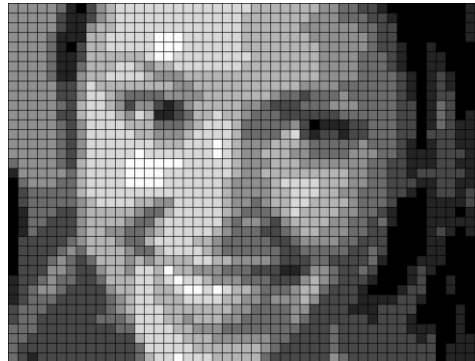


## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: Mapa de bits (BITMAP)

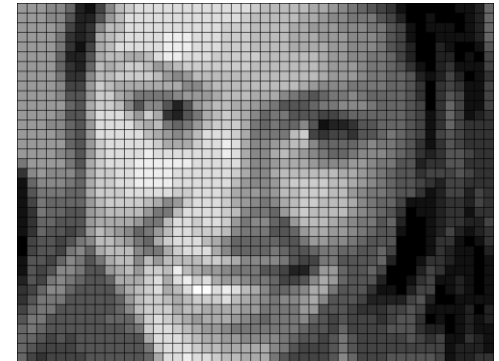
**Un nivel de gris, o un color, se puede representar con más o menos bits:  
PROFUNDIDAD DE COLOR**



2 bits por píxel



3 bits por píxel



4 bits por píxel

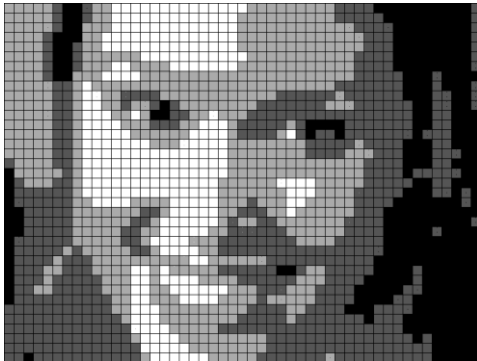
Mapa 0	Mapa 1
$2^0$	$2^1$
Ng 1	Ng 2

Podemos tener 4 niveles de gris:

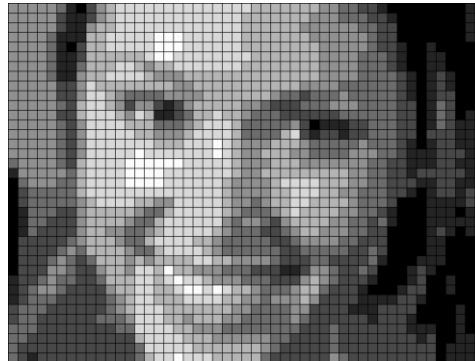
■	00 = Ng 0
■	10 = Ng 1
■	01 = Ng 2
□	11 = Ng 3

## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: Mapa de bits (BITMAP)

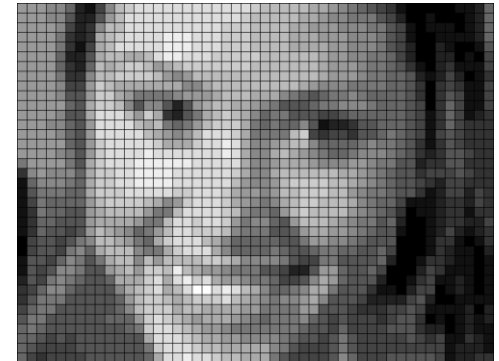
**Un nivel de gris, o un color, se puede representar con más o menos bits:  
PROFUNDIDAD DE COLOR**



2 bits por píxel



3 bits por píxel



4 bits por píxel

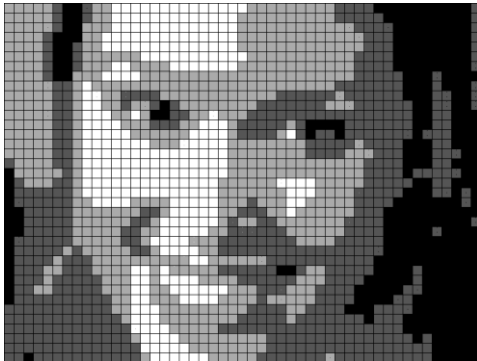
Mapa 0	Mapa 1	Mapa 2
$2^0$	$2^1$	$2^2$
Ng 1	Ng 2	Ng 4

Podemos tener 8 niveles de gris [0-7]

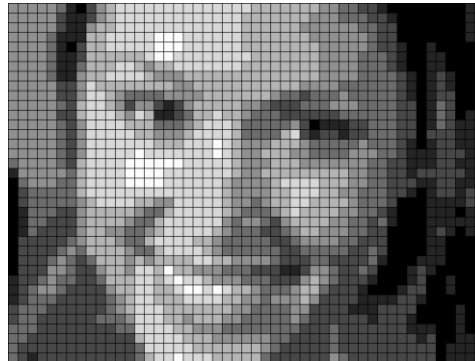


## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: Mapa de bits (BITMAP)

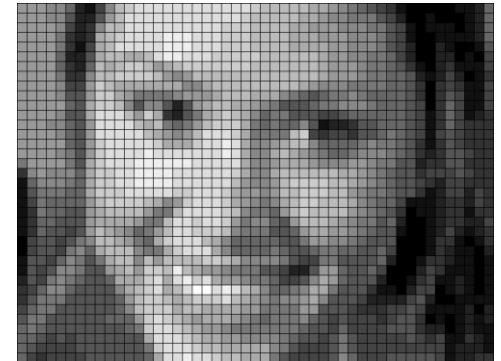
**Un nivel de gris, o un color, se puede representar con más o menos bits:  
PROFUNDIDAD DE COLOR**



2 bits por píxel



3 bits por píxel



4 bits por píxel

Mapa 0	Mapa 1	Mapa 2	Mapa 3
$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$
Ng 1	Ng 2	Ng 4	Ng 8

Podemos tener 16 niveles de gris [0-15]

**CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: Mapa de bits (BITMAP)**

→ Mayor comodidad:  $m=n=N$   
(imágenes cuadradas)

	4 bits	5 bits	6 bits	7 bits	8 bits
32 pixels	512	640	768	896	1024
64 pixels	2048	2560	3072	3584	4096
128 pixels	8192	10240	12288	14336	16384
256 pixels	32768	40960	49152	57344	65536
512 pixels	131072	163840	196608	229376	262144

NOTA=( $32 \times 32 \times 4 = 4096 / 8 = 512 \text{ bytes} = 0.5 \text{ Kb}$ )

**CANTIDAD DE MEMORIA QUE SE PRECISA  
PARA ALMACENAR UNA IMAGEN**

## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: **Representación Vectorial**

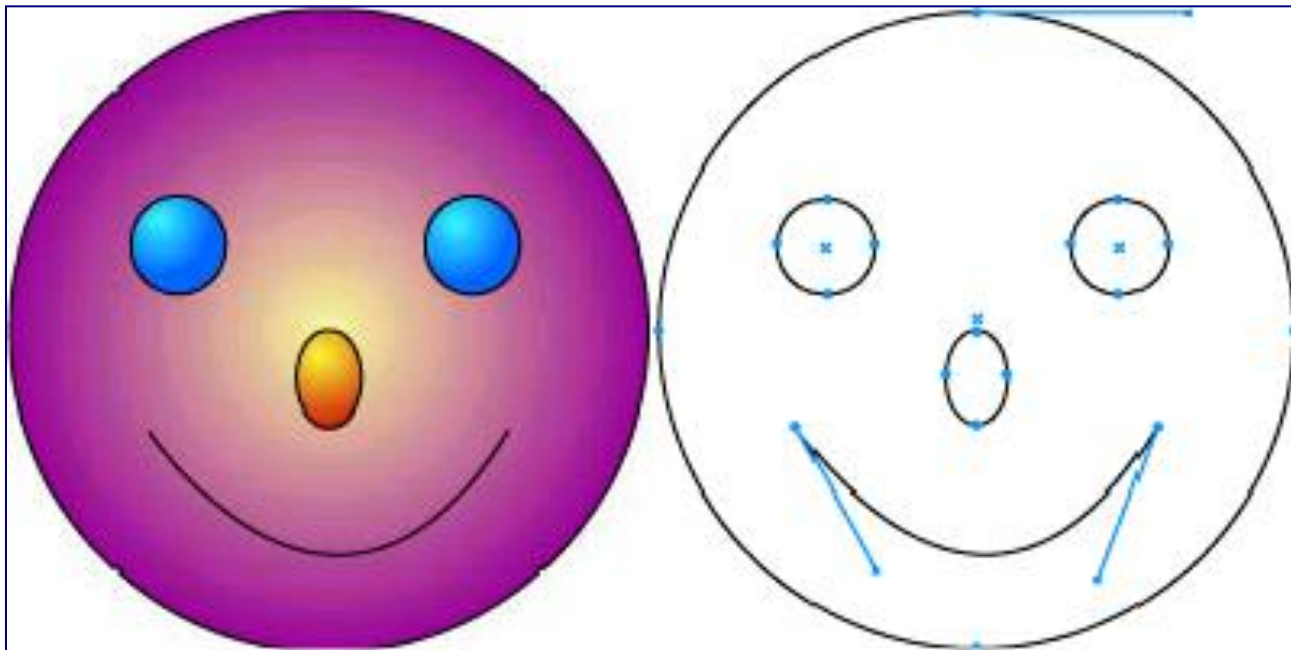
Los formatos **vectoriales** no almacenan el valor en cada punto de la imagen, sino que codifican la información de los objetos presentes en la misma. Estas imágenes son fácilmente escalables, basta con cambiar el tamaño de los objetos a representar.

