

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI

Teoria e pratica
I formati grafici

La digitalizzazione

La digitalizzazione di oggetti legati a fenomeni di tipo analogico, avviene attraverso due parametri fondamentali:

- Il numero dei **campionamenti** o di misurazioni (ad esempio numero di pixel per pollice)
- Il numero di **stati fisici discreti** o livelli (ad esempio il numero dei colori rappresentato)

La digitalizzazione

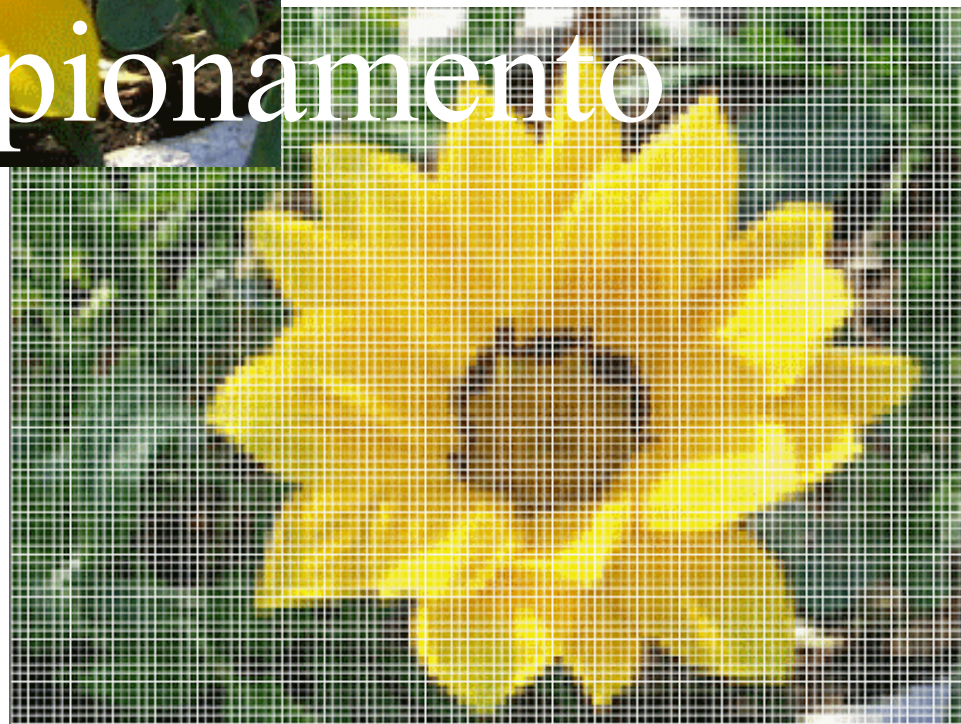
Una buona rappresentazione del fenomeno richiede un alto numero di campionamenti o di stati fisici.

La gestione ottimale degli oggetti digitalizzati, sia per quanto riguarda la memoria occupata che per la loro distribuzione in internet, al contrario, richiede un basso numero di campionamenti o di stati fisici.

La soluzione tra queste due esigenze contrapposte sta in un giusto compromesso e nell'utilizzo di opportune tecniche di compressione.



Il campionamento



L. De Panfilis - G. Manuppella

La rappresentazione digitale delle immagini

La rappresentazione digitale delle immagini può avvenire con la grafica **vettoriale** o con la grafica **raster**.

La prima utilizza disegni definiti da oggetti geometrici (punti, rette, poligoni, ecc.) descritti da formule matematiche.

La seconda utilizza una griglia rettangolare di punti (pixel). A ciascun pixel vengono assegnati una posizione specifica e un valore cromatico.

La rappresentazione digitale delle immagini

Il vantaggio principale della grafica a punti è che, lavorando sui singoli pixel, si possono rappresentare con maggiore qualità texture complesse e indicizzare un gran numero di colori come, ad esempio, nelle fotografie.

Il vantaggio principale della grafica vettoriale consiste nella capacità di conservare inalterata la qualità dell'immagine, anche a seguito di ingrandimenti, rotazioni o ridimensionamenti degli oggetti che la compongono.

Confronto tra immagine vettoriale ed immagine bitmap

Ingrandendo un dettaglio delle immagini, la qualità della vettoriale rimane identica, mentre quella bitmap decade gravemente.

