



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES  
ACADEMIA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE



Profesora: M. en C. Ma. Elena Cruz Meza,  
e-mail: [mcruz@ipn.mx](mailto:mcruz@ipn.mx),

## **ANÁLISIS DE IMÁGENES**

### **Análisis de Imágenes**

# **Unidad I**

## **Introducción**

2

## **Unidad I**

- 1.1 La importancia y el uso del análisis de imágenes en las ciencias de la computación**
- 1.2 El sistema de visión humano**
- 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales**
  - 1.3.1 Muestreo y cuantización**
  - 1.3.2 Imágenes binarias**
  - 1.3.3 Imágenes en niveles de gris**
  - 1.3.4 Imágenes en colores**
  - 1.3.5 El histograma**
- 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales**
  - 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPEG)**
  - 1.4.2 Formatos vectoriales (AI y CDR)**

3

## **Análisis de Imágenes**

# **Unidad I**

- 1.1 La importancia y el uso del análisis de imágenes en las ciencias de la computación.**

4

## 1.1 La importancia y el uso del análisis de imágenes en las ciencias de la computación.

- En el área de procesamiento de imágenes, el análisis de imagen es de suma importancia y de gran utilidad tanto para la mejora de la información de las imágenes como para el procesamiento de los datos por una máquina, su uso principal en por ej. en el reconocimiento de objetos, la segmentación de regiones, etc.

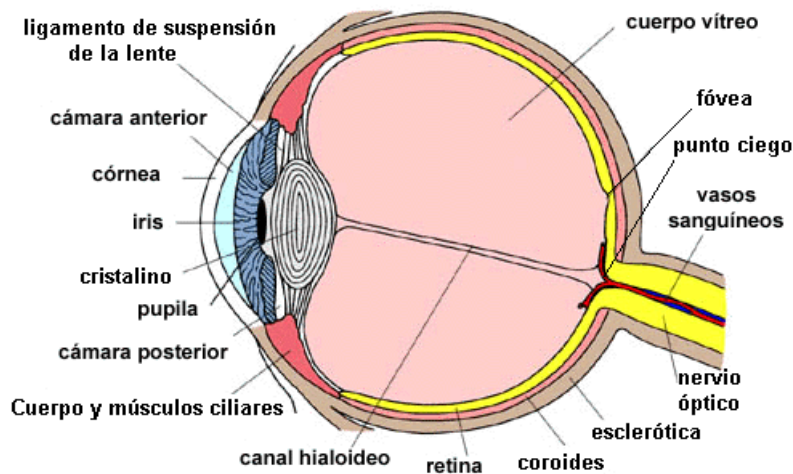
### Aplicaciones

- Robots autoguiados.
- Automatización de líneas de montaje: clasificación, posicionamiento.
- Inspección de objetos defectuosos.
- Teledetección.
- Guiado de misiles.
- Comunicación mediante gestos.
- ...

5

## 1.2 El sistema de visión humano

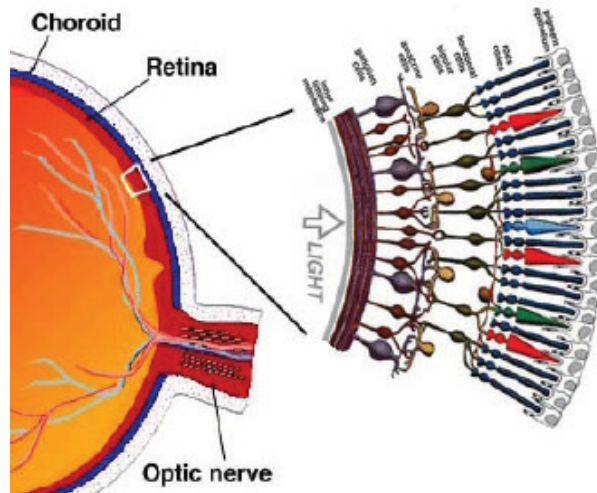
### El ojo humano



6

## 1.2 El sistema de visión humano

- ▶ La retina contiene 125 millones de fotorreceptores
  - ▶ bastones: ByN, sensibles a la intensidad de luz
  - ▶ Color (sensibles al color, requieren un alto número de fotones)
- ▶ 1 millón de fibrás ópticas: compresión (125: 1)

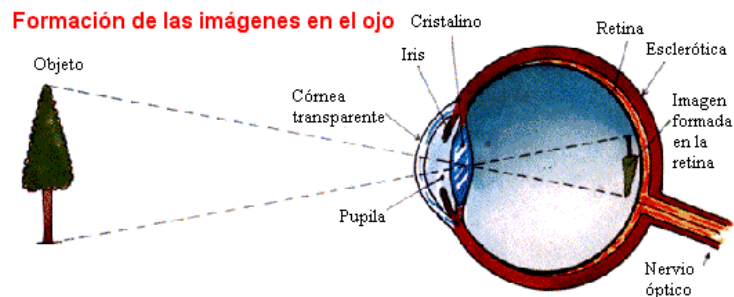


7

## 1.2 El sistema de visión humano

Imagen: Percepción 2D de una escena.

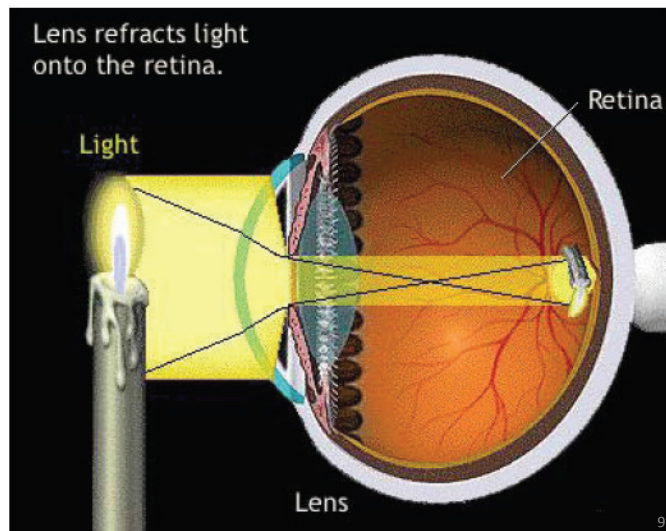
- ▶ En general, las cámaras fotográficas sencillas funcionan como los ojos de los animales. La lente del cristalino forma en la retina una imagen invertida de los objetos que enfoca y la retina se corresponde con la película sensible a la luz.