### **CARACTERÍSTICAS**

- Representación mediante vectores y formas geométricas
- Son escalables
- No pierden información al reducir y/o aumentar de tamaño
- En fotografías no es útil por su tamaño

## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN: **Representación vectorial**

La imagen es descrita como un conjunto de formas prediseñadas (líneas, formas, regiones, etc) y necesita ser reconstruida para poder mostrarse en algún dispositivo



## CODIFICACIÓN DE UNA IMAGEN

### Mapa de bits vs Representación vectorial

#### ➤ Ventajas:

Almacenan prácticamente cualquier tipo de imagen concebible.  
Son el formato de uso más inmediato.

#### ➤ Desventajas

No optimizan la relación tamaño-información. Necesitan mucha memoria.

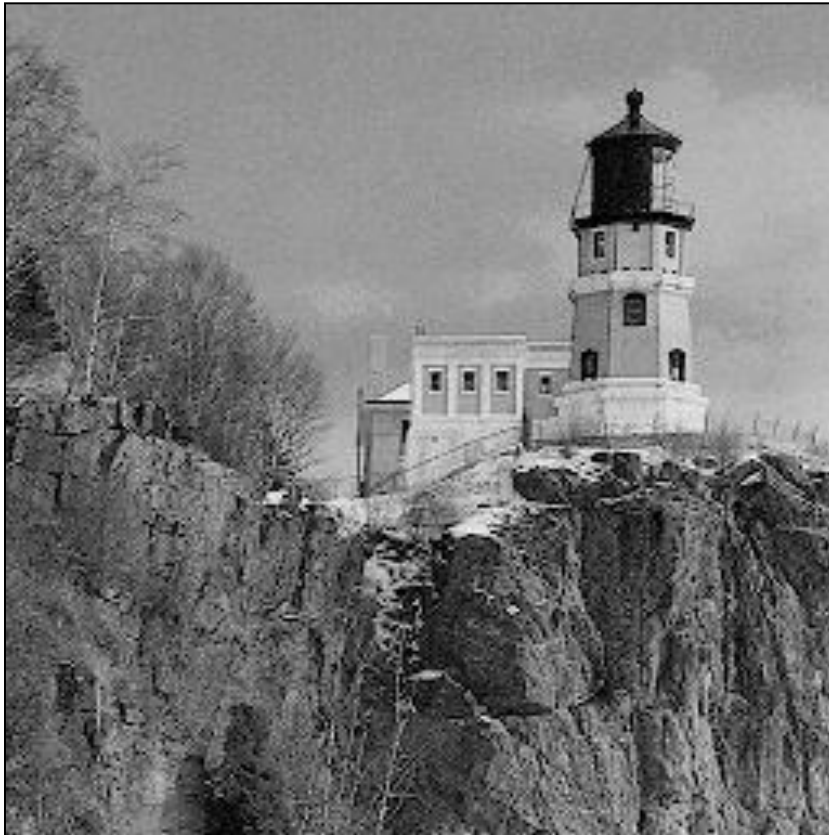
Son poco flexibles y no permiten operaciones de procesamiento avanzado sobre ellos.

La resolución es fija, por ello sucesivos zooms revelan una trama pixelada.

Las representaciones vectoriales permiten interpolaciones “inteligentes”.

PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

## IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS



8 Bits por píxel

PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

**IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS**



Plano bit 0

PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

## IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS

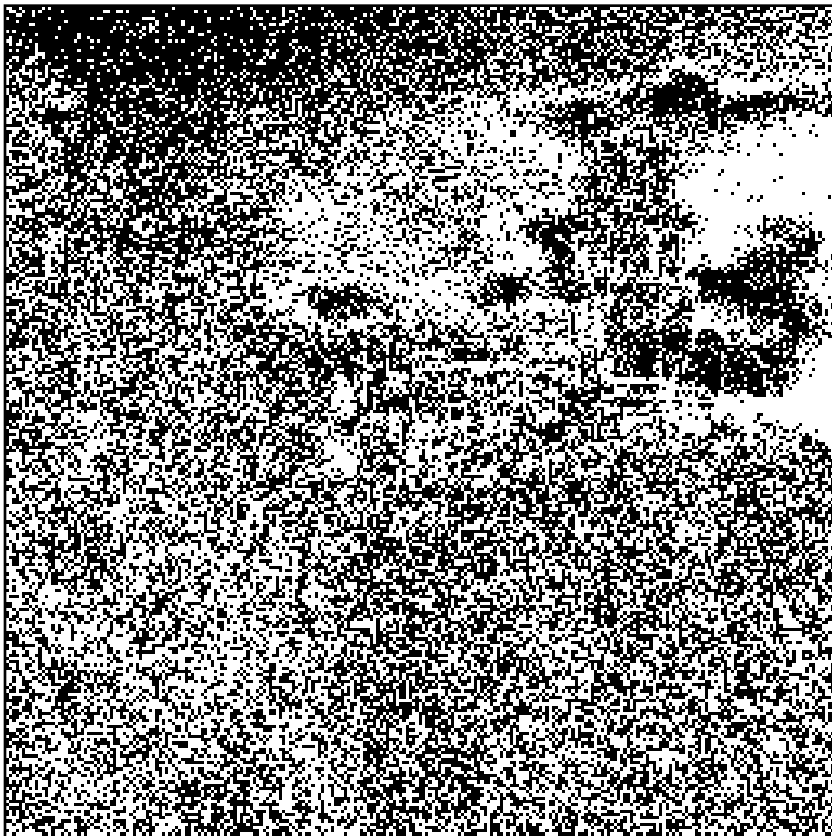


Plano bit 1



PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

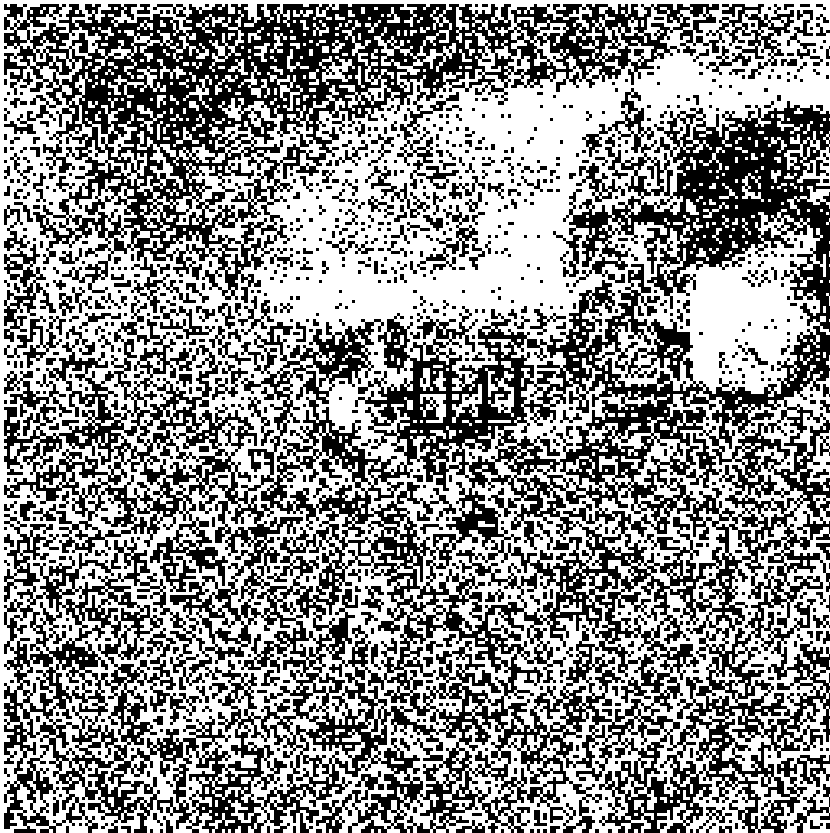
**IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS**



Plano bit 2

PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

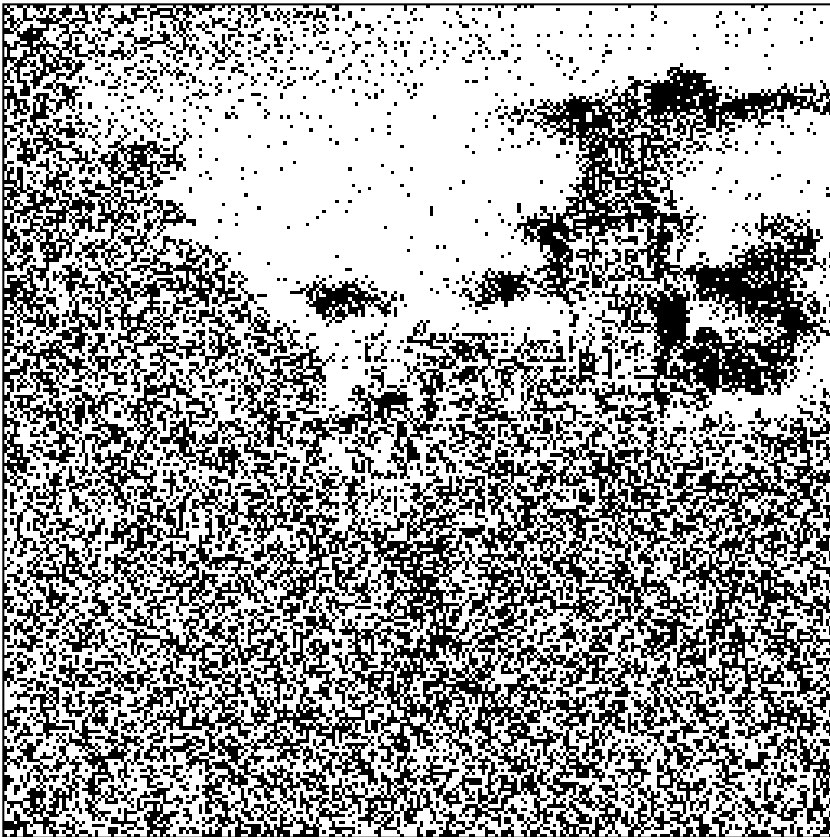
## IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS



Plano bit 3

PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

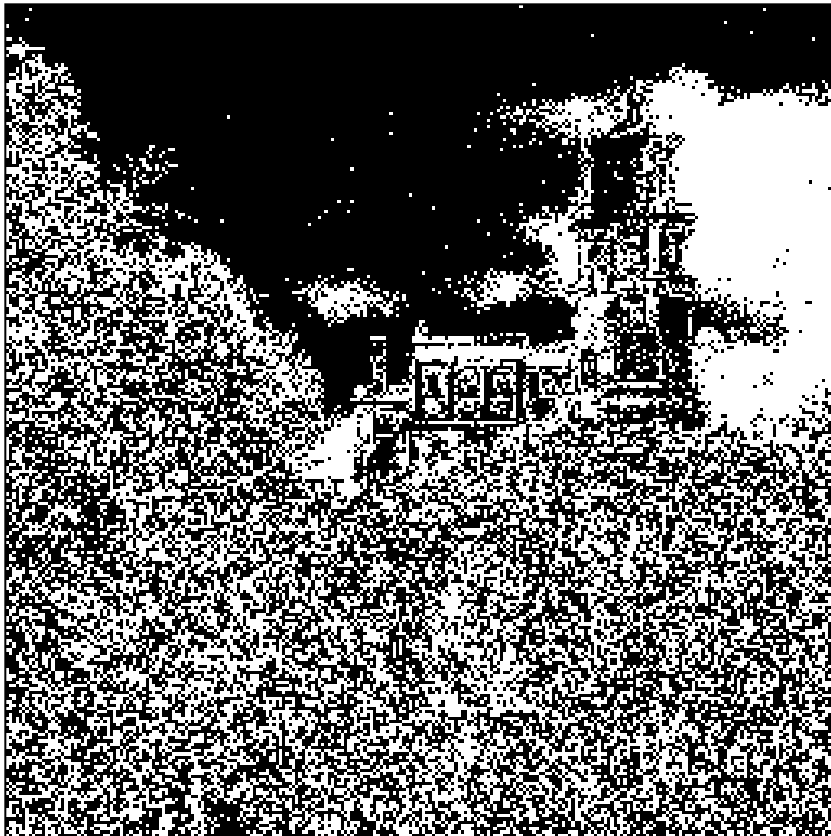
**IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS**



Plano bit 4

PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

**IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS**



Plano bit 5

PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

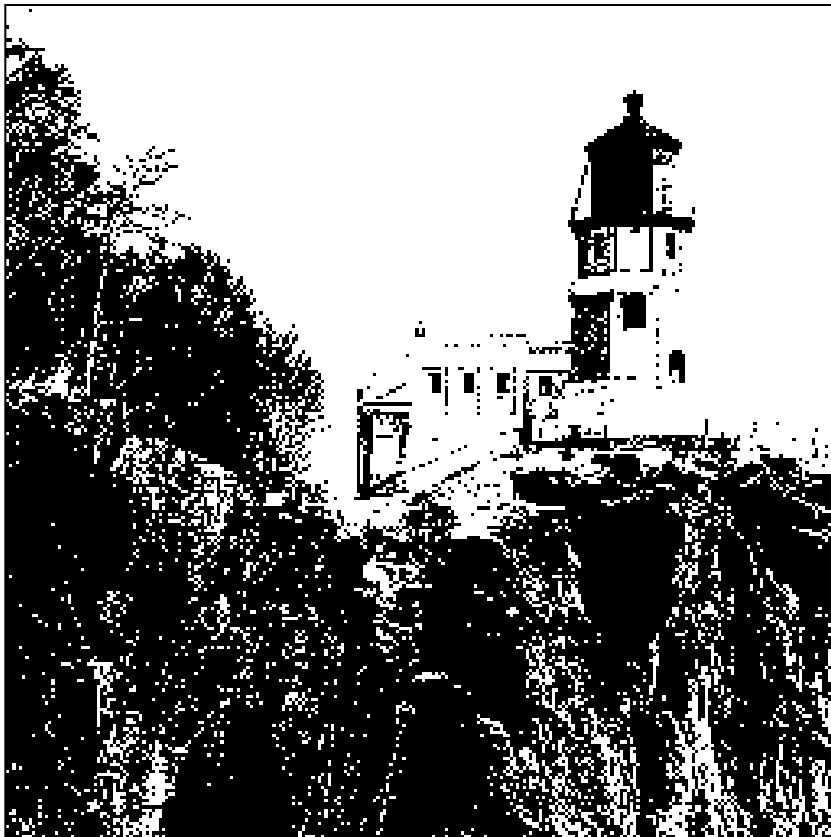
## IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS



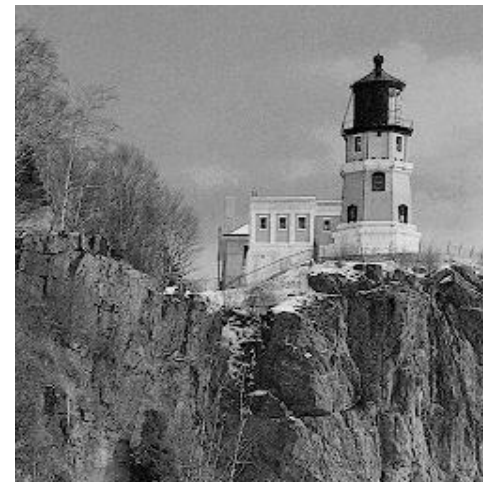
Plano bit 6

## PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

### IMÁGENES EN NIVELES DE GRIS



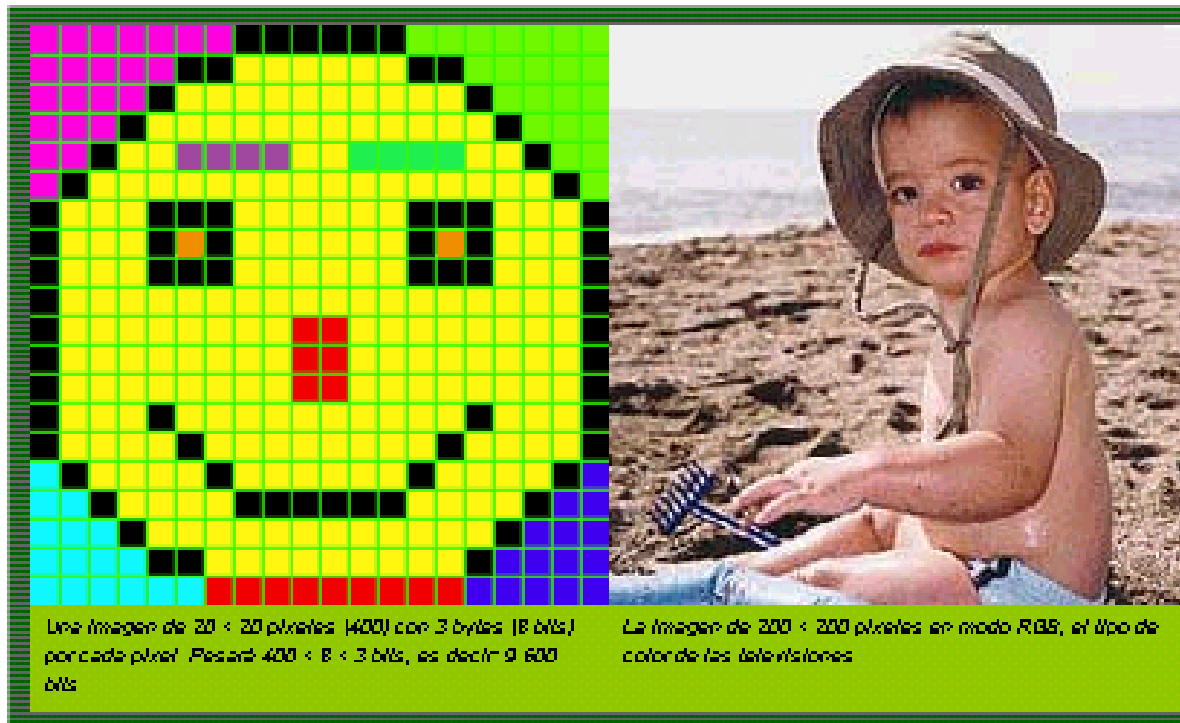
Plano bit 7



## PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

## IMÁGENES EN COLOR: True-Color

Para cada píxel se almacenan las tres componentes de color que lo definen



Por ejemplo:

R (8bits/píxel)  
G (8bits/píxel)  
B (8bits/píxel)

} 24 bits =  
3 bytes

## PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

## IMÁGENES EN COLOR: Paleta de color

Se crea una tabla en la que se almacenan los colores que aparecen en la imagen

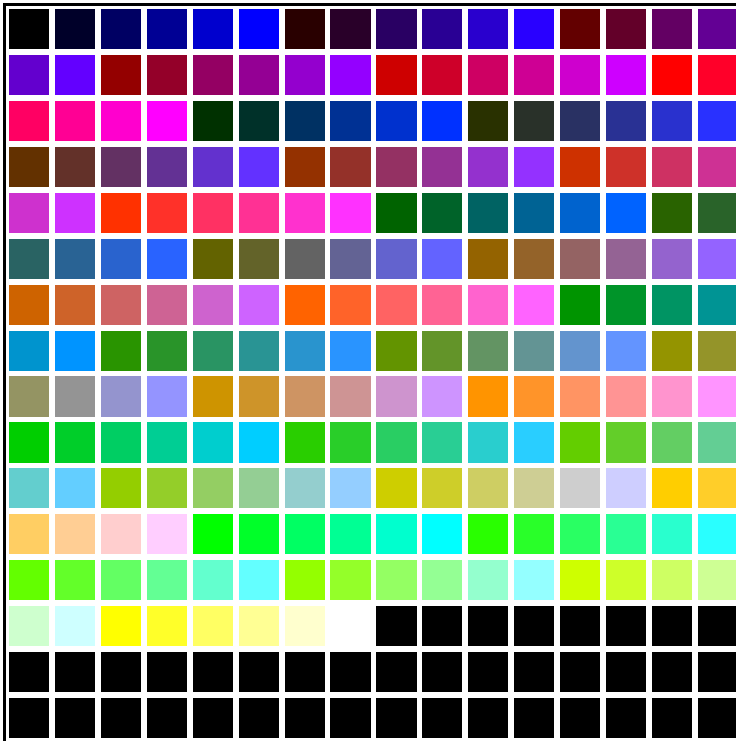


Imagen en color  
+  
Paleta  
=  
(8bits/píxel)

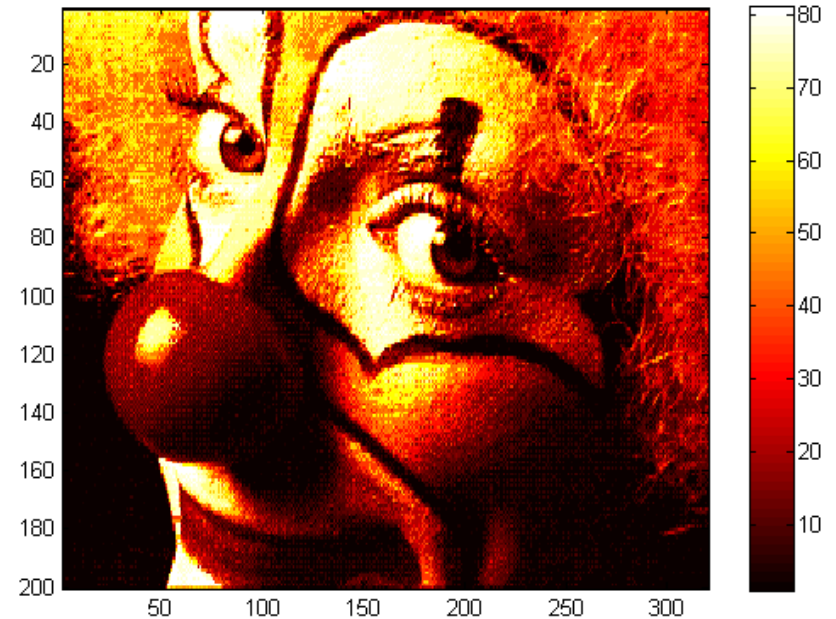
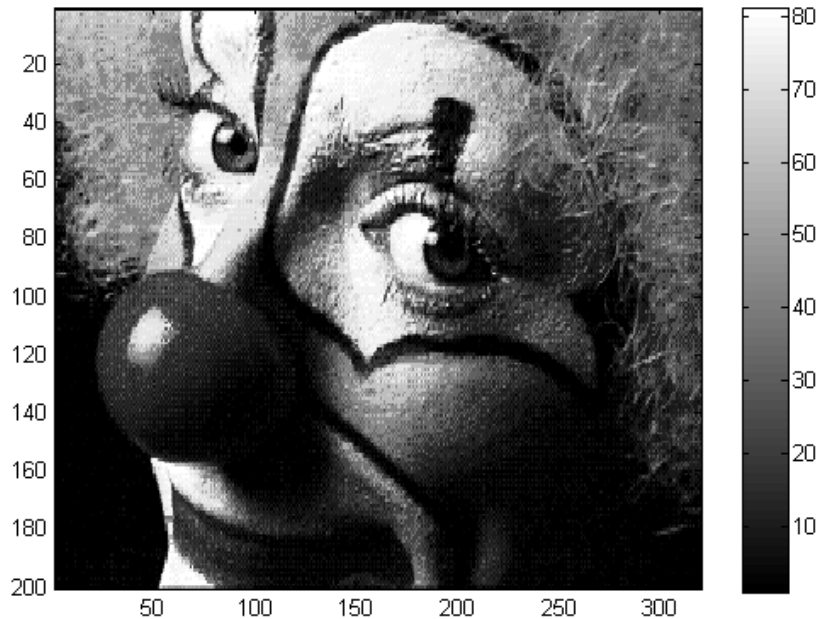
Puede ser una paleta **ORDENADA**  
o **ALEATORIA**



## PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

**IMÁGENES EN COLOR: Paleta de color**

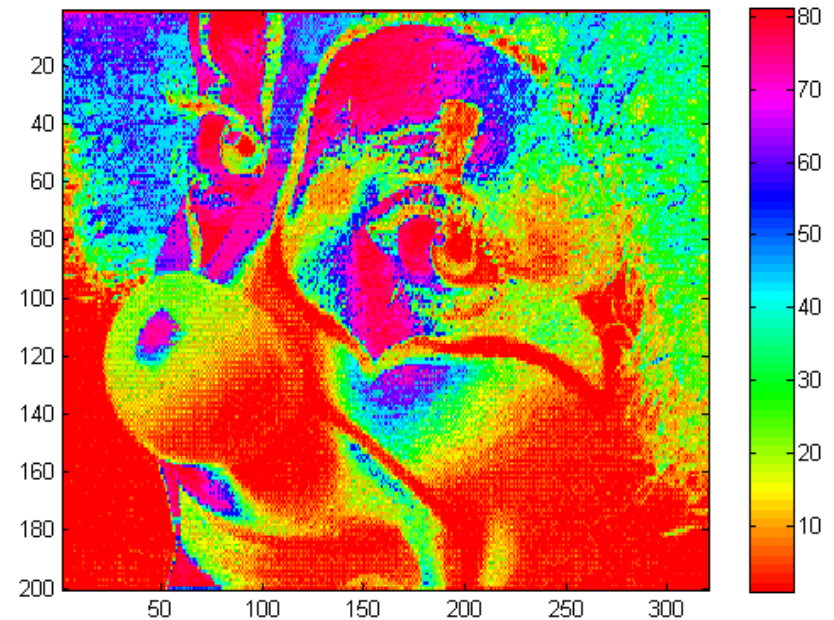
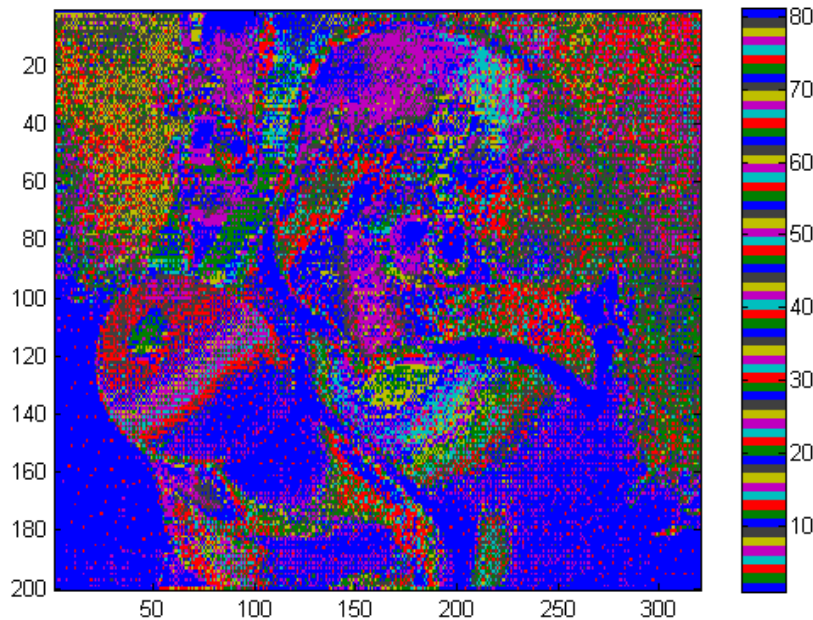
## EJEMPLOS DE PALETAS



## PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

## IMÁGENES EN COLOR: Paleta de color

## EJEMPLOS DE PALETAS



## PLANOS DE UNA IMAGEN. PALETA DE COLOR

### IMÁGENES EN COLOR: Paleta de color

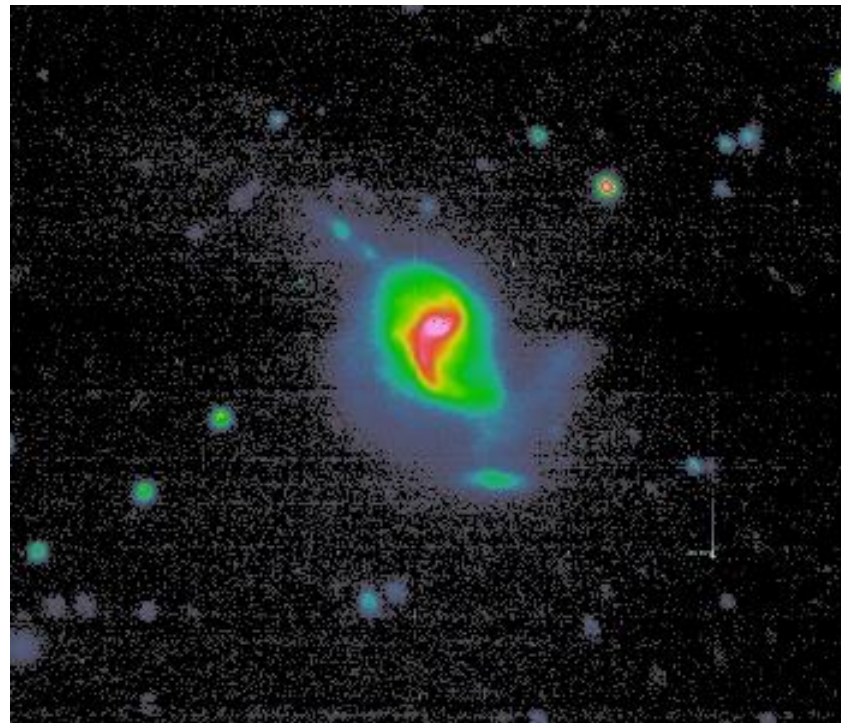
El formato de las paletas es útil cuando se trata de **REPRESENTAR** imágenes.

Para **PROCESARLAS** es más conveniente convertirlas a **TRUE-COLOR**. Porque de lo contrario se pueden **generar nuevos colores** y deteriorar la imagen

## PSEUDOCOLORACIÓN

**Definición: Representación de zonas o imágenes con colores**

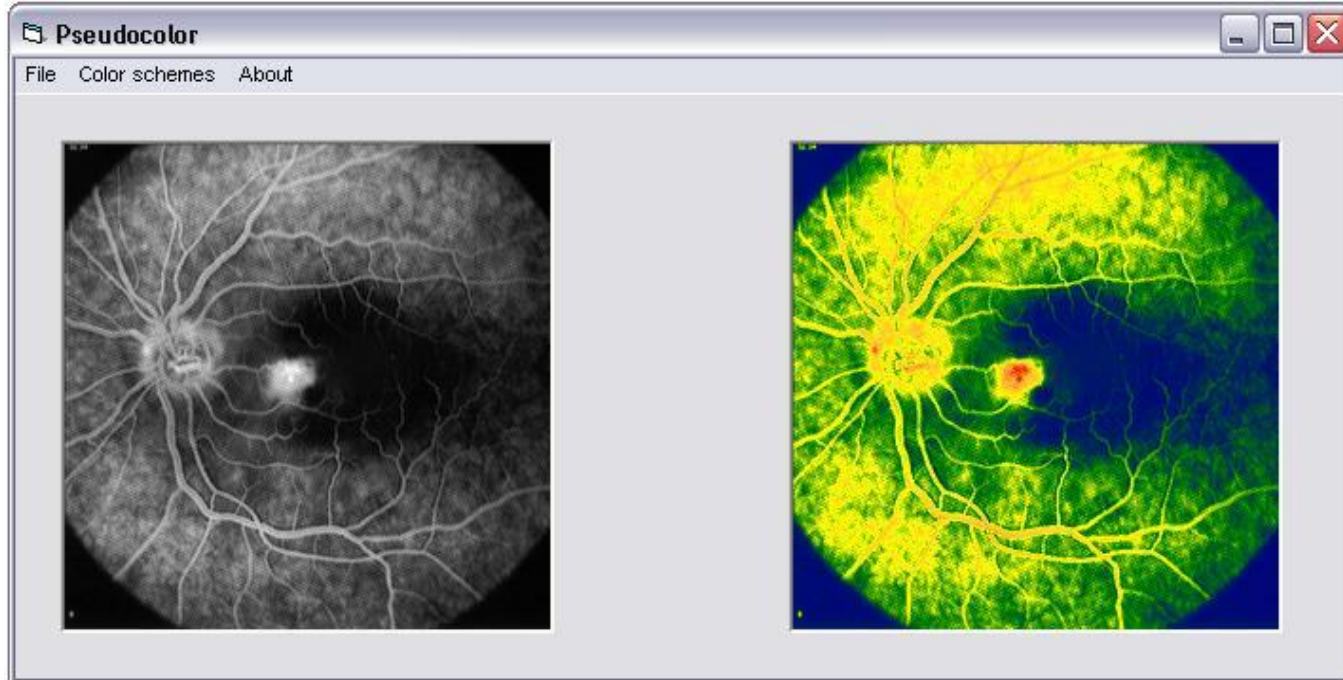
APLICACIONES: Medicina, Radioastronomía, etc.



## PSEUDOCOLORACIÓN

**Definición: Representación de zonas o imágenes con colores**

Es más sencillo encontrar ciertas zonas con información importante si hay un **cambio brusco de color** que si simplemente hay algún **cambio de intensidad**