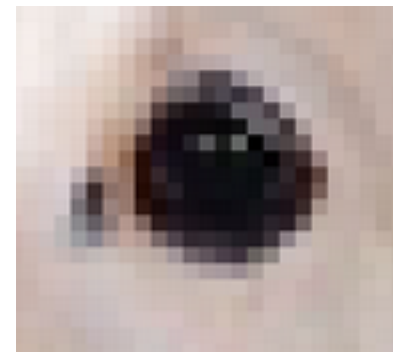
**Vettoriale
semplice**



**Vettoriale
complessa**



**Immagine
bitmap**



La grafica raster

Le caratteristiche fondamentali della digitalizzazione di un'immagine sono due: il numero di misurazioni (pixel) e il numero dei singoli colori che può assumere l'immagine.

Il primo parametro è chiamato **risoluzione grafica** ed è misurato in **dpi** (dots per inch, ovvero punti per pollice - $1 \text{ inch} = 2,54 \text{ cm}$). Esso è definito come il numero di punti utilizzati per rappresentare un pollice lineare dell'immagine.

La grafica raster

A parità di dimensioni fisiche dell'immagine, più sono i punti e maggiore è la qualità dell'immagine.



100 dpi



50 dpi



20 dpi

L'acquisizione delle immagini

Nella fase di acquisizione delle immagini è necessario tener conto dell'impiego finale dell'immagine stessa. Bisogna, quindi, definire in modo appropriato la risoluzione da impiegare.

Le impostazioni variano per l'acquisizione di immagini destinate alla stampa su carta o alla visione su monitor.

Il numero di pixel che bisogna avere a disposizione è notevolmente diverso nei due casi

L'acquisizione con lo scanner

Se il valore in dpi della risoluzione impostata è troppo basso l'immagine prodotta risulterà poco dettagliata, mentre se è troppo alto c'è il rischio di produrre inutilmente dei file di grandi dimensioni.



Un valore generalmente appropriato per ottenere immagini di buona qualità è, ad esempio, 300 dpi, mentre per immagini da pubblicare sul web, dove è importante evitare file eccessivamente pesanti, si utilizza una risoluzione di 72 dpi o di 96 dpi.

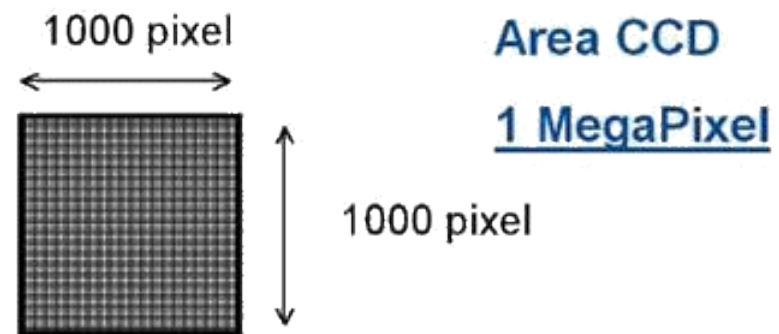
L'acquisizione con fotocamera



Una fotocamera digitale acquisisce l'immagine tramite una matrice attiva di pixel chiamata CCD.

Più pixel sono presenti sul CCD, maggiore è la massima risoluzione dell'immagine prodotta.

Un CCD di 1 megapixel (circa 1 milione di pixel) è in grado di catturare immagini composte di circa 1000 pixel di lato.



La risoluzione e la stampa

E' fondamentale capire la relazione che esista tra risoluzione di un'immagine digitale e dimensione della stampa finale. Stampare una foto significa riportare su carta i pixel costituenti l'immagine. Valori di risoluzione alti porteranno ad una maggiore densità di pixel per pollice. Al contrario valori bassi indicheranno che i punti avranno una minore densità.

Ogni stampante ha una propria risoluzione di stampa.



La risoluzione e la stampa

L'occhio umano è in grado di distinguere dettagli fino alla risoluzione di circa 300 dpi. Oltre questo valore, ogni informazione aggiuntiva verrebbe confusa con le altre e non sarebbe rilevabile. Per questo motivo la risoluzione ottimale per la stampa di un'immagine fotografica è di circa 300 dpi (massima qualità) con un minimo di 200-240 dpi in casi particolari.

DESTINAZIONE	VALORE dpi CONSIGLIATO
Esposizioni, Libri, Riviste di Qualità	300dpi
Stampe di grandi dimensioni	200dpi
Quotidiani	100dpi
Web - Monitor	72dpi

La risoluzione e la stampa

La seguente tabella mette in evidenza il rapporto esistente tra il numero di megapixel, la risoluzione e la dimensione massima stampabile in centimetri a 72, 150 e 300 dpi.