8

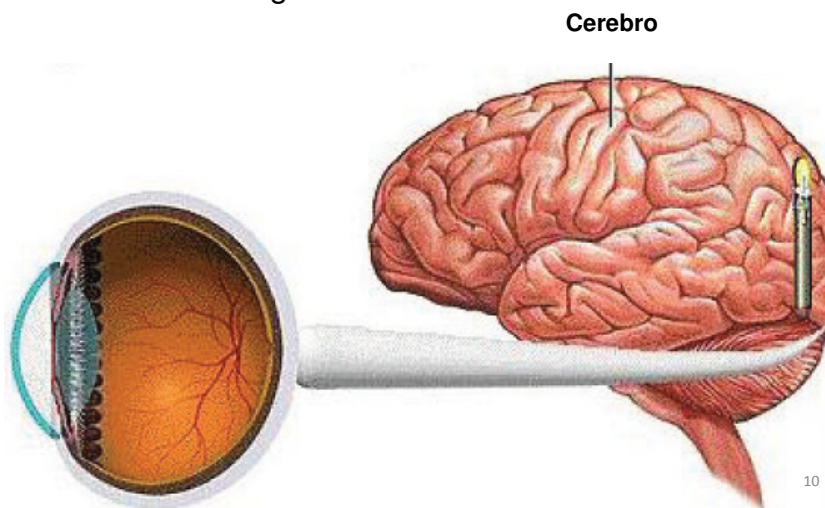
## 1.2 El sistema de visión humano

### ► Captura de la imagen



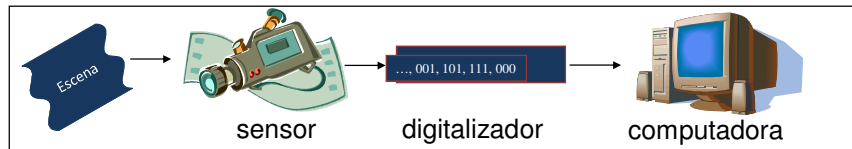
## 1.2 El sistema de visión humano

### ► **Interpretación de la escena:** El cerebro interpreta la orientación de la imagen correctamente

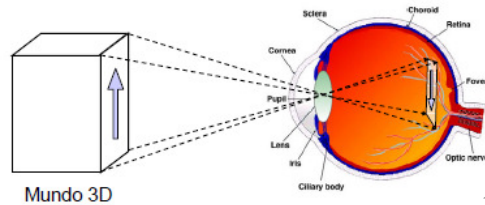


## 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

### ► Adquisición de imágenes

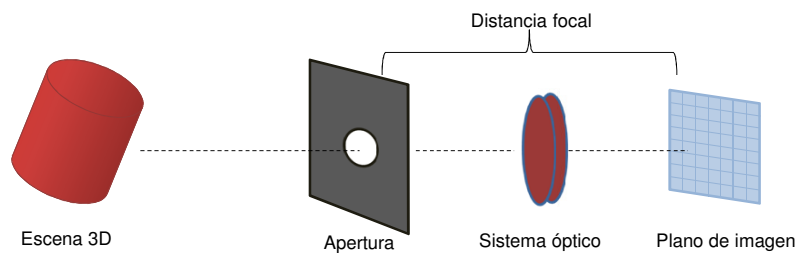


- La formación de imágenes es un proceso mediante el cual una información 3D (la escena) es proyectada en un plano 2D.
  - Las cámaras imitan el proceso de la visión humana



## 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

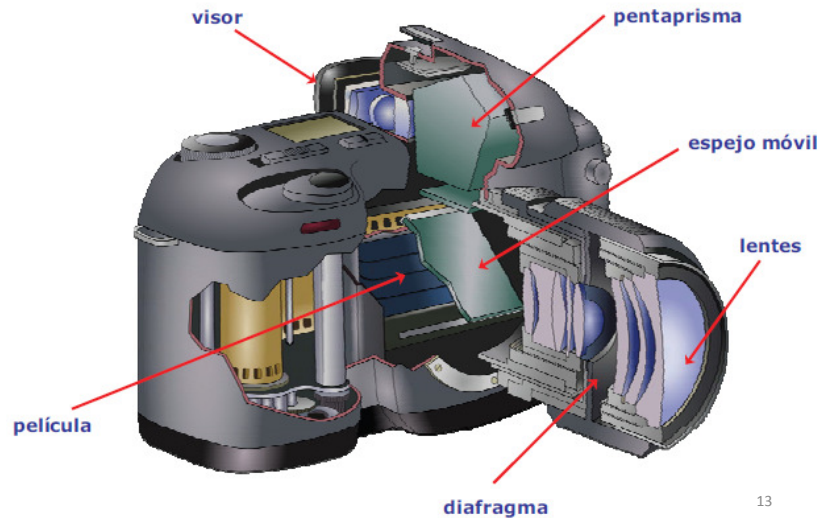
### ► Modelo de cámara simplificado



- El objetivo consiste en que cada punto de la escena sea proyectada en un solo punto del plano de imagen, de este modo la imagen estará enfocada.

### 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

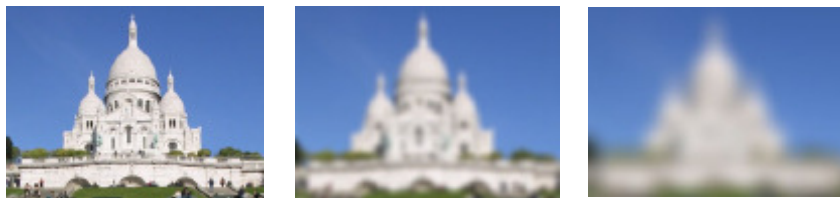
Elementos de una cámara fotográfica:



### 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

#### ► Modelo ideal de cámara (pinhole).

- Una superficie mate emite luz en todas las direcciones.
- Cuando la apertura es muy pequeña, desde cualquier punto sólo pasa luz con una dirección.
- Todos los puntos están bien definidos: imagen enfocada.
- A medida de que aumenta el tamaño de la apertura la imagen se difumina.



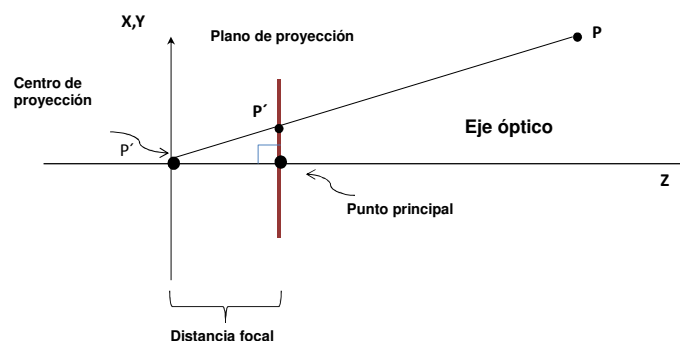
### 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

- ▶ La imagen estará enfocada cuando el tamaño del círculo de confusión sea menor que el tamaño de cada celda del fotodetector
- ▶ El modelo *pinhole* tiene muchas limitaciones y es poco usado
  - ▶ Apertura muy pequeña, entra muy poca luz y la captura de la imagen es muy oscura