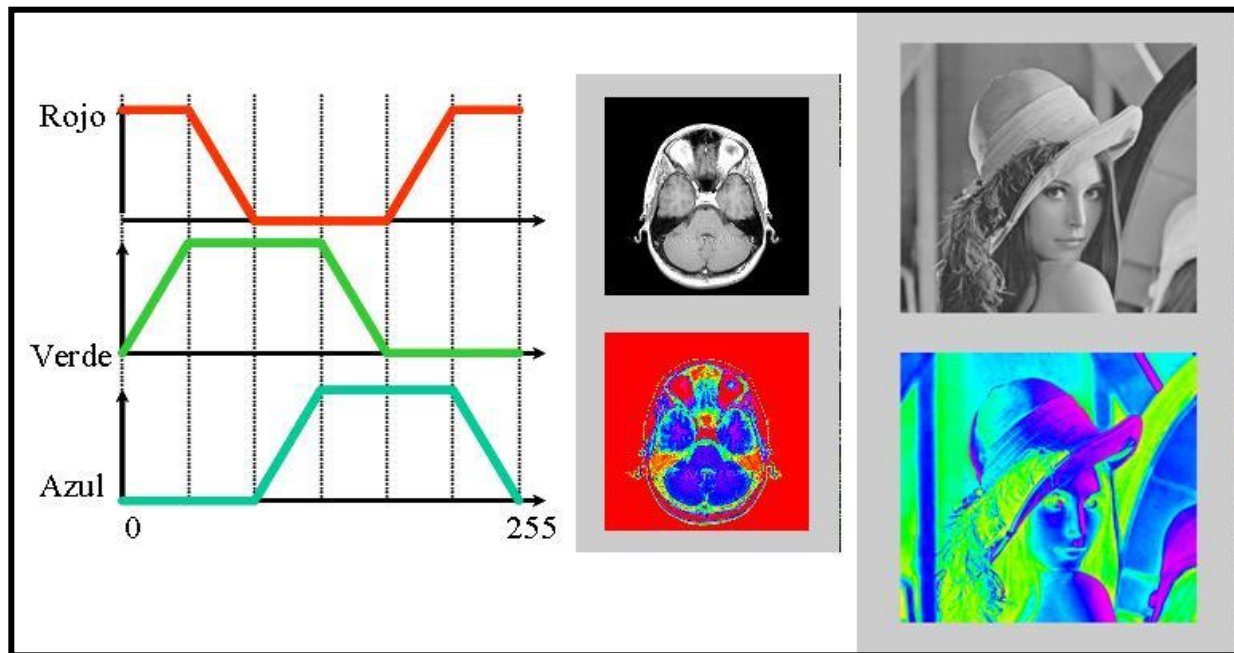




## PSEUDOCOLORACIÓN

### Diferencias entre Pseudocolor y Falso color

**PSEUDOCOLOR:** Utilizan colores **arbitrarios**, no hay ninguna relación con la vida real



## PSEUDOCOLORACIÓN

### Diferencias entre Pseudocolor y Falso color

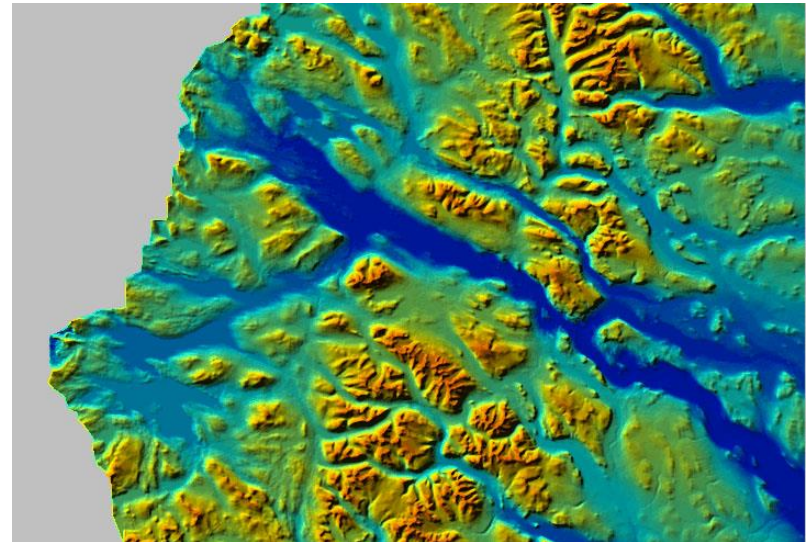
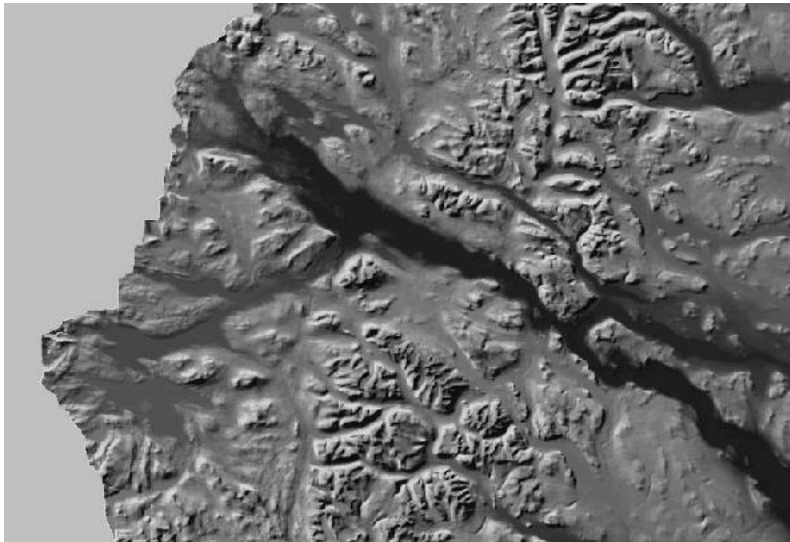
**FALSO COLOR:** Se utiliza para dar color a imágenes en escala de grises pero **con una relación directa** con la vida real.



## PSEUDOCOLORACIÓN

### Diferencias entre Pseudocolor y Falso color

**FALSO COLOR:** Se utiliza para dar color a imágenes en escala de grises pero **con una relación directa** con la vida real.





## PSEUDOCOLORACIÓN

**Definición: Representación de zonas o imágenes con colores**



pseudocolor.htm

## COMPRESIÓN

### Razón de compresión:

Relación entre el número de bytes que forma la imagen original y el número de bytes que forma la imagen comprimida

## Ejemplo

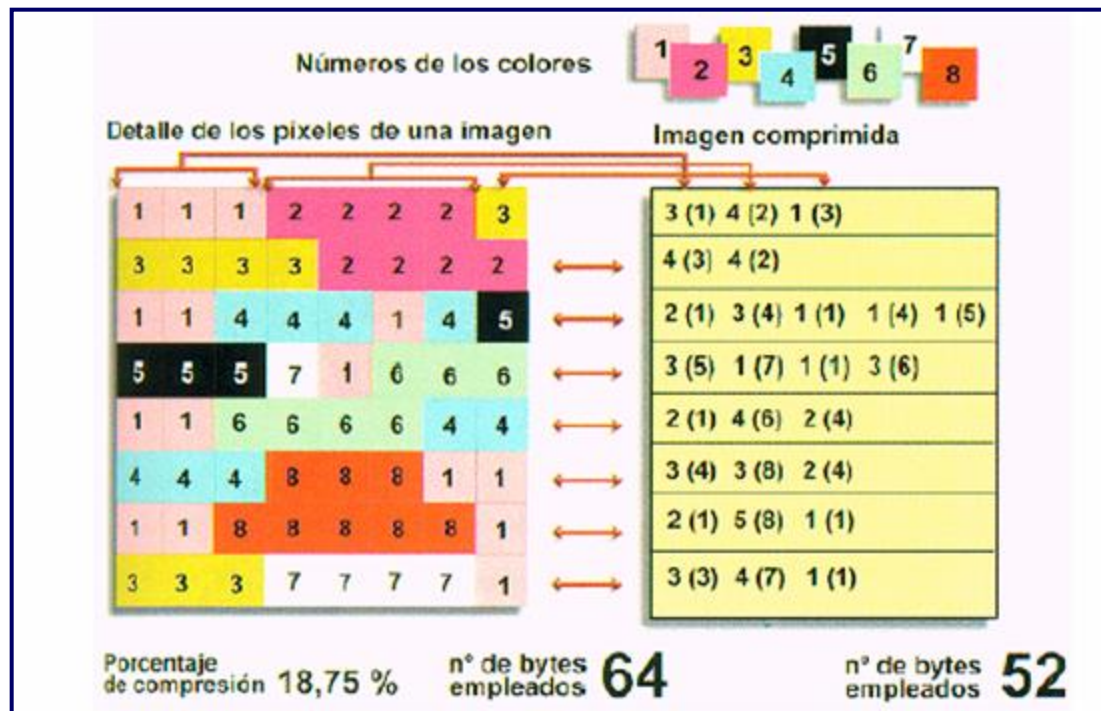
- Imagen original en color 320x240 x 24 bits/píxel ----230,400 bytes
- Imagen comprimida-----19,200 bytes

$$\text{Razón de compresión} = 230,400/19,200 = 12:1$$

## COMPRESIÓN

## Razón de compresión:

Relación entre el número de bytes que forma la imagen original y el número de bytes que forma la imagen comprimida



## COMPRESIÓN

### Compresión sin pérdidas

Son métodos de compresión **REVERSIBLES** (Lossless)



Podemos recuperar la imagen original

### Compresión con pérdidas

Son métodos de compresión **CON PÉRDIDA DE DATOS** (Lossy)



Imposible una recuperación exacta

## COMPRESIÓN

### Compresión sin pérdidas

- Compresión “al-paso” (Run-Length)
- Codificación de Huffman

### Compresión con pérdidas

- JPEG y MPEG

## COMPRESIÓN

### Compresión sin pérdidas

#### ● Compresión “al-paso” (Run-Length)

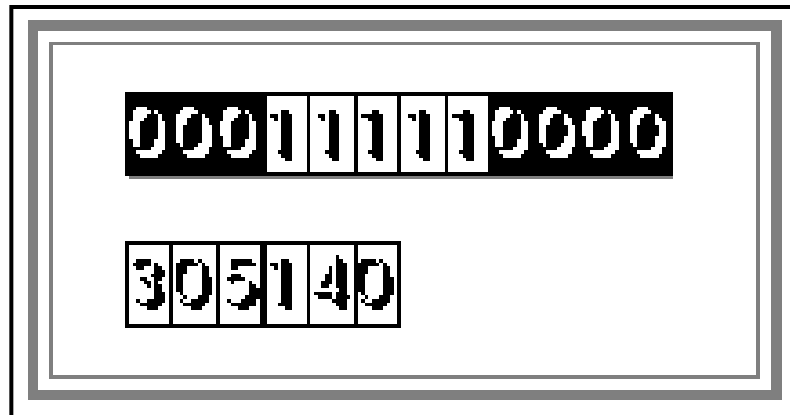
- El procedimiento consiste en sustituir una cadena de caracteres consecutivos repetidos por dos bytes:
  - El primer byte contiene un número que representa el número de veces que el carácter está repetido.
  - El segundo byte contiene al propio carácter.
- En otros casos se codifican en un solo byte: 1 bit (0 o 1) y 7 bits para especificar el número de caracteres consecutivos.

## COMPRESIÓN

## Compresión sin pérdidas

## ● Compresión “al-paso” (Run-Length)

EJEMPLO:



## COMPRESIÓN

## Compresión sin pérdidas

### ● Codificación de Huffman

- Los códigos de Huffman asignan un código de longitud variable a cada posible dato, de modo que los valores que ocurren más a menudo tienen **códigos de menor longitud** y viceversa.
- Dada la probabilidad de que un valor dado ocurra, el algoritmo de Huffman puede crear automáticamente una asignación de códigos.