MEGAPIXEL	RISOLUZIONE	STAMPA a 72dpi	STAMPA a 150 dpi	STAMPA a 300 dpi
1 Megapixel	1280x768	45x27	21x13	10x6
2 Megapixel	1600x1200	56x42	27x20	13x10
3 Megapixel	2048x1536	72x54	34x26	17x13
4 Megapixel	2272 x 1704	80x60	38x28	19x14
5 Megapixel	2560 x 1920	90x67	43x32	21x16
6 Megapixel	3072x2048	108x72	52x34	26x17
11 Megapixel	4064 x 2704	143x95	68x45	34x22

Esempio 1

Una foto di 10,5x15,8 cm è acquisita da uno scanner alla risoluzione di 300 dpi. Di quanti punti è composta l'immagine?

Conversione centimetri-pollici

$$\text{cm } 10,5 / 2,54 = \text{inch } 4,134$$

$$\text{cm } 15,8 / 2,54 = \text{inch } 6,220$$

Dimensioni della foto in pixel

$$4,134 \times 300 \cong 1240 \text{ pixel}$$

$$6,220 \times 300 = 1866 \text{ pixel}$$

Pixel totali

$$1240 \times 1866 = 2\,313\,840 \text{ pixel}$$

Esempio 2

Un'immagine ha le dimensioni di 2560 x 1920 pixel.
Quali sono le sue dimensioni in centimetri se viene stampata con una stampante alla risoluzione di 300 dpi?

Dimensioni della foto in pollici

$$2560 / 300 = 8,533 \text{ inch}$$

$$1920 / 300 = 6,4 \text{ inch}$$

Conversione pollici- centimetri

$$8,533 \times 2,54 \cong 21,68 \text{ cm}$$

$$6,4 \times 2,54 \cong 16,26 \text{ cm}$$

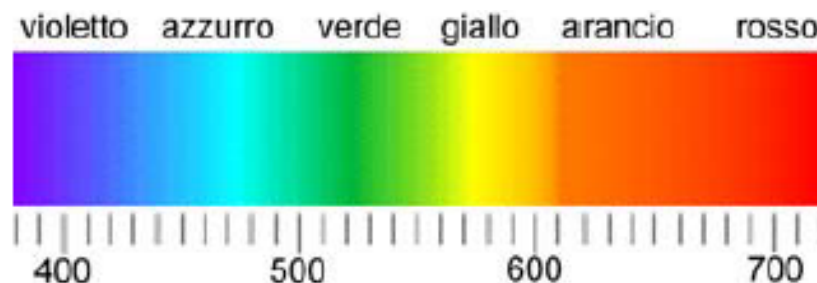
La codifica del colore



L. De Panfilis - G. Manuppella

La luce e lo spettro

La percezione della luce avviene attraverso onde elettromagnetiche di determinata lunghezza d'onda (tra 380 nm – violetto e 780 nm – rosso). I corpi assorbono specifiche lunghezze d'onda e riflettono le altre; ciò determina il colore percepito. Il corpo nero assorbe tutte le lunghezze d'onda, il corpo bianco le riflette tutte.

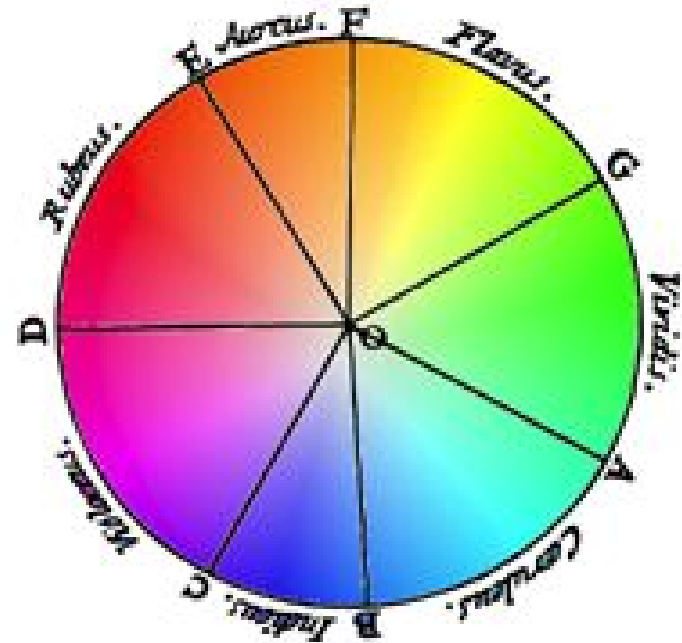


Lo spettro dei colori visibili con relative lunghezze d'onda (espresse in nanometri).