### 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

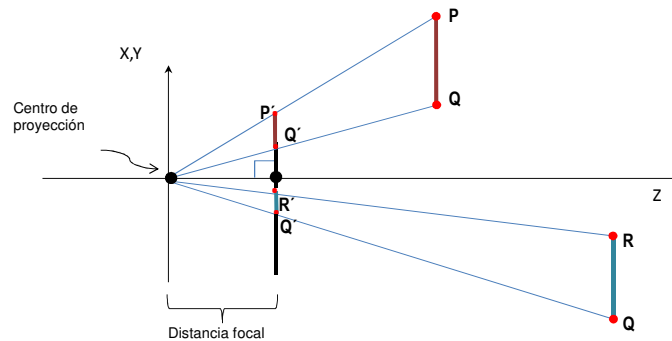
- ▶ El modelo matemático de la formación de una imagen
  - ▶ Modelo de proyección perspectiva
  - ▶ Elementos del modelo:
    - ▶ Centro de proyección (equivale a la apertura del pinhole)
    - ▶ Plano de proyección (plano de la imagen)





### 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

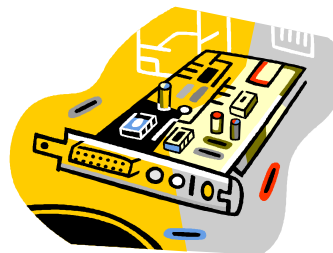
- ▶ Si el centro de proyección es el punto  $(0, 0, 0)$  y la distancia focal es 1, y el punto principal  $(0, 0, 1)$ , la proyección en la imagen de un punto  $P = (x, y, z)$  será:  $(u, v) = (x/z, y/z)$



**Naturaleza del modelo:** Los objetos lejanos se ven más pequeños que los cercanos

### 1.3 Adquisición y creación de imágenes digitales

- ▶ El modelo proyectivo no es completo. No explica algunos fenómenos como el desenfoque, la distorsión radial y la separación de colores.
- ▶ Se concluye:
  - ▶ El proceso de formación está en la “parte analógica” del ámbito de procesamiento de imágenes



18

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

#### Termino **Imagen**:

- ✓ Puede describirse como una función continua  $F(x,y)$ , donde las coordenadas  $x$ ,  $y$  son variables espaciales y la función valor (amplitud) es la densidad
- ✓ En realidad para poder obtener la imagen digital la función continua debe estar discretizada, tanto en las variables espaciales como en la amplitud. La función discreta resultante  $f(x,y)$  se denomina imagen digital.

19

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

- Imagen: función bidimensional de la luz y la intensidad, a la que indicamos por  $f(x,y)$



20

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

- Puesto que la luz es una forma de energía,  

$$0 < f(x,y) < \infty$$
- La naturaleza de  $f(x,y)$  esta caracterizada por dos componentes:
  - Iluminación:  $i(x,y)$
  - Reflectancia (propiedades del objeto que esta siendo iluminado):  $r(x,y)$ ,

Es decir:  $f(x,y) = i(x,y) r(x,y)$ , donde  
 $0 < i(x,y) < \infty$  y  $0 < r(x,y) < 1$

NOTA: Una imagen se degrada conforme se disminuye la resolución espacial y la cuantización de los niveles de gris

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

- Algunos ejemplos de valores de iluminación e índices de reflexión se muestran a continuación

Condición	Iluminación(lm/m <sup>2</sup> )
Día claro	90.000
Día nuboso	10.000
Noche clara	0.1
Oficina comercial	1000

Material	Reflexión
Terciopelo negro	0.01
Acero Inoxidable	0.65
Pared blanca	0.80
Nieve	0.93

22

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

La función que representa un píxel tiene niveles mínimos y máximos:

$$L_{\min} < f(x, y) < L_{\max}$$

Por ejemplo, para escalas de grises:

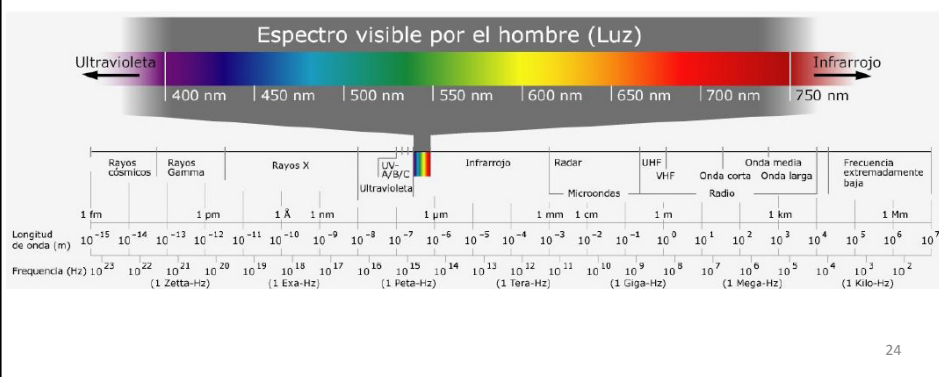
$$0 < f(x, y) < L-1$$



23

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

El rango de colores que se percibe como luz visible representa una pequeña porción del espectro electromagnético, como muestra la siguiente figura



24

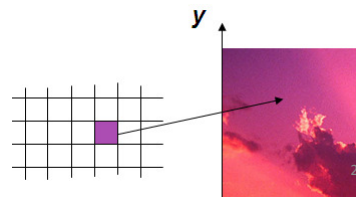
## 1.3.1 Muestreo y cuantización

- ▶ Pixel: Acrónimo formado con las palabras inglesas 'Picture element'. Es el elemento simple de una imagen digital.



## 1.3.1 Muestreo y cuantización

- ▶ Cada píxel representa el valor de una magnitud física.
  - ▶ Cantidad de luz en un punto de una escena.
  - ▶ Valor de color (cantidad de radiación en la frecuencia del rojo, verde y azul).
  - ▶ Nivel de radiación infrarroja, rayos X, etc. En general, cualquier radiación electromagnética.
  - ▶ Profundidad (distancia) de una escena en una dirección.
  - ▶ Cantidad de presión ejercida en un punto. Nivel de absorción de determinada radiación.



### 1.3.1 Muestreo y cuantización

- El proceso de discretizar las variables espaciales  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  se conoce como muestreo y la discretización de la amplitud  $g$  como cuantificación. El elemento discreto  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  es el píxel (de las palabras inglesas picture x element) y  $\Delta g$  es un nivel de gris, denominado informalmente brillo.
- Así pues una imagen digital puede expresarse por

$$f(\Delta x-i, \Delta y-j, =0, \dots, N-1; j=0, \dots, M-1)$$

Donde:  $i, j$  son la dirección del píxel,  $N$  el número de filas y  $M$  el número de columnas.

27

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

- ▶ Muestreo
  - ▶ Digitalización de las coordenadas espaciales  $(x, y)$
- ▶ Cuantificación
  - ▶ La digitalización de la amplitud
- ▶ Imagen
  - ▶ Matriz de valores en la que cada celda representa una porción de la escena captada por el sensor (celda = píxel).

Ejemplo. Imagen de 8x8

100  
Pixel

159	120	103	132	96	68	42	49
134	105	71	82	121	80	51	12
105	98	86	82	106	83	76	17
122	100	88	141	142	111	87	33
149	110	137	168	161	132	96	56
159	124	151	167	158	138	108	80
172	124	141	138	108	116	114	84
167	106	118	111	54	70	95	90

28

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

- La función imagen se escribe normalmente como  $f(x,y)$ . Hay que tener en cuenta que las variables espaciales son valores discretos, usualmente valores enteros.
- La cuantización de la imagen asignará a cada localización discreta  $(x,y)$  un valor entero  $2^b$ , con  $b$  siendo valores de: 2, 4, 8, 12, 16 o 32 bits por píxel. De esta forma la resolución radiométrica describirá el número de bits por píxeles en una imagen.

