

# Segnali analogici e digitali, immagini digitali

**Liceo G.B. Brocchi**

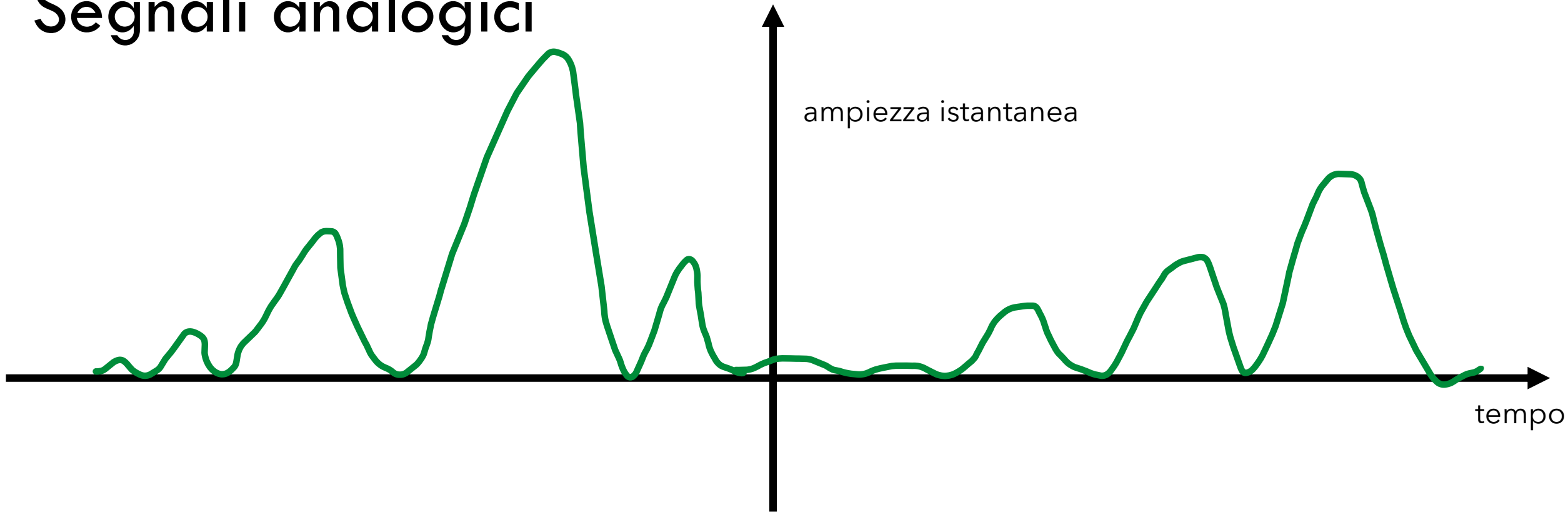
Classe 3AQSA – Compresenza Informatica - Arte  
Bassano del Grappa, Settembre 2022

# Il concetto di segnale

- Un **dato** è un'entità che ha un significato
  - i dati **analogici** assumono valori **continui** nel tempo
  - i dati **digitali** assumono valori **discreti**
- Un **segnale** è la variazione di una grandezza fisica. Questa variazione trasporta informazioni.
- Esempio: il segnale telefonico (nella telefonia fissa) viene trasmesso modulando opportunamente (a seconda del segnale sonoro da inviare) alcune caratteristiche di una corrente elettrica trasmessa su un cavo in rame
- Esempio: il segnale televisivo viene trasmesso modulando opportunamente (a seconda dell'immagine da inviare) alcune caratteristiche di un'onda elettromagnetica