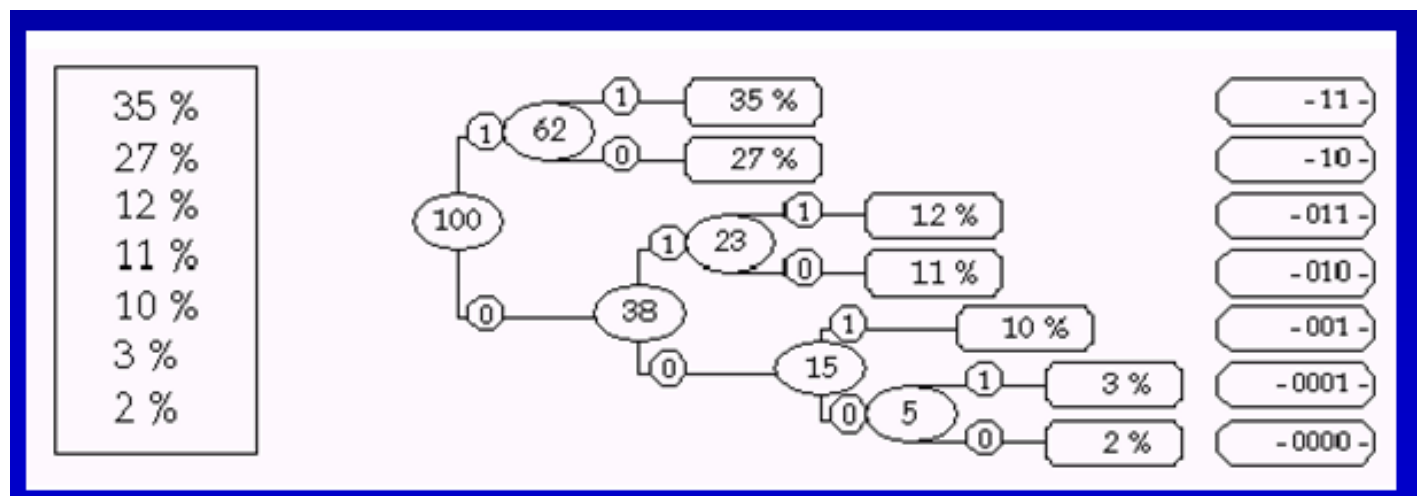


## COMPRESIÓN

## Compresión sin pérdidas

## ● Codificación de Huffman

El concepto es sencillo de expresar gráficamente: ordenados los valores de mayor a menor probabilidad, se le asignarán códigos binarios: a los símbolos más frecuentes (ej. 35%, 27%,...) se le asignan pocos bits (11, 10) y a los menos frecuentes (ej. 11% o 10% y menores) más bits (0001, 0000)



## COMPRESIÓN

# Compresión con pérdidas

Las cosas que se descartan en estas compresiones generalmente incluyen cosas que el ojo no ve, tales como contornos extremadamente nítidos, resoluciones no percibidas por la retina o profundidades de color elevados. Por ejemplo: el estándar de televisión americana muestra menos de 50 colores simultáneos en pantalla. Esto raramente es percibido por el ojo.

Son ampliamente utilizadas en APLICACIONES COMERCIALES, no debiéndose utilizar en APLICACIONES CIENTÍFICAS, puesto que modifica la información contenida en la imagen de forma irrecuperable.

## COMPRESIÓN

## Compresión con pérdidas

● JPEG (Joint **P**hotographic **E**xpert **G**roup)

Foto de una flor comprimida gradualmente  
(izq-drch) con el formato JPEG

Mecanismo de **compresión con pérdida**  
para reducir el tamaño de las imágenes,  
lo que quiere decir que al descomprimir o  
visualizar la imagen **no se obtiene**  
exactamente la misma imagen de la que  
se partía **ANTES** de la compresión

## COMPRESIÓN CON PÉRDIDAS

### ● JPEG (**J**oint **P**hotographic **E**xpert **G**roup)

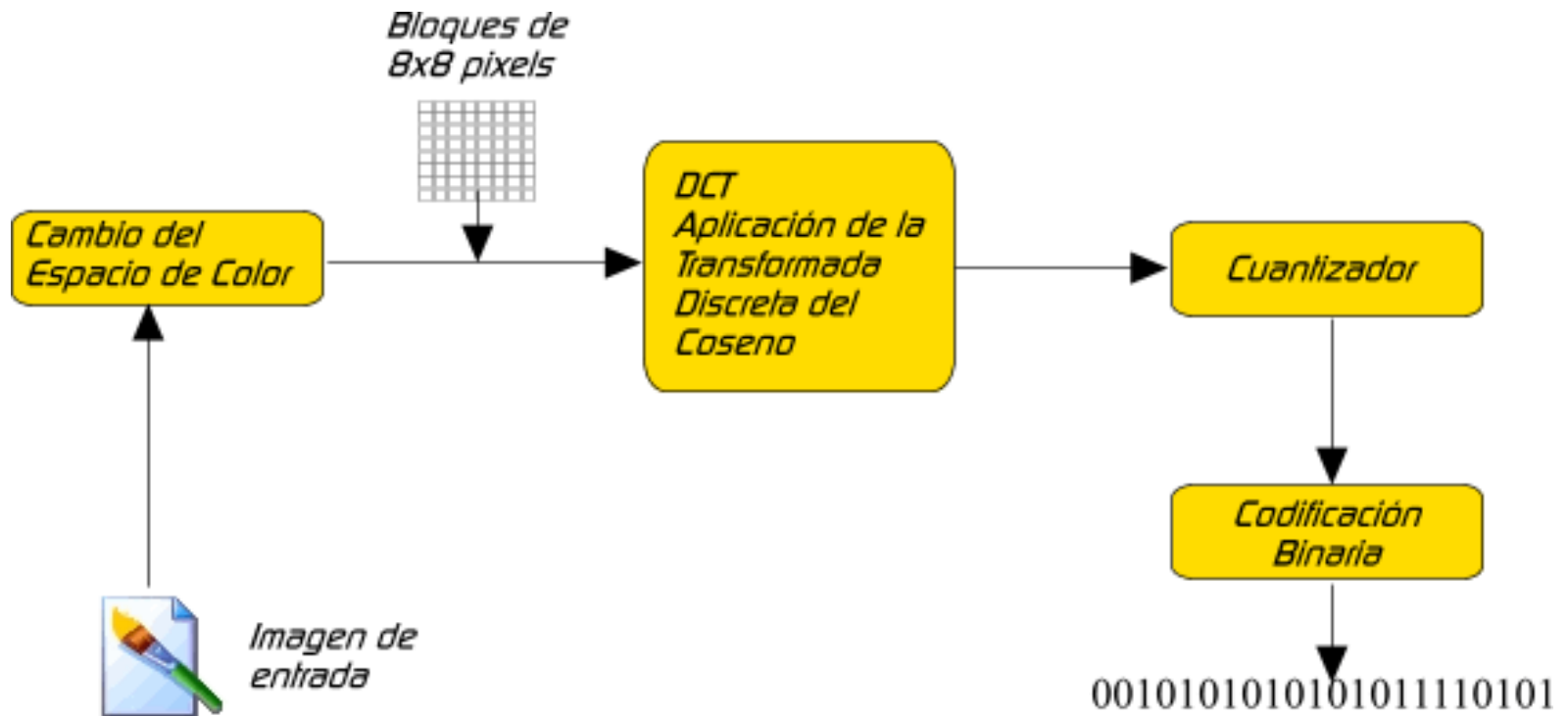
#### REQUERIMIENTOS QUE CUMPLE JPG

- Es independiente del tamaño de las imágenes.
- Es aplicable a cualquier imagen y razón de aspecto.
- La representación de color es independiente de implementaciones especiales.
- El contenido de una imagen puede ser de cualquier complejidad, con cualquier característica estadística.
- Debe funcionar sobre la mayoría de los procesadores estándar.
- Es posible la codificación línea a línea.

## COMPRESIÓN CON PÉRDIDAS

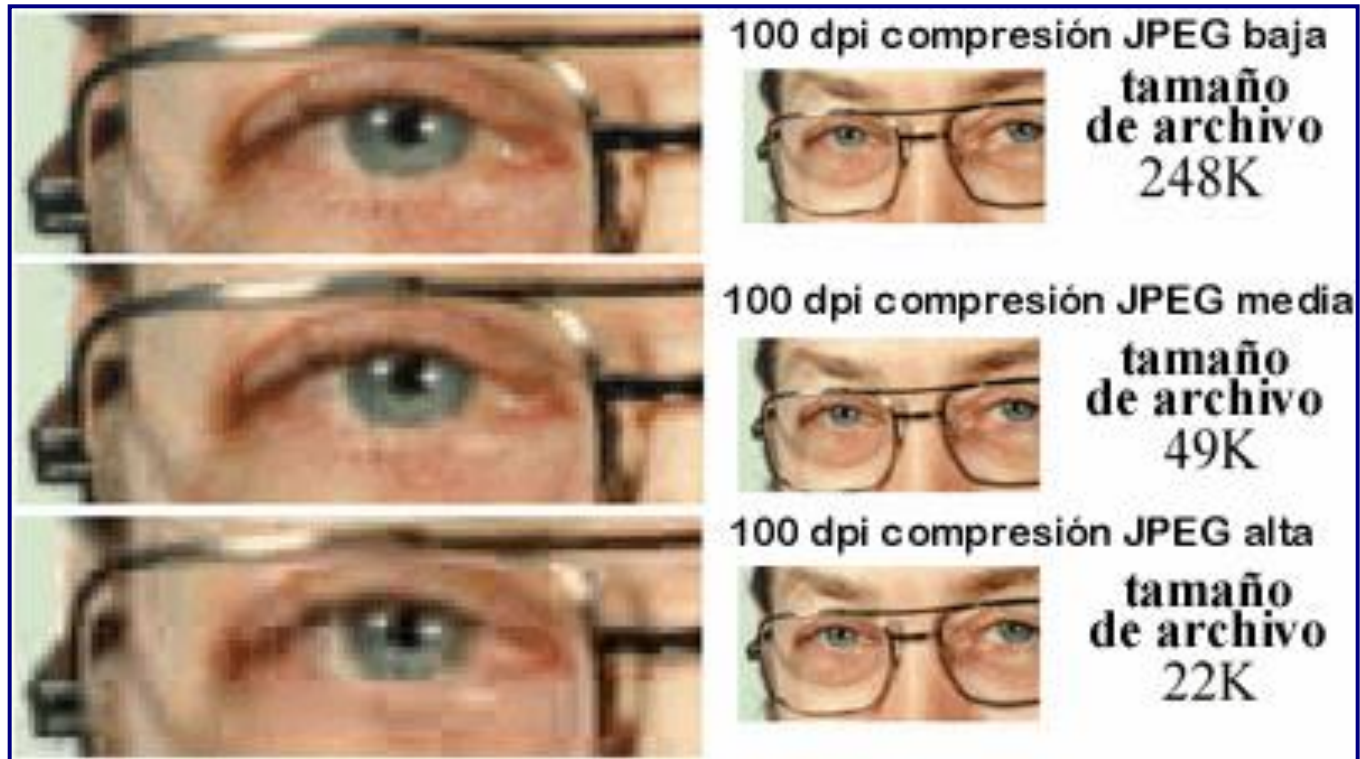
- JPEG (**J**oint **P**hotographic **E**xpert **G**roup)