29

### 1.3.1 Muestreo y cuantización

#### Resolución espacial y en amplitud

- Dependiendo del número de píxeles que tenga el dispositivo o en el caso de imágenes analógicas del número de muestras tomadas, la imagen poseerá mayor o menor resolución espacial.



320x200



160x100

30

## 1.3.1 Muestreo y cuantización

## Resolución espacial y en amplitud

## Efecto del muestreo espacial



80x50



40x25

*Nota: es importante comprender que, a medida que mejora la resolución espacial, el tamaño de los archivos digitales aumenta de forma espectacular y exige, para su tratamiento, un espacio de almacenamiento considerable*

31

## 1.3.1 Muestreo y cuantización

► Num. de bytes de 8 bits de almacenamiento

N \ m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	128	256	512	512	1024	1024	1024	1024
64	512	1024	2048	2048	4096	4096	4096	4096
128	2048	4096	8192	8192	16384	16384	16384	16384
256	8192	16384	32768	32768	65536	65536	65536	65536
512	32768	65536	131072	131072	262144	262144	262144	262144
1024	131072	262144	524288	524288	1048576	1048576	1048576	1048576

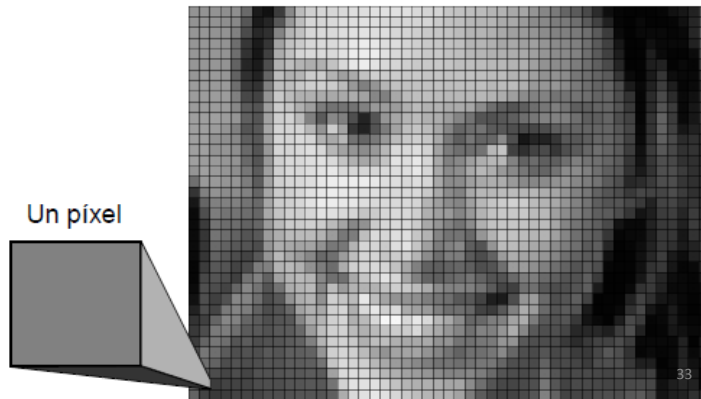
32



### 1.3.1 Muestreo y cuantización

#### Representación de una imagen digital

- Una **imagen digital** es una **matriz**, o **array bidimensional** de números.
- Cada celda de la matriz es un **píxel**
- **Ejemplo del segmento de una Imagen digital en niveles de gris de 50x37**



### 1.3.1 Muestreo y cuantización

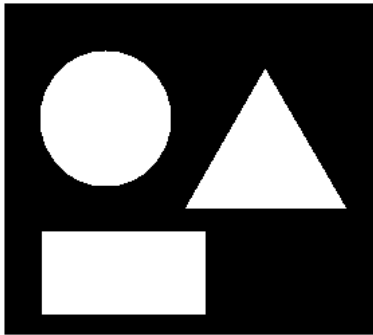
- Dado que el ojo humano recibe una imagen como una colección de puntos de energía espacialmente distribuidas, para que el cerebro las interprete y determine que tipo de información representan
- El tipo de imágenes que el hombre puede capturar mediante un dispositivo pueden ser de alguna de las siguientes clases:
  - Imágenes binarias
  - Imágenes en niveles de gris (monocromáticas)
  - Imágenes en color
  - Imágenes multiespectrales

34

### 1.3.2 Imágenes binarias

- ✓ Son las más simples con las que podemos tratar,
- ✓ Un objeto binario es una porción de la imagen formada por un conjunto de píxeles con valor verdadero conectados entre sí y totalmente rodeados por píxeles con valor falso, los valores verdadero y falso son:

Negro = 0,      Blanco = 1



Objetos binarios: 3, formados con  
píxeles blancos  
Fondo de la imagen: píxeles  
negros

35

### 1.3.2 Imágenes binarias

Una imagen binaria es referida también como una imagen 1 bit/píxel. Particularmente son usadas donde se requiere la forma o contorno, por ejemplo:

- Las aplicaciones del estudio de imágenes binarias son numerosas y van en aumento, desde detectar errores en cadenas de producción, trazar perfiles geográficos y medir distancias, hasta el reconocimiento de cadenas de ADN, posicionamiento de un robot para tomar objetos, reconocimiento óptico de caracteres (ROC), etc.

36

### 1.3.2 Imágenes binarias

#### ► Binarización...

La binarización de una imagen consiste en un proceso de reducción de la información de la misma, en la que sólo persisten dos valores: verdadero y falso.

Se dice entonces que son creados normalmente a partir de imágenes en niveles de gris por umbralización, donde cada pixel:

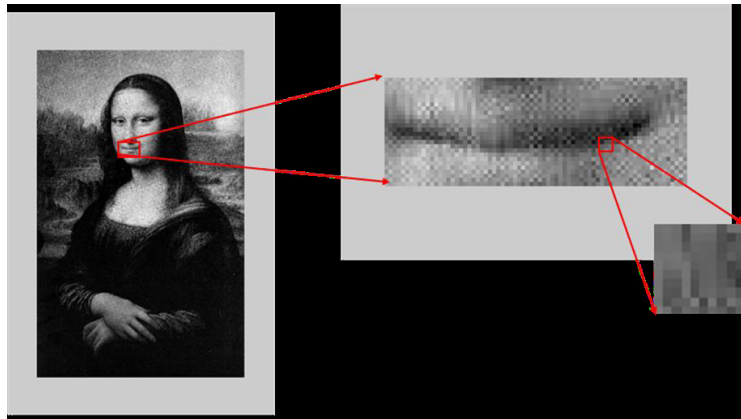
- ✓ Arriba de un umbral,  $U \rightarrow 1$
- ✓ Abajo e igual del mismo umbral,  
 $U \rightarrow 0$

***El problema aquí es determinar el mejor  $U$***



37

### 1.3.3 Imágenes en niveles de gris



Llamaremos al intervalo  $[Lmin; Lmax]$  escala de grises y normalmente se desplaza al intervalo  $[0; L]$ , donde  $l = 0$  se considera negro y  $l = L$  se considera blanco. El resto de valores son variaciones de grises que varían de forma continua desde el negro hasta el blanco.

38

### 1.3.3 Imágenes en niveles de gris

- ✓ Son conocidas también como monocromáticas o imágenes a un solo color.
- ✓ Contienen solo información de brillo (no de color).
- ✓ El número de bits usados para cada pixel determina el número de niveles de gris (brillo).
- ✓ Una imagen típica contiene 8 bits/pixel → 256 niveles de brillantes → (0, 255).
- ✓ Sin embargo en aplicaciones como astronomía o medicina, 12 o incluso 16 bits/pixel son normales.