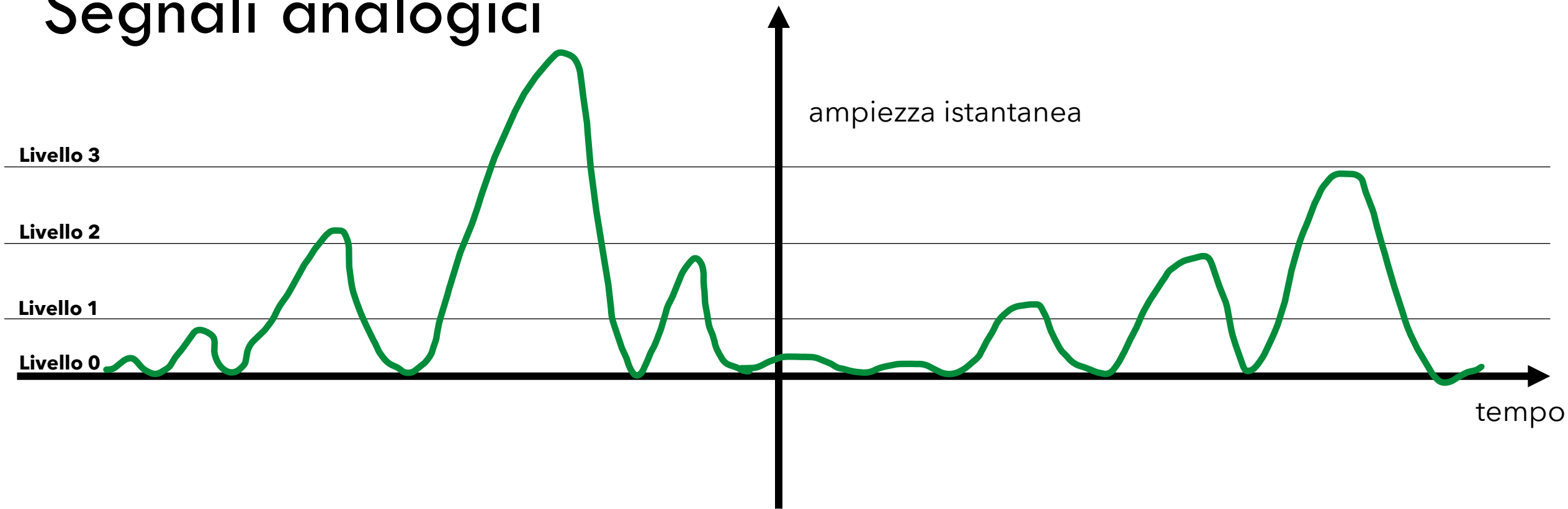


# Segnali analogici



**Un segnale analogico può assumere infiniti valori di ampiezza**

# Segnali analogici



Un segnale analogico può assumere **infiniti** valori di ampiezza

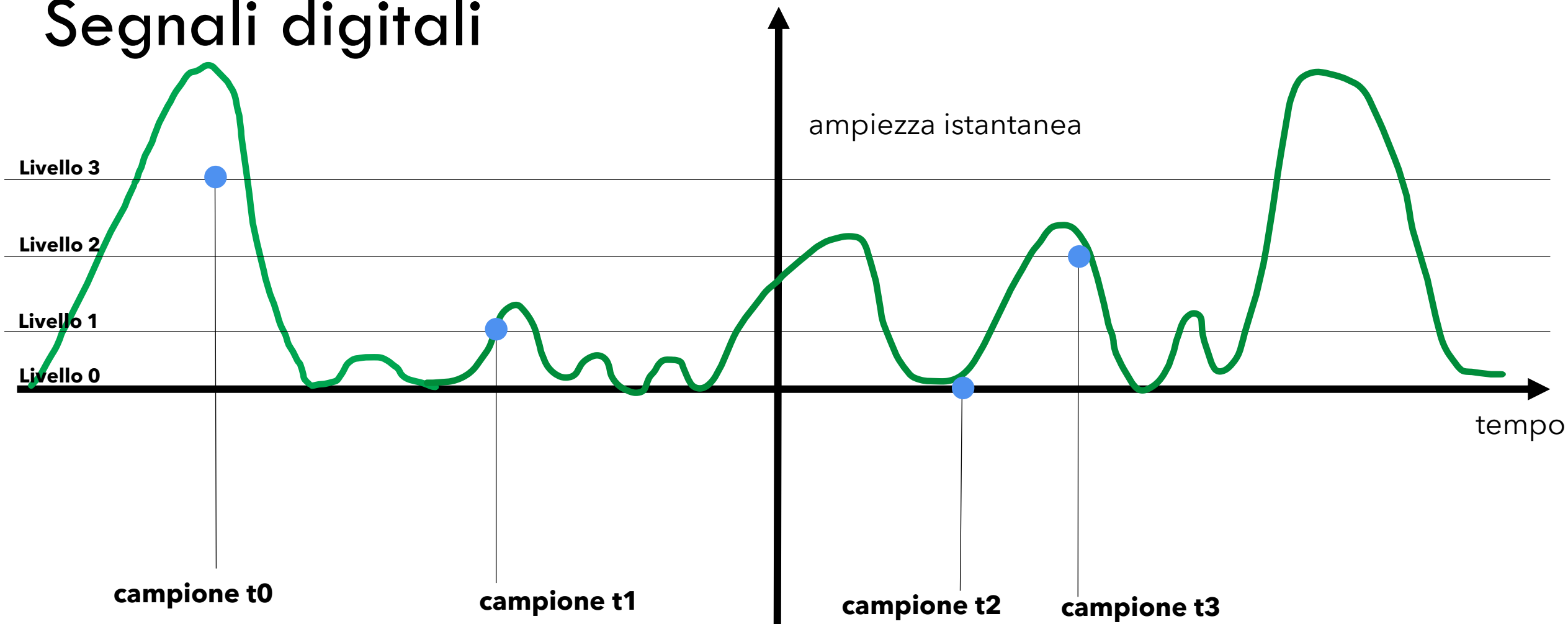


Per digitalizzarlo bisogna stabilire dei **livelli discreti** di ampiezza



I livelli sono discreti perché tra il livello  $i$  e il livello  $i+1$  non ce ne sono altri