## PROCESO DE COMPRESIÓN JPEG DE UNA IMAGEN CUALQUIERA



## COMPRESIÓN CON PÉRDIDAS

### ● JPEG (**J**oint **P**hotographic **E**xpert **G**roup)



## COMPRESIÓN

### Compresión con pérdidas

#### ● MPEG (**M**oving **P**ictures **E**xpert **G**roup)

- ✓ Algoritmo para imágenes en movimiento.
- ✓ Comprime imágenes estáticas y compara fotogramas anteriores y posteriores, almacena los cambios.
- ✓ Incluye sonido.
- ✓ Comprime espacial y temporalmente.
- ✓ Necesita hardware específico.
- ✓ Diferentes versiones: MPEG1—4(Divx).



## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

Lo más importante en los formatos es la **CABECERA**.  
En ella encontramos toda la información relativa a la imagen: nombre  
Nºbits/píxel, tipo de compresión, paleta, etc.

FORMATO **RAW**: 3.238 KB

FORMATO **BMP**: 3.240 KB

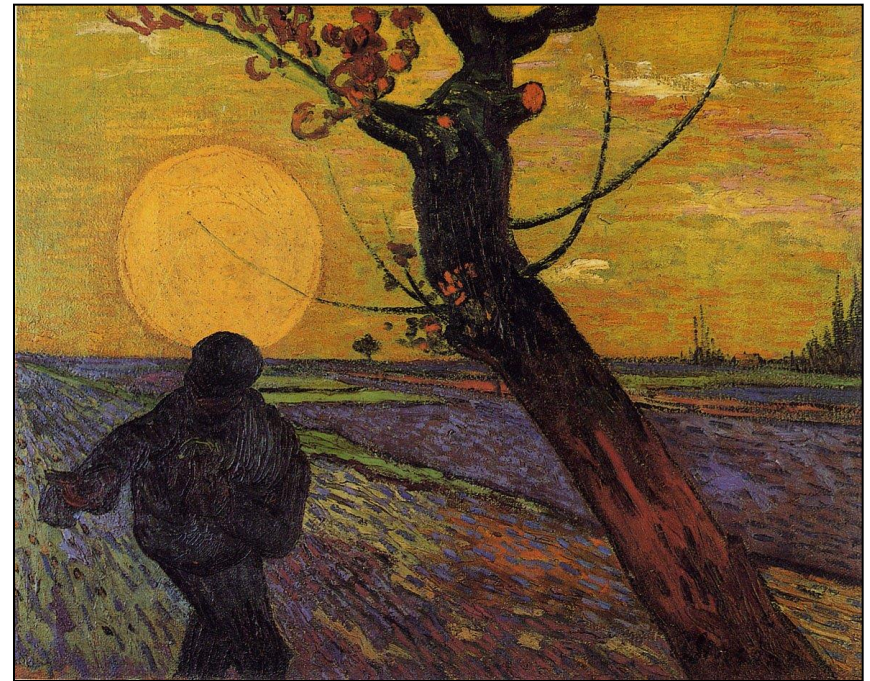
FORMATO **PCX**: 3.351 KB

FORMATO **GIF**: 1.021 KB

FORMATO **TIFF**: 2.816 KB

FORMATO **JPEG**: 390 KB

FORMATO **EPS**: 2.169 KB





## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### FORMATO RAW (en Inglés, no Alterado o de Forma Natural)

El formato de imágenes RAW, es un formato de archivo digital de imágenes que contiene la totalidad de los datos de la imagen tal y como ha sido captada por el sensor digital de la cámara fotográfica.

#### **Tipo de compresión:**

El formato RAW generalmente lleva aplicado compresión de datos sin pérdidas de información

#### **Profundidad de color:**

Debido a que contiene la totalidad de los datos de la imagen captada por la cámara, sus ficheros tienen un tamaño de archivo muy grande, a pesar de usar compresión

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### FORMATO BMP (BitMaP)

- **BMP**
  - Es estándar de MicroSoft
  - Generado por el Paint
  - No utilizan compresión
  - Muy grandes
  - Algunas variaciones son utilizadas en aplicaciones de Kiosko (La Vanguardia, por ejemplo)
  - Paint Shop Pro abre bmp de W95, W98 y OS/2

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### FORMATO PCX (PiCture eXchange)

Es un formato que utiliza la codificación run-length

- **PCX**
  - De los primeros formatos gráficos ('80)
  - Generado por el Paintbrush
  - Sólo B/W en los '80
  - Nuevas versiones son true color
  - Utilizan compresión sin pérdida
  - No se utiliza en la actualidad

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### FORMATO GIF (Graphic Interchange Format)

- **Gif (Compuserve 1987)**
  - Graphic interchange format
  - 256 colores máximo
  - Compresión sin pérdidas
  - Diferentes estándares Gif87, Gif89
  - Gif entrelazado o no
    - Como cortina en Internet
  - Posibilidad de generar imágenes animadas como un único archivo
  - No se puede usar libremente. Tampoco la compresión LZW de Unisys

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### **FORMATO GIF (Graphic Interchange Format)**

- ✓ Algoritmo de compresión sin pérdidas.
- ✓ Funciona mejor con áreas del mismo color, sin tramas de colores mezclados.
- ✓ Gráficos limitados a 256 colores.
- ✓ Permite:
  - hacer animación (poner muchas imágenes en el mismo archivo GIF)
  - modo entrelazado: la imagen se muestra inicialmente con una baja resolución y poco a poco se va mostrando con una mayor resolución conforme va cargando la información

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### FORMATO TIFF (Tagged Image File Format)

- Tiff
  - Tagged Image File Format
  - Se utiliza en programas de dibujo, retoque fotográfico, fax, etc...
  - Admitido por todos los sistemas operativos
  - Existen múltiples versiones
  - Admite factores de compresión
  - Atención: Guardar una sola imagen por archivo (no multi-imagen)

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### FORMATO EPS (Encapsulated PoScript)

- ◆ Es vectorial
- ◆ Desarrollado para plotters e impresoras láser
- ◆ Ventajas: Dado que describe el dibujo, en principio es independiente de la plataforma. Si las imágenes son elegidas adecuadamente, el tamaño del fichero resultante es mucho menor que el bitmap.
- ◆ Desventajas: Sus estructuras de dibujo pueden ser muy complicadas dependiendo del tipo de imagen a codificar.

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### ¿Cómo elegir el formato adecuado?

#### CALIDAD:

La obtención de una imagen de alta calidad implica una alta resolución (px/mm), una gran profundidad de color (bits/p), etc. Para imágenes de alta calidad procedentes del mundo real suele utilizarse el formato **mapa de bits (TIFF)**. Pero para imágenes sintéticas se suele utilizar el **vectorial (EPS)**



## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### ¿Cómo elegir el formato adecuado?

#### **FLEXIBILIDAD:**

Es la facilidad que tiene un formato para adaptarse a cambios, ya sean de plataforma, sistema operativo, medio de presentación (monitor, impresora) o diferentes escalas. De nuevo, los formatos más utilizados son el **EPS** y el **TIFF**.

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### ¿Cómo elegir el formato adecuado?

#### EFICIENCIA:

Se refiere al consumo de recursos de computación, almacenamiento o transmisión que implica el uso de determinados formatos. Los **formatos vectoriales** parecen óptimos desde el punto de vista de almacenamiento, pero el tiempo de codificación y decodificación puede ser crítico. El **formato JPEG** puede ser óptimo en términos de transmisión pero menos en términos de calidad. Todo dependerá de la ESTRUCTURA DE LA IMAGEN y de su APLICACIÓN.

## FORMATOS DE ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN

### ¿Cómo elegir el formato adecuado?

#### SOPORTE:

Aunque existen inmensidad de formatos, no todos los programas son capaces de reconocerlos. La recomendación en este apartado es de elegir el formato que admiten nuestros programas. De nuevo, el **TIFF** es uno de los más estándares, aunque existen versiones registradas que no son reconocidas por los diferentes programas de procesado.