39

### 1.3.4 Imágenes en colores

Se diferencian de las imágenes en escala de grises en que son necesarias tres matrices para representar el color de un píxel (cada matriz representa los colores rojo, verde y azul respectivamente o RGB). El color es el resultado de la combinación de las intensidades de los tres colores básicos.



40

### 1.3.4 Imágenes en colores

- ✓ Se pueden modelar como 3 imágenes monocromáticas, cada una relacionada con su banda espectral. Típicamente, se representan como imágenes RGB (RVA).
- ✓ En general se usan 24 bits/píxel (3 bytes), 8 bits para cada color, se pueden representar aproximadamente 16 millones de posibles colores.
- ✓ En muchas aplicaciones la información RGB es transformada en otro espacio matemático y permite desacoplar la información de brillo de la de color. Después de una tal transformación, la información imagen constará de:
  - Un espacio 1D de brillo o iluminación.
  - Un espacio 2D color.
  - La razón de hacer esto es ésta última modelación, es más acorde con el SVH.
    - Ejemplos de este tipo de transformación son las transformaciones (HSI) Hue/Saturación/iluminación

41

### 1.3.4 Imágenes en colores

- ▶ Representación gráfica de la distribución que existe de las distintas tonalidades de grises con relación al número de píxeles o porcentaje de los mismos.



- ▶ La iluminación se refiere al brillo de la imagen.
- ▶ El Hue es lo que normalmente representamos como color RVA.
- ▶ La saturación es la medida de que tan blanco es un color. Por ejemplo:
  - ▶ Rosa = rojo con mas saturación de blanco ∴ menos saturado que un rojo.

42

### 1.3.4 Imágenes en colores

Este método puede ser usado para describir color; por ejemplo: un color "naranja brillante" tendría:

- ✓ Iluminación = brillante
- ✓ Hue = naranja
- ✓ Saturación = alta (profunda)



**Nota:**

*Uno puede imaginarse este color en la mente, sin embargo, no cualquiera puede decir que dados los tres canales (RGB), realmente significa  $R=245$ ,  $G=110$  y  $B=20$*

43

### 1.3.4 Imágenes en colores

Ya que el espacio HSI fue desarrollado de manera que el ser humano lo entienda, varios métodos han sido propuestos para pasar de RGB a HSI. Un ejemplo de esto es llamado **“transformada esférica”**.

Varios estándares sobre color han sido propuestos, uno de los más usados es el que usa coordenadas de cromacidad.

La (CIE) definió el siguiente estándar, para el caso de imagen RGB, las coordenadas de cromacidad correspondientes son:

$$r = \frac{R}{R+G+B}$$

$$g = \frac{G}{R+G+B}$$

$$b = \frac{B}{R+G+B}$$

**Tarea 1:**

Investigar acerca de esta transformada (transformada esférica) y como es usada para transformar una imagen en RGB a HSI (1 semana).

44

### 1.3.4 Imágenes en colores

Estas ecuaciones básicamente normalizan cada componente con respecto a la suma de las demás.

Otro comité, el ITUR especifico el siguiente estándar diseñado para vídeo digital, ITU-RG01.

✓ En este caso se usan una señal de iluminación Y, 2 señales de diferencia de color Cr y Cb.

45

### 1.3.4 Imágenes en colores

#### PRINCIPIOS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES POR FUKINAWA

Para convertir una señal RGB de 24 bits/píxel en el sistema (Y, Cr, Cb):

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$$

$$Cr = -0.168 R - 0.3313 G + 0.5 B + 128$$

$$Cb = 0.5 R - 0.4187 G - 0.0813 B + 128$$

**Nota:**

Esta transformación es muy usada en muchos algoritmos de compresión de imágenes en color.

46

#### 1.3.4 Imágenes en colores

Otra transformación usada para reducir información es la ***transformada por componentes principales (TCP)***.

A grosso modo, esta transformada aplica métodos estáticos para poner la mayor parte de la información de las tres bandas en una sola.

La TCP examina todos los vectores RGB en la imagen y encuentra la transformada lineal que alinea las coordenadas de forma que la mayor parte de la información caiga a lo largo de un eje, el eje principal. Normalmente, se puede poner más del 90% de la información en una sola banda.

**Tarea 2:**

**Investigar poder describir más detalladamente como funciona el método de componentes principales.**

47

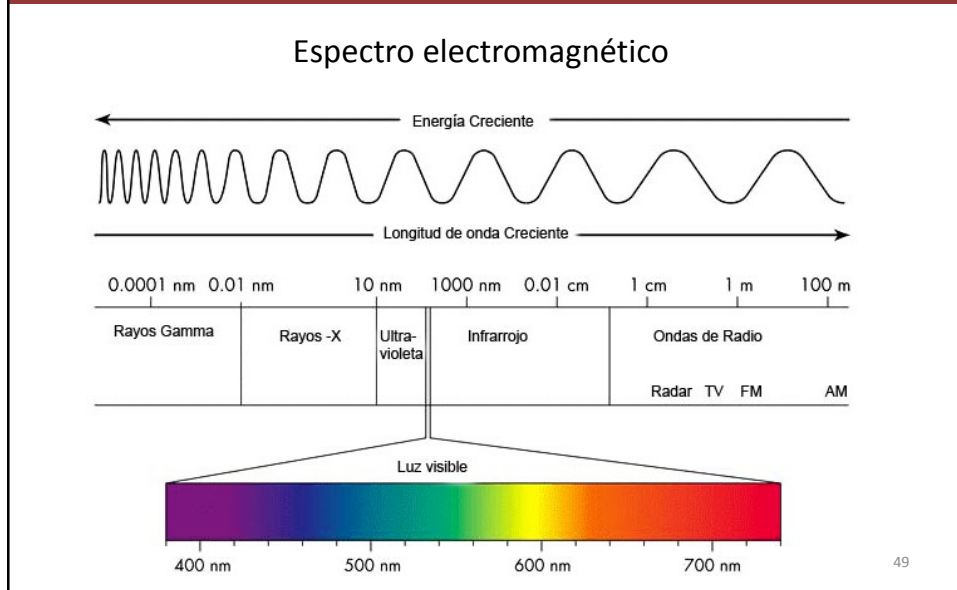
#### 1.3.4 Imágenes en colores – Imágenes multiespectrales

- Una **imagen multi-espectral** es la que captura los datos de la imagen en frecuencias específicas a través del espectro electromagnético
- Las longitudes de onda pueden estar separados por filtros o por el uso de instrumentos que son sensibles a las longitudes de onda particular, incluyendo la luz de frecuencias por encima del rango de luz visible como el infrarrojo, ultravioleta, rayos X, características del radar, etc.
- La imagen espectral puede permitir la extracción de la información adicional que el ojo humano no logra captar con sus receptores para los canales rojo, verde y azul

48



### 1.3.4 Imágenes en colores – Imágenes multispectrales



### 1.3.4 Imágenes en colores – Imágenes multispectrales

✓ Si las imágenes multispectrales tienen más de tres bandas, entonces se usa el método de componente principal para mapear la información o los privilegios, ejemplo de fuentes generadoras:

- ✓ Sistemas satelitales
- ✓ Sistemas infrarrojos
- ✓ Sistemas de sonar
- ✓ Sistemas de diagnóstico médico
- ✓ Sistemas de radar

50

### 1.3.4 Imágenes en colores – Imágenes multiespectrales

- ✓El número de bandas en las cuales la información se divide dependiendo de la sensibilidad de los sensores del sistema. Por ejemplo, aunque el espectro pudiera dividirse en más de tres por cuestiones asociadas al SVH.
- ✓La mayoría de los satélites en órbita colectan información en 2 a 7 bandas.
  - ✓1 - 3 en el visible
  - ✓1 o más en infrarrojo.
  - ✓El resto en radar.
  - ✓Los más nuevos pueden capturar información en ~30 bandas. Esto justifica los métodos de compresión.