# Segnali digitali



Un segnale digitale può assumere una quantità finita di valori

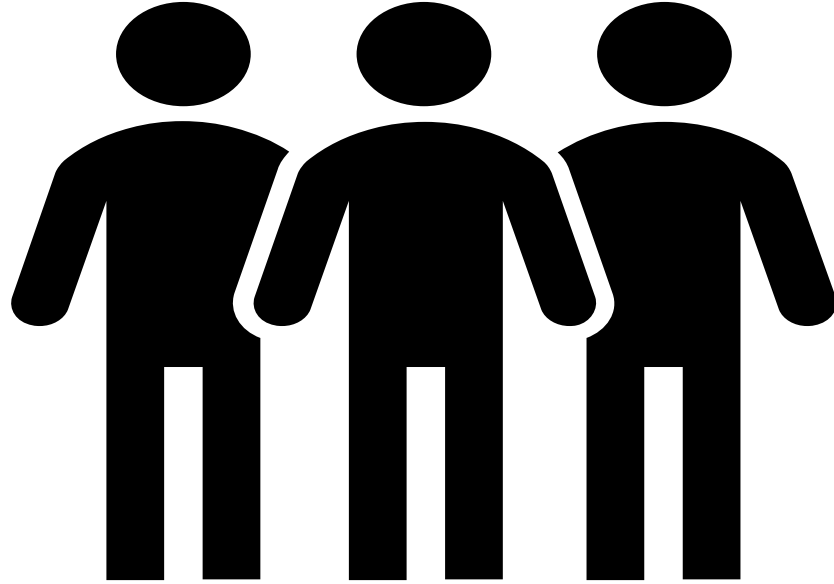
In questo caso ad un istante  $t$  può assumere solo uno dei quattro valori possibili (quello più vicino al valore del segnale analogico all'istante  $t$ ). I valori assunti dai segnali in intervalli di tempo discreti sono detti «campioni»

# Immagini digitali

- Un'immagine digitale è composta da **pixel** (**picture elements**)
- Un **pixel** è un **campione** dell'immagine analogica originale, e può assumere un insieme **finito** di valori **discreti** che rappresentano un colore
- La quantità di colori rappresentabili dipende dal **numero di bit** riservati a ciascun pixel
- L'informazione espressa in questa modalità è **digitale** perché il passaggio dal pixel  $(x_1, y_1)$  al pixel  $(x_2, y_2)$  è discreto (ovvero non c'è niente tra i 2 pixel). Inoltre, il contenuto di ogni pixel, espresso con un numero finito di bit, appartiene ovviamente ad un insieme finito e discreto di valori