Il cerchio cromatico di Newton

Newton riteneva che il modello adeguato per rappresentare i colori visibili fosse un cerchio..

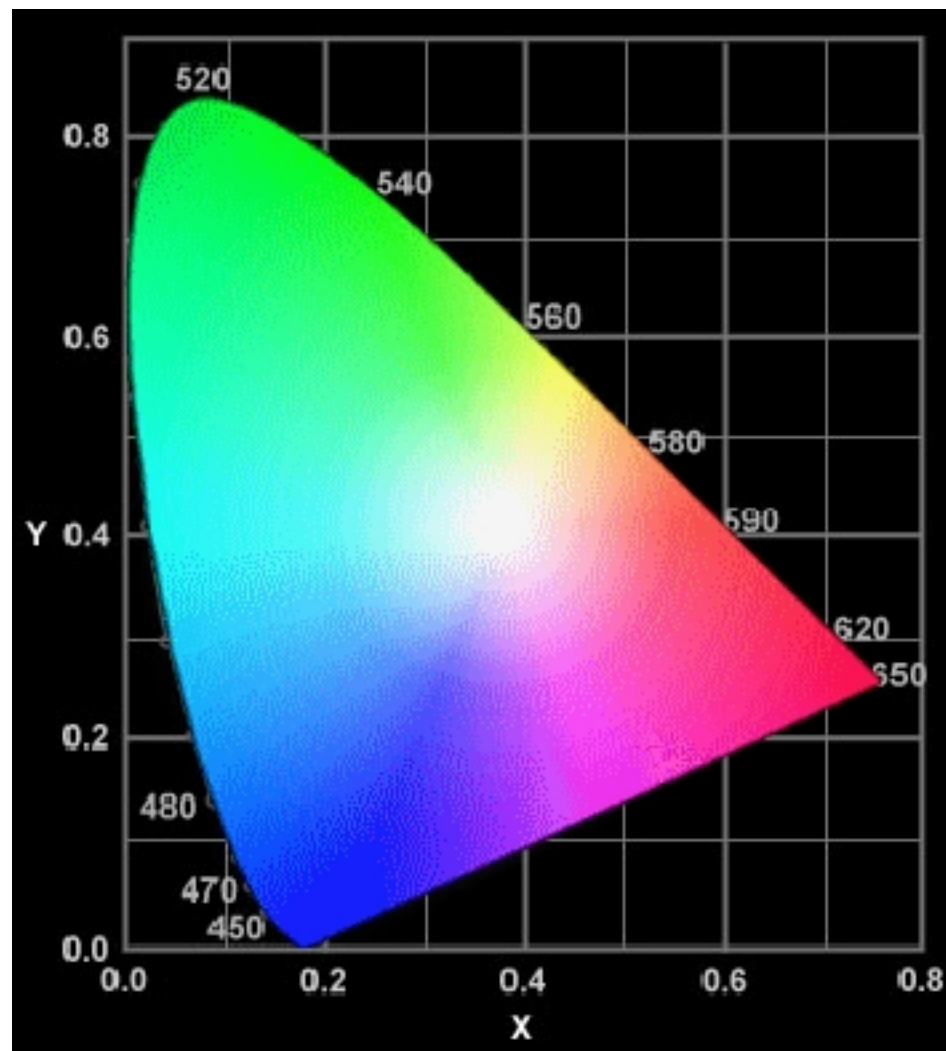
Sulla circonferenza del cerchio sono disposti i colori spettrali, dal rosso al violetto. Tutti i colori all'interno sono non spettrali (cioè ottenuti per mescolanza dei colori spettrali).



Cerchio cromatico di Newton

Il diagramma di cromaticità CIE

Per rendere la rappresentazione dei colori più aderente alla realtà, la *Commission Internationale d'Eclairage* (CIE), nel 1931, propose un modello colorimetrico che rappresenta tutti i colori che l'occhio umano può vedere.



Il diagramma di cromaticità CIE

Il diagramma di cromaticità è bidimensionale: al centro c'è il bianco e lungo la parte curva del perimetro ci sono i colori saturi dello spettro luminoso: in senso antiorario, rosso, giallo, verde, blu, viola.