51

### Ej. Imágenes multiespectrales del Landsat

- Las imágenes Landsat se caracterizan por la variedad de bandas que las componen. Estas imágenes se separan en 2 tipos: Landsat 7 (sensor ETM+) y Landsat 5 (sensor TM); ambas poseen 7 bandas multiespectrales que van desde el visible hasta el infrarrojo medio, con una resolución de 30 metros, en la mayoría de ellas
- Las principales aplicaciones de estas imágenes se centran en la identificación y clasificación de las distintas cubiertas que existen en la superficie terrestre, determinación de humedad del suelo, clasificación de la vegetación, mapas hidrotermales y estudios multitemporales
- Existen imágenes de archivo desde 1982

52

### Ej. Imágenes multiespectrales Landsat

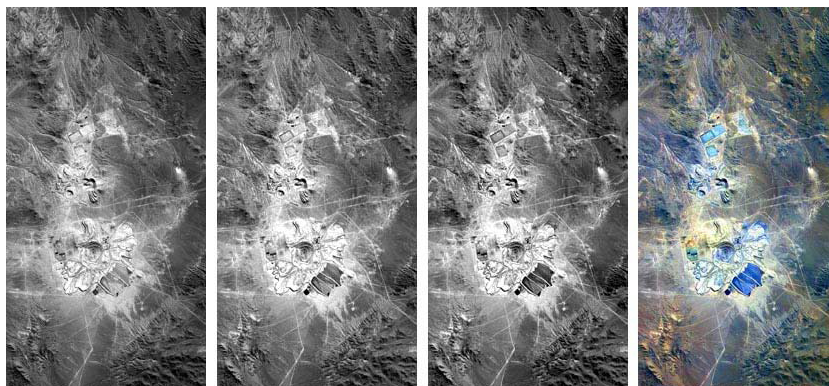
Landsat es el nombre de una serie de satélites lanzados por la agencia NASA de los EUA para la observación de la Tierra. Landsat es un acrónimo de "Land Satellite" (Satélite de la Tierra).



53

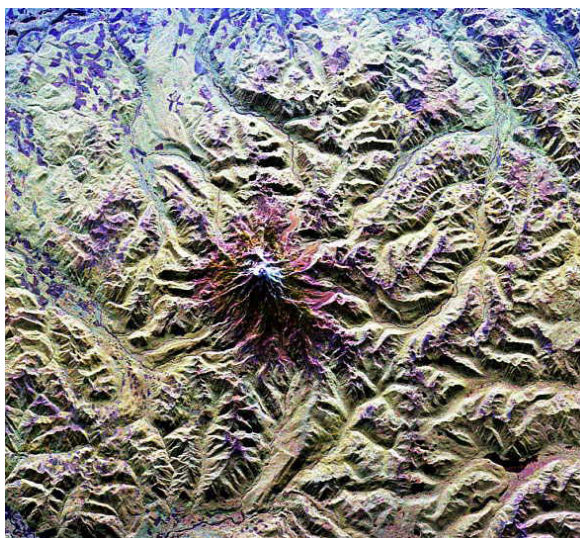
### Ej. Imágenes multiespectrales

***Bandas 1, 2 y 3 de una imagen ASTER de "La Escondida", después una combinación RGB en 321 para crear imágenes de color.***



54

## Ej. Imágenes multiespectrales

*Imagen de radar del Monte Rainier, en el estado de Washington*

55

## Ej. Imágenes multiespectrales

*Imágenes satelitales*

Imagen	No. De bandas multiespectrales	Resolución multiespectral (m)	Extensión Escena (Km <sup>2</sup> )	Data Imagen
Landsat 7 (+ETM)	8	30 (60)	185*170	1999
Landsat 5 (TM)	8	30 (60-120)	185*170	1982
ASTER	14	15 (30-90)	61,5*63	2000
AVNIR-2 (ALOS)	4	10	70*70	2006
QuickBird	4	2,4	16,5*16,5	2002

### 1.3.5 El histograma

✓ El **histograma** de una imagen se define como la curva que a lo largo de uno de sus ejes representa cada uno de los posibles niveles de gris, y en el otro la frecuencia relativa de aparición del mismo en la imagen.

✓ Un vistazo al histograma ofrece una idea rápida de cuánto distribuidos se encuentran los niveles de gris en la imagen, aspecto asociado al concepto de contraste.

57

### 1.3.5 El histograma

#### Formalización:

✓ El **histograma** de una imagen es una función discreta que representa el número de píxeles en la imagen en función de los niveles de intensidad ( $g$ ).

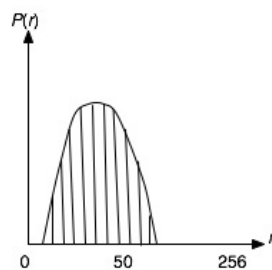
✓ La probabilidad  $P(g)$  de ocurrencia de un determinado nivel de gris ( $g$ ) se define como:

$$P(g) = \frac{N(g)}{M}$$

58

### 1.3.5 El histograma

- ▶ O de otro modo, para niveles de gris en el rango  $[0, L-1]$
- ▶ es una función discreta  $p(r_k) = n_k/n$ ,
- ▶ donde  $r_k$  es el  $k$ -ésimo nivel de gris,
- ▶  $n_k$  es el número de píxeles de la imagen con ese nivel de gris,
- ▶  $n$  es el número total de píxeles de la imagen y  $k=0,1,2,3,\dots,L-1$



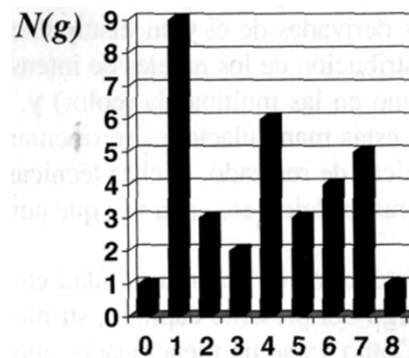
59

### 1.3.5 El histograma

Ej. Matriz que muestra la fracción de una imagen (a) y de acuerdo a los niveles de gris que en ella se presenta, su correspondiente histograma (b)