**Domanda:**  
**quanti colori possiamo rappresentare se per ogni pixel è riservato 1 bit?**

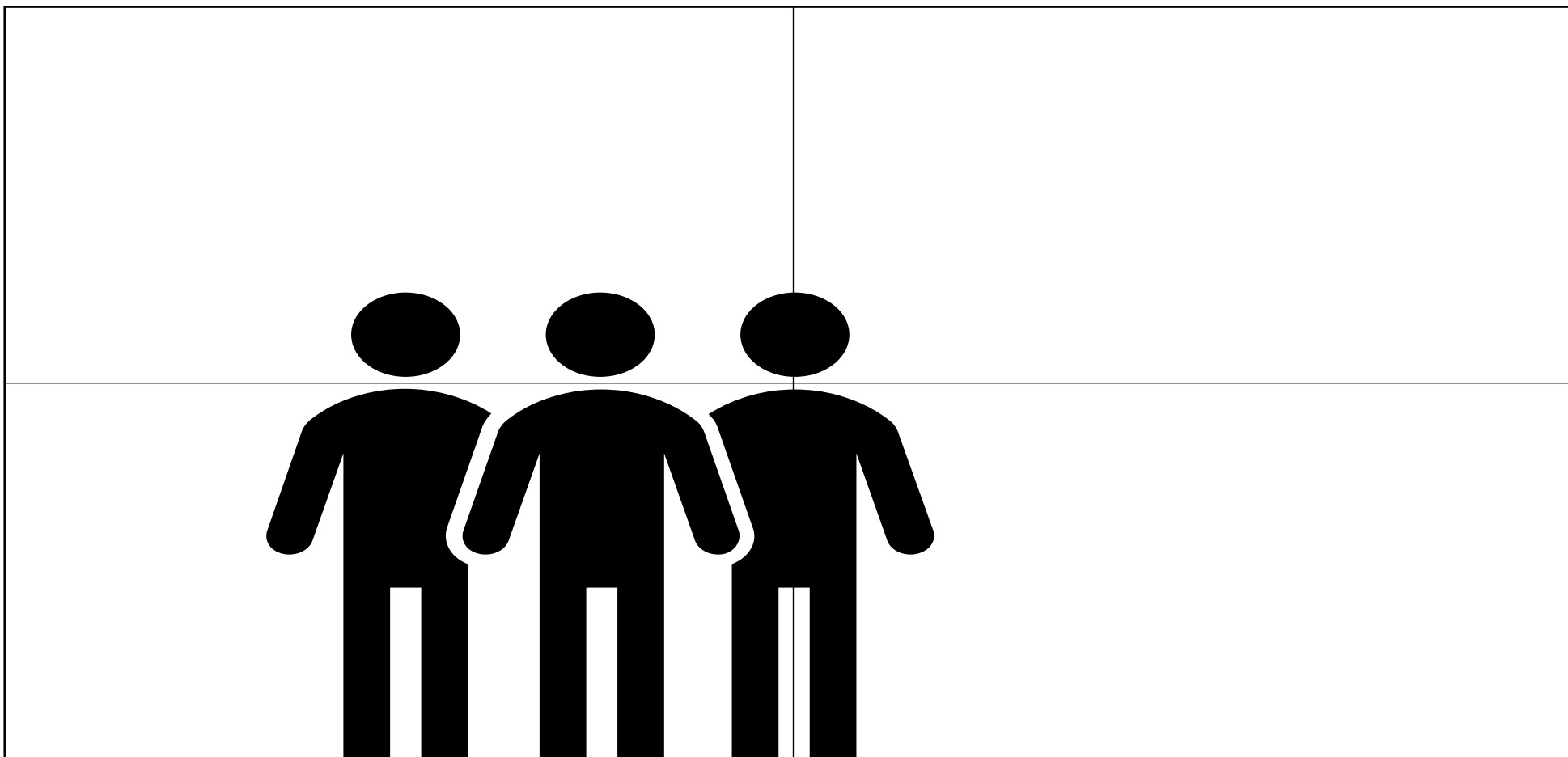
# Immagini bitmap-raster 1 bit-monocrome