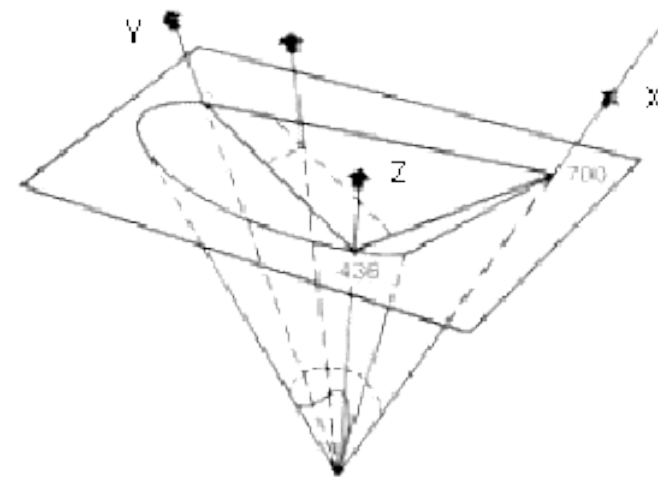
I colori centrali sono insaturi (il bianco è il più insaturo di tutti) e i colori periferici sono saturi. Il diagramma rappresenta quindi le **tinte** (lungo il perimetro) e le **saturazioni** (dal perimetro verso il centro).



Il diagramma di cromaticità CIE

Ogni colore del diagramma può inoltre avere una diversa **luminosità** (per esempio un certo verde esiste anche in versioni più scure) e quindi al diagramma va aggiunta una terza dimensione, appunto quella della luminosità.

A luminosità zero, tutto il diagramma è nero, a luminosità ridotta il centro non è bianco ma grigio, e tutti gli altri colori sono più scuri.



Gli spazi colore

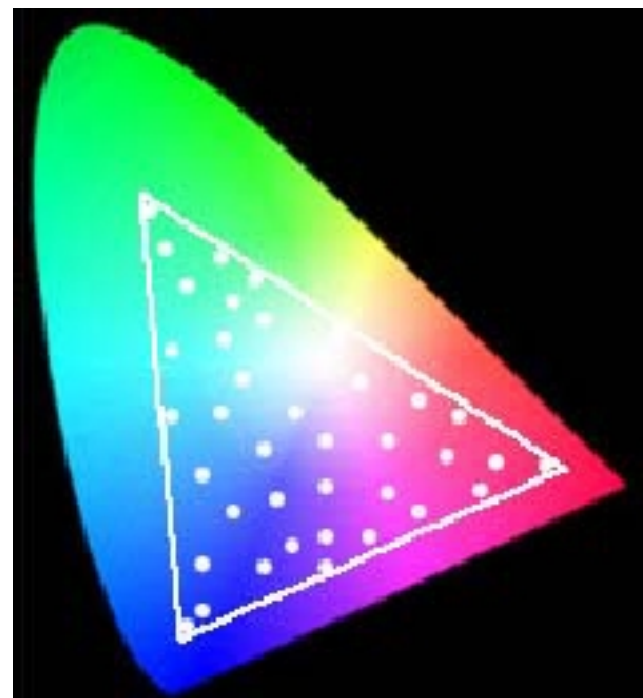
Nella rappresentazione digitale non tutti i colori visibili dall'occhio umano sono riproducibili. Ciò dipende dal tipo di rappresentazione utilizzata.

L'insieme dei colori codificabile con uno specifico sistema viene definito **spazio colore** o **gamut** dei colori riproducibili dalla periferica utilizzata.

In questo contesto facciamo riferimento allo spazio colore RGB e allo spazio colore CMYK

Il modello RGB

Il modello RGB si basa sull'utilizzo di tre colori fondamentali, il rosso (R), il verde (G) e il blu (B). La composizione delle tre componenti in diverse proporzioni e intensità permette di realizzare una buona parte dello spettro visibile.



Confronto tra il diagramma CIE
e il modello RGB

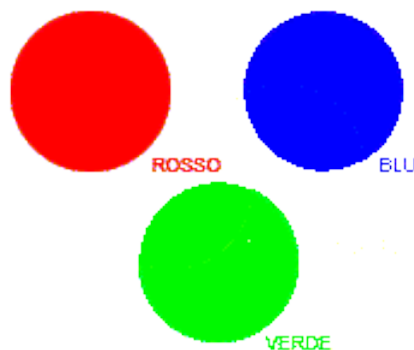
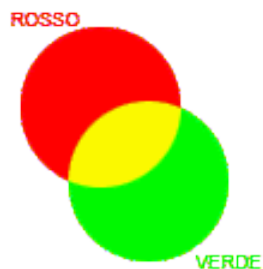
Il modello RGB

Colori fondamentali del modello RGB

dalla mescolanza di rosso e blu deriva il **magenta**



dalla mescolanza di verde e rosso deriva il **giallo**

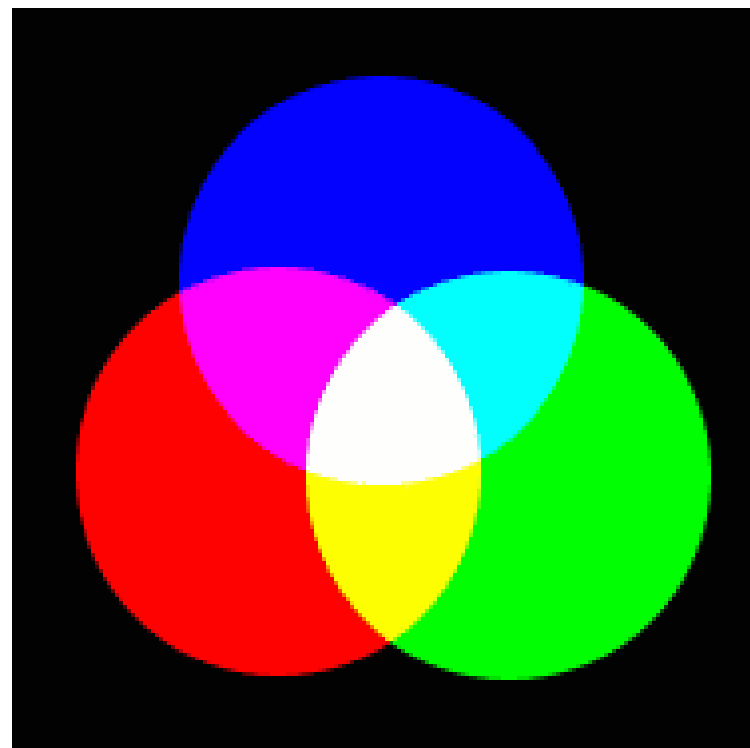


dalla mescolanza di blu e verde deriva il **ciano**



Il modello RGB

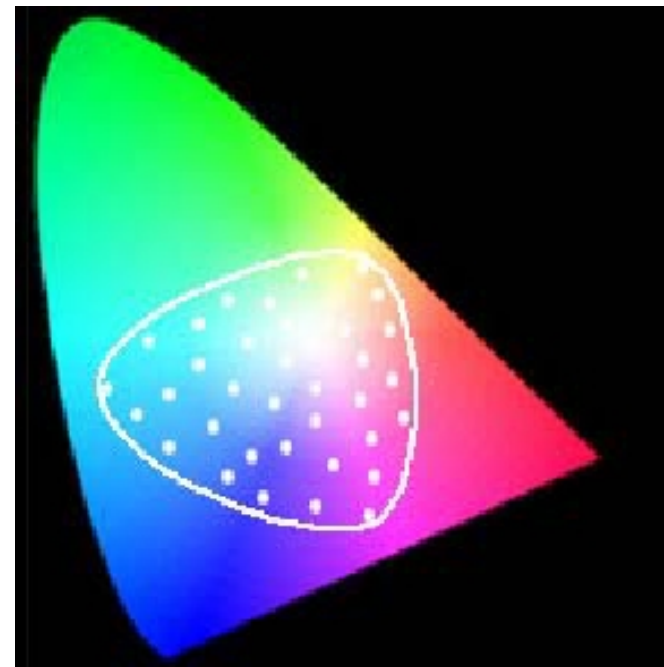
Questo modello è detto additivo in quanto il bianco si ottiene dalla somma del rosso, del verde e del blu alla massima saturazione. Normalmente il sistema RGB viene utilizzato dagli strumenti che emettono luce come monitor, proiettori, ecc...



Sintesi additiva
del modello RGB

Il modello CMYK

Il modello CMYK si basa sull'utilizzo di quattro componenti cromatiche: il ciano (C), il magenta (M), il giallo (Y) ed il nero (K). La diversa composizione delle sue componenti permette di realizzare la parte dei colori visibili mostrata in figura.



Confronto tra il diagramma CIE
e il modello CMYK

Il modello CMYK

Colori fondamentali del modello CMYK

dalla mescolanza di ciano e
magenta deriva il **blu**



dalla
mescolanza
di ciano e
giallo deriva
il **verde**