0	3	3	4	4	4
1	1	1	4	4	5
1	1	1	4	5	5
1	1	1	7	6	6
2	2	7	7	6	6
8	2	7	7	9	9

a)



b)

60

## 1.3.5 El histograma

## Propiedades de un Histograma

## 1. Media

$$\bar{g} = \sum_{g=0}^{L-1} gP(g) = \sum_i \sum_j \frac{I(i,j)}{M}$$

## 2. Varianza

$$\sigma^2 = \sum_{g=0}^{L-1} (g - \bar{g})^2 P(g)$$

## 3. Asimetría

$$a = \sum_{g=0}^{L-1} (g - \bar{g})^3 P(g)$$

## 4. Energía

$$E = \sum_{g=0}^{L-1} (P(g))^2$$

## 5. Entropía

$$e = - \sum_{g=0}^{L-1} P(g) \log_2 [P(g)]$$

61

## 1.3.5 El histograma

**Ejercicio:** Calcular el histograma de la siguiente imagen A, así como las propiedades de la misma

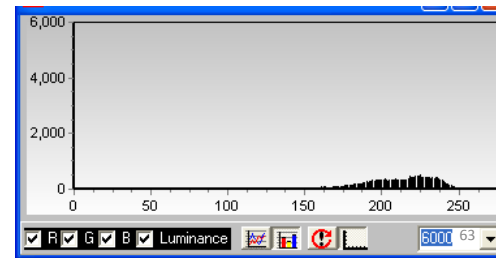
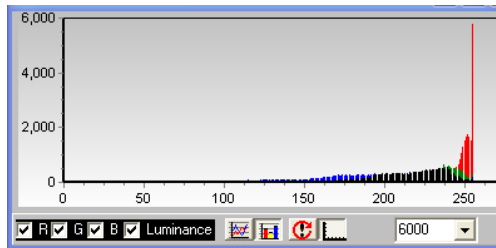
A=

170	125	1	85	224	255	239	15
218	118	98	1	200	254	35	97
41	101	98	11	210	200	35	95
23	15	7	147	208	200	200	16
4	6	13	20	210	210	22	22
10	4	20	20	226	23	23	22
10	12	19	21	226	226	22	23
1	18	125	22	226	104	9	9

62

### 1.3.5 El histograma

Ej. Imagen en colores y en niveles de gris con sus correspondientes histogramas



### 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales

A la hora de almacenar una imagen digital se puede elegir de entre varios formatos en que la información de tonos, brillos y contrastes va a ser recogida.

- comprimidos: algunos con pérdidas y otros sin ellas;
- sin compresión
- interesa que ocupen poco espacio por memoria limitada,
- queremos que tarden poco en descargarse desde Internet.
- nos interesará tener la máxima calidad posible y poco importará el espacio que puedan ocupar.



## 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales

### Tamaño imágenes:

- Pixel ByN:  
intensidad (8 bits)
- Pixel Color:  
RGB (24 bits, 16 millones colores)

### Ejemplo de características de una imagen 768x540 RGB (24 bits)

- $768 \times 540 \times 3 = 1.244.160$  aprox. 1,2Mb
- 1 seg (25 img/seg) aprox. 26,2 Mb.
- 10 min aprox. 862 Mb

65

## 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales

### ► Almacenamiento:

Hi-color: método reducido para representar colores  
1 píxel = 2 bytes

5 bits por cada color (Rojo, Verde, Azul)

Imágenes en punto flotante: útiles en procesos intermedios  
1 píxel = 1 float o un double

66

#### 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales

- ▶ Formatos de almacenamiento Existen dos grandes grupos de formatos gráficos: **mapas de bits y vectoriales**. Los primeros están dirigidos hacia la fotografía y los segundos hacia el dibujo. Sin embargo, no son excluyentes:
  - ▶ Un programa dirigido a la edición de mapas de bits, como el Photoshop, permite también agregar dibujos a las imágenes mientras que un programa vectorial como AutoCAD permite insertar fotografías a los diseños. Los programas de diseño gráfico como Corel Draw son ejemplos de sistemas en donde confluyen mapas de bits y vectoriales.

67

#### 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales

- ▶ Un mapa de bits es ideal para las fotografías porque permite procesar la imagen en forma similar a como se trabaja la fotografía química, alternando la totalidad de la imagen o seleccionando áreas de la misma.
- ▶ Los mapas de bits no son los más apropiados para hacer dibujo porque hacen que las líneas oblicuas parezcan pixeladas, mientras que un formato vectorial ofrece líneas bien definidas, y tratamiento de la imagen por partes, lo que permite editar elementos tan sencillos como una raya o un punto.

68

#### 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales

- ▶ A pesar de las diferencias, es posible convertir diseños vectoriales a mapas de bits y viceversa, Aunque este segundo proceso es más complicado. Esta conversión la pueden hacer muchos programas. Así, Corel Draw es muy eficiente para convertir sus archivos vectoriales (CDR) en mapas de bits, mientras que Streamline, de Adobe, es una de las pocas aplicaciones de nivel profesional que permite convertir numerosos mapas de bits a formato vectorial.

69

#### 1.4 Almacenamiento de imágenes digitales

- ▶ Conversión entre formatos de Mapa de Bits y gráficos Vectoriales
- ▶ La transformación de un mapa de bits a un formato vectorial se llama [vectorización](#). Este proceso normalmente se lleva a cabo o bien manualmente -calcando el mapa de bits con [curvas de Bézier](#) o polígonos vectoriales- o bien con ayuda de un programa específico, como por ejemplo [Corel PowerTrace](#) o [Inkscape](#). El proceso inverso, convertir una imagen vectorial en una imagen de mapa de bits, es mucho más sencillo y se llama [rasterización](#).

70

#### 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPG)

- ▶ Los archivos de las imágenes se guardan normalmente en forma de **mapa de bits** o **mosaico de píxeles**. Cada píxel guarda la información de color de la parte de imagen que ocupa.
- ▶ Este tipo de imágenes son las que crean los escáneres y las cámaras digitales y los archivos ocupan mucha más memoria que las imágenes vectoriales.
- ▶ El principal inconveniente que presentan esta clase de archivos es el de la ampliación, cuando un archivo se amplía mucho, se distorsiona la imagen mostrándose el mosaico "los píxeles" y una degradación en los colores llegando al efecto pixelación (definido en el apartado de imagen digital), debido a la deformación de la fotografía.

71

#### 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPG)

- ▶ Pixelación: Los pixels no tienen siempre el mismo tamaño ni se tienen porque encontrar en mismo número en imágenes de las mismas dimensiones. La calidad de una imagen viene dada por número de pixels en que dividamos una imagen (normalmente esto se mide en puntos por pulgada o dpi) y el número de colores que puedan tener y, evidentemente, ocuparán más espacio en disco en la medida que dicha calidad aumente. Como consecuencia de esto aquellos gráficos con más calidad y número de pixels serán mucho más costosos de reproducir y transformar para nuestra aplicación o reproductor gráfico y más lentos en la descarga vía web.
- ▶ Entre los tipos de archivo de mapa de bits más comunes tenemos: **JPG, PCX, PNG, TIFF, GIF, BMP, ...**

72

#### 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPG)



- ▶ Ejemplo: Si ampliamos mucho una zona de la imagen de arriba, vemos cómo se ve el pixelado. Esto es un imagen de mapa de bits.