**Digitalizziamo questa immagine**

# Immagini bitmap-raster 1 bit-monocrome

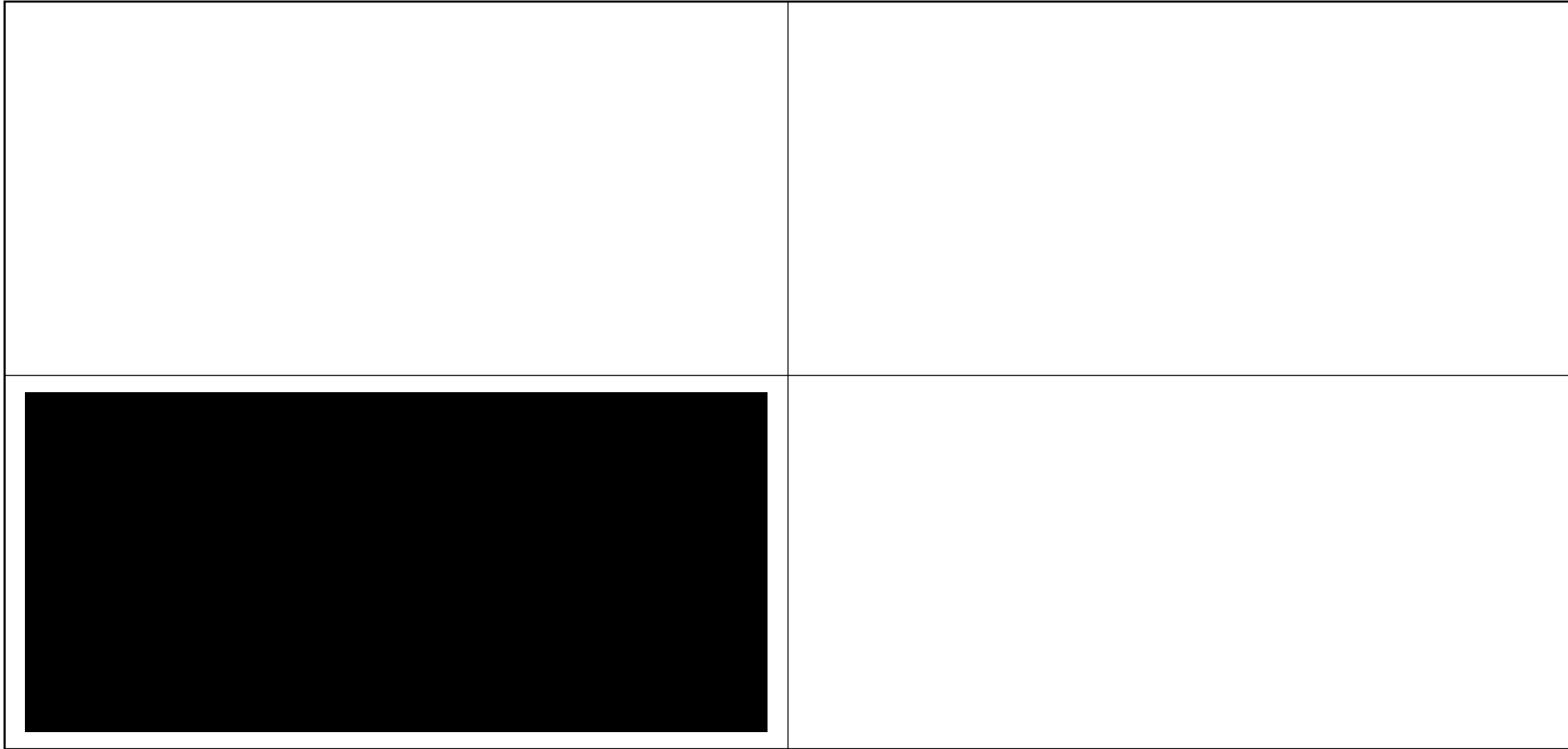
4 pixel, 1 bit per pixel (bianco e nero)





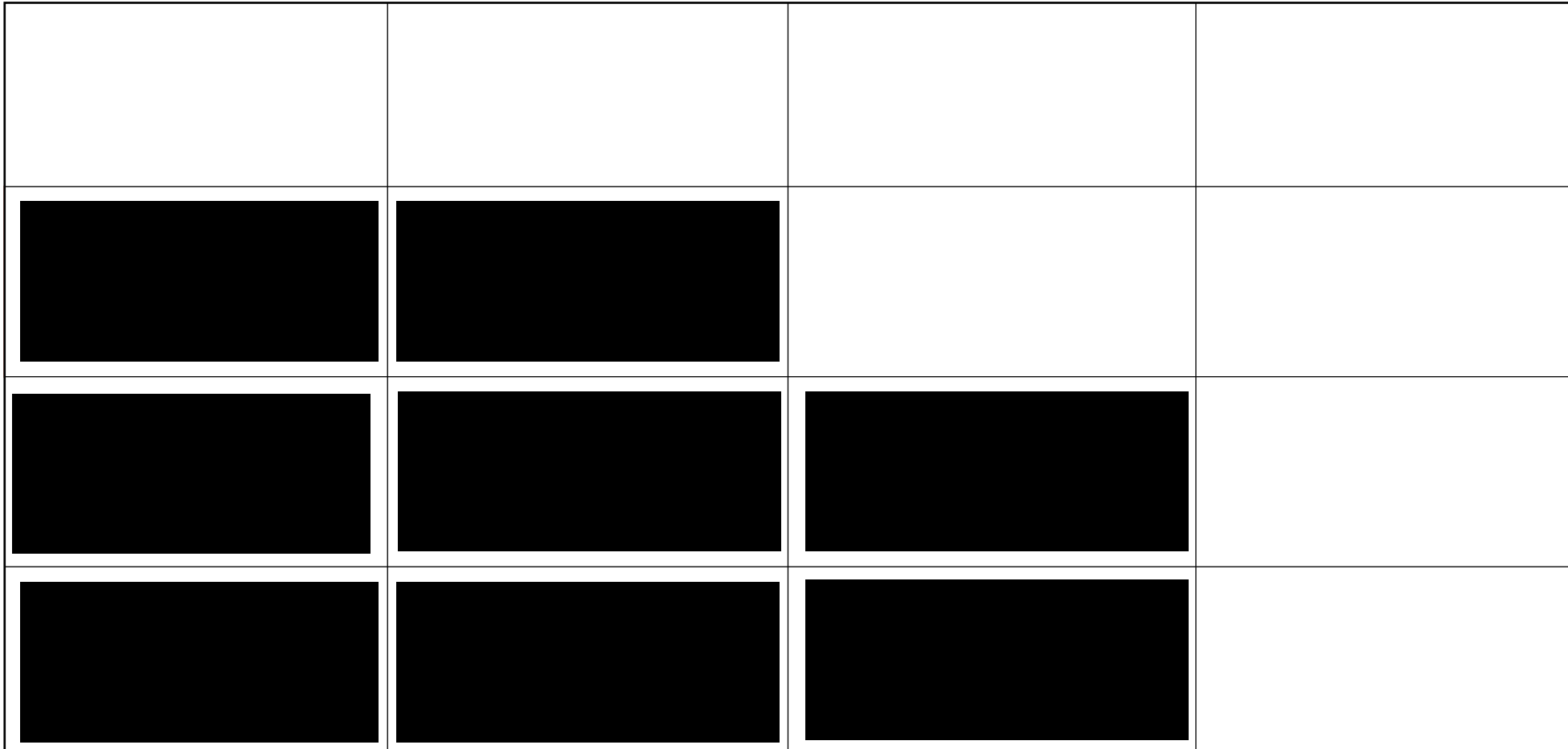
# Immagini bitmap-raster 1 bit-monocrome

4 pixel, 1 bit per pixel (bianco e nero)



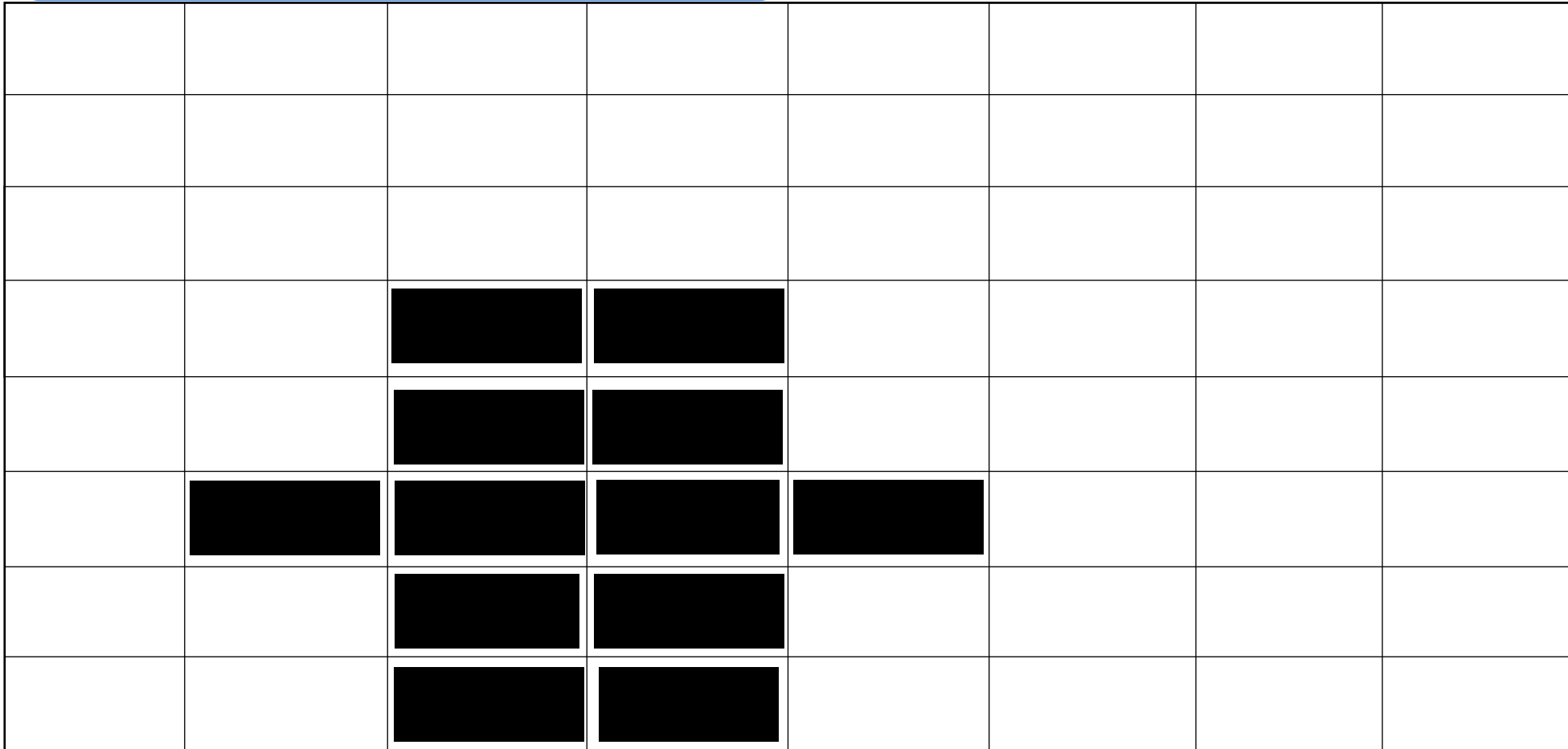
# Immagini bitmap-raster 1 bit-monocrome