73

#### 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPG)

La diferencia fundamental entre los formatos en que se almacena una imagen es el nivel de compresión de la imagen original a la cual representan.

Existen dos formas de compresión fundamentales:

- ▶ Compresión sin pérdida de calidad: Son aquellos formatos en que la imagen original se puede recuperar bit a bit a pesar de poder reducir de un 10% al 40% el tamaño de la imagen. Ejemplos de estos formatos son: TIFF y PNG.
- ▶ Compresión con pérdida en la calidad: Se puede alcanzar niveles de compresión más elevados, pero cuando se convierte a este formato no se puede recuperar la calidad de la imagen original. Ejemplo: GIF (mayor de 256 colores) y JPEG.

74

#### 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPG)

Existe gran variedad de formatos de imágenes (más de 30), se describen aquí algunos de los más utilizados:

- ▶ TIFF (File Image File Format): Con extensión .tif, se utilizan para almacenar imágenes de alta calidad. Su tamaño es mayor que la imagen a la que representa, pues puede contener información adicional sobre la misma como el nombre del autor, descripción, etc. Es el formato preferido de fotógrafos para crear copias impresas de alta calidad.
- ▶ PNG (Portable Network Graphics): Con extensión .png, a pesar de utilizar un método de compresión sin pérdida de calidad, ocupa menos espacio que el formato TIFF.

75

#### 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPG)

- ▶ GIF (Graphics Interchange Format): Con extensión .gif, es ampliamente utilizado para representar imágenes de mejor calidad que el formato JPEG en páginas Web.
- ▶ JPEG (Joint Photographic Experts Group): Con extensión .jpg, es el más popular de los formatos por la relación entre el nivel de calidad y el tamaño que ocupa en soportes digitales.

76

#### 1.4.1 Formatos espaciales (BMP, PNG y JPG)

Para comparar el tamaño que ocupan los archivos entre los diferentes formatos, supóngase una imagen a color de 24 bits por píxel, con una resolución de 260x175 píxeles ( $260 \times 175 \times 3 = 136,5$  kB). El almacenamiento para diferentes formatos se muestra en la siguiente tabla.

Formato	Tamaño	Compresión
Imagen original	136.5 kB	1x
JPEG	46.3 kB	$136.5/46.3=2.95x$
TIFF	138.5 kB	$136.5/138.5=0.985x$
PNG	96.3 kB	$136.5/96.3=1.42x$
GIF	38.2 kB	$136.5/38.2=3.6x$

77

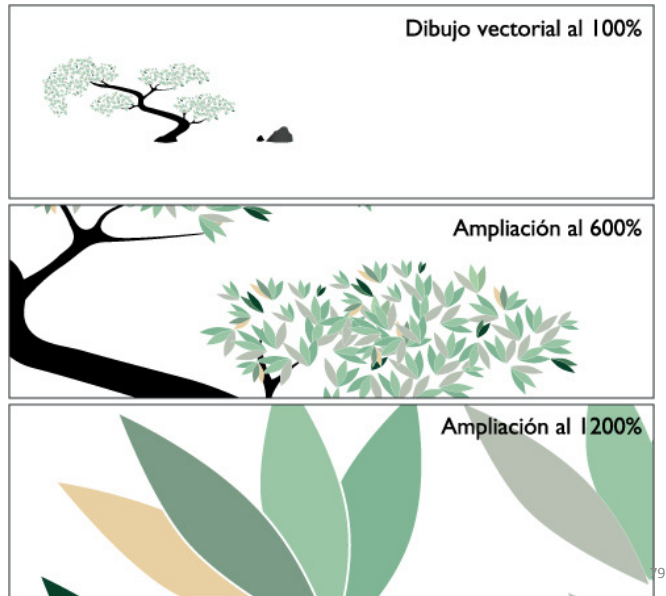
#### 1.4.2 Formatos vectoriales (AI, CDR)

- El formato vectorial define objetos geométricos (puntos, líneas y polígonos) mediante la codificación explícita de sus coordenadas. Los puntos se codifican en formato vectorial por un par de coordenadas en el espacio, las líneas como una sucesión de puntos conectados y los polígonos como líneas cerradas (formato orientado a objetos) o como un conjunto de líneas que constituyen las diferentes fronteras del polígono (formato Arco/nodo).

78

### 1.4.2 Formatos vectoriales (AI, CDR)

► Ejemplo:



### 1.4.2 Formatos vectoriales (AI, CDR)

- Las imágenes vectoriales son más flexibles que las de mapa de bits porque pueden ser redimensionadas y extendidas sin perder calidad. Incluso la animación por gráficos vectoriales suele ser más sencilla y ocupar menos espacio que las de gráficos de mapa de bits. Otra ventaja de los gráficos vectoriales es que su representación suele requerir menos [memoria](#) y menos espacio de [almacenamiento](#).
- Algunos de los formatos gráficos que aceptan vectores son AI (de Illustrator), CDR (de Corel Draw), DXF (formato de intercambio de AutoCad), .FH9, .FH10, .FH11... (de FreeHand), IGES, PostScript, SVG, SWF (de Flash), WMF (Windows MetaFiles), etc.

80



#### 1.4.2 Formatos vectoriales (AI, CDR)

- ▶ **AI (Adobe Illustrator)** Es el metaformato utilizado por el programa Adobe Illustrator para guardar sus ficheros gráficos nativos. Los archivos AI admiten cabecera de previsualización (thumbnail) y pueden trabajar con vectores y mapas de bits. Permiten texturas, degradados, fotos integradas o vinculadas a ficheros externos, textos trazados o con fuentes incluidas y manejo de capas y máscaras. Suele producir ficheros de peso medio, dependiendo del contenido, pero se puede rebajar ya que admite algoritmos de compresión sin pérdidas.
- ▶ Es un formato muy popular, válido para PC y MAC, apto para intercambiar gráficos entre diferentes aplicaciones, pero teniendo siempre en cuenta la versión de Illustrator que creó el archivo original, ya que deben de ser versiones compatibles.

81

#### 1.4.2 Formatos vectoriales (AI, CDR)

- ▶ **CDR (.cdr)** (Corel Draw) es el formato nativo del programa de gráficos vectoriales Corel Draw, siendo válido para PC y MAC. Es un formato vectorial, pero admite la inclusión de elementos de mapa de bits (integrados o vinculados a ficheros externos), pudiendo llevar además cabecera de previsualización (thumbnail). Junto a AI es uno de los formatos con más posibilidades con respecto al color, a la calidad de los diseños y al manejo de fuentes, pudiendo contener los textos trazados o con fuentes incluidas.
- ▶ Una de las principales desventajas de este formato es su falta de compatibilidad con el resto de aplicaciones gráficas, al ser éstas incapaces de almacenar imágenes bajo este formato.

82