16 pixel, 1 bit per pixel (bianco e nero)



# Immagini bitmap-raster 1 bit-monocrome

64 pixel, 1 bit per pixel (bianco e nero)



# Immagini bitmap-raster 1 bit-monocrome

**Risoluzione:** numero di pixel in un'immagine digitale  
(e.g. 1600x1200, 640x480)

Aumentando la  
**risoluzione**  
aumenta la fedeltà  
all'immagine  
originale

Ora, come facciamo  
a codificare  
immagini non in  
bianco e nero?

# Immagini bitmap a 8 bit (a scala di grigi)

- Si dice che la *profondità di colore* (*color depth*) è di 8 bit
- In queste immagini ogni pixel ha un *valore di grigio* compreso tra 0 e 255 (256 valori)
- Quindi ogni pixel viene rappresentato da 8 bit (1 byte)

0xFA
0x0F
0x0C
0x0A
0x01
0x00

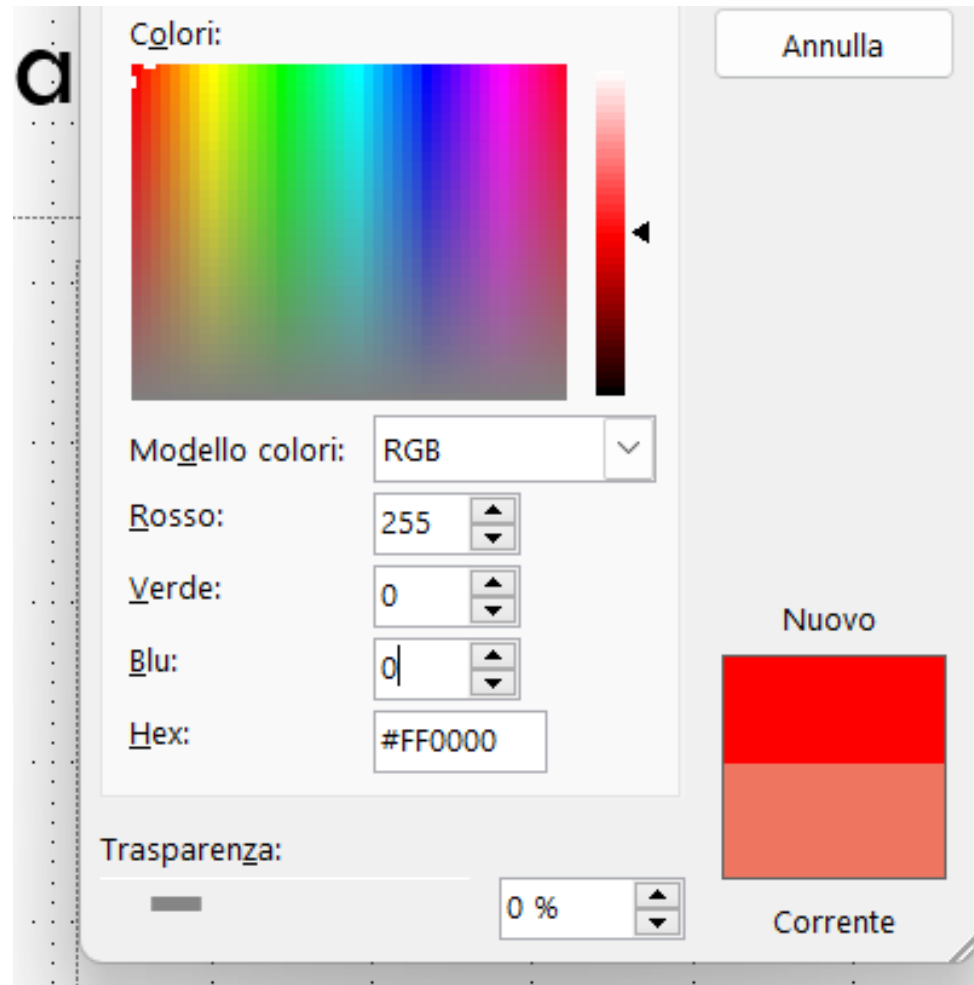
# Immagini bitmap a 24 bit

- Ogni pixel è rappresentato da 24 bit, quindi da 3 byte
  - 1 byte per il livello di rosso (**R (red)**)
  - 1 byte per il livello di verde (**G (green)**)
  - 1 byte per il livello di blu (**B (blue)**)
- Si dice che la *profondità di colore* (*color depth*) è di 24 bit, o **true color**
- Ognuno dei 3 valori è nel range 0-255 (spiegare perché)
- Le combinazioni possibili di colori sono dunque  $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$  ( $2^{24}$ )

# Immagini bitmap a 24 bit

- Di fatto, spesso in realtà si hanno 32 bit per pixel (4 byte)
- Il quarto byte viene usato per rappresentare un  $\alpha$ -value (*alpha-value*) che rappresenta un effetto di trasparenza

# Immagini bitmap a 24 bit





# Formati di file per le immagini - GIF

- **G**raphics **I**nterchange **F**ormat (**GIF**)
- Creato per trasmettere immagini tramite le vecchie connessioni *dial-up*
- Utilizza l'algoritmo di compressione **Lempel-Ziv-Welch**
- Adatto per le immagini con pochi colori
- **GIF89a** supporta anche le animazioni, memorizzando più immagini in un unico file
- NB: le immagini GIF sono compresse, ma non si perde informazione con la compressione! Si dice che la compressione è **lossless**

# Formati di file per le immagini - JPEG

- Creato dal gruppo di lavoro dell'**ISO** (International Organization Standard) chiamato **Joint Photographic Experts Group**
- Raggiunge alti tassi di compressione dei file
  - Significa che riduce in modo significativo le dimensioni dei file rispetto alla versione non compressa
- La compressione comporta una perdita di informazione
- Il livello di compressione delle immagini JPEG è configurabile
- La compressione attuata da JPEG sfrutta alcuni limiti nella visione umana: infatti l'occhio umano non è in grado di notare cambiamenti minimi di colore e intensità su pochi pixel vicini (si dice che l'immagine ha una **High Spatial Frequency** nel sistema di riferimento (x,y))

# Formati di file per le immagini - JPEG

- Creato dal gruppo di lavoro dell'**ISO** (International Organization Standard) chiamato **J**oint **P**hotographic **E**xperts **G**roup
- Raggiunge alti tassi di compressione dei file
  - Significa che riduce in modo significativo le dimensioni dei file rispetto alla versione non compressa
- La compressione attuata da JPEG sfrutta alcuni limiti nella visione umana: infatti l'occhio umano non è in grado di notare cambiamenti minimi di colore e intensità su pochi pixel vicini (si dice che l'immagine ha una **High Spatial Frequency** nel sistema di riferimento (x,y))
- La compressione viene effettuata dopo una procedura chiamata *Trasformata Discreta del Coseno* (**D**iscrete **C**osine **T**ransform) (vedrete una cosa simile all'università chiamata *Trasformata di Fourier*)

# Formati di file per le immagini – PNG, BMP

- **P**ortable **N**etwork **G**raphics
  - PNG supporta una profondità di colore fino a 48 bit
  - PNG adotta uno schema di compressione **lossless**
- 
- BMP (**Bitmap**) è uno standard utilizzato da Windows. Il numero di bit per pixel è specificato nell'intestazione del file, il cosiddetto *file header*

# Immagini vettoriali

- Le immagini vettoriali sono generate completamente dai computer (*computer generated drawings*)
- Le immagini vettoriali **non sono composte da pixel**, ma da forme e linee descritte da formule matematiche (come le equazioni della Geometria Analitica!)
- Per questo motivo, le immagini vettoriali non risultano sgranate quanto vengono ingrandite
- Generalmente le immagini vettoriali sono contenute in file di dimensioni più piccole rispetto alle immagini raster:
  - Questo succede perché nel file non sono memorizzati i dati per ciascun pixel, ma solo le formule matematiche che descrivono le forme

# Immagini vettoriali

- Le immagini vettoriali sfruttano alcune **primitive geometriche**:
  - punti sul piano cartesiano
  - segmenti
  - poligoni
- Ad esempio un quadrato sul piano cartesiano può essere disegnato a partire da 3 vertici
- Curve di grado  $\geq 2$  sono approssimate a partire da segmenti di retta:
  - esempio intuitivo: si approssima una circonferenza con un poligono con un numero di lati tendente all'infinito

# Immagini vettoriali – Formati di file più diffusi

- SVG (*Scalable Vector Graphics*)
- WMF (*Windows Metafile*)
- EPS (*Encapsulated PostScript*)
- PDF (*Portable Document Format*)
- CDR (*CorelDRAW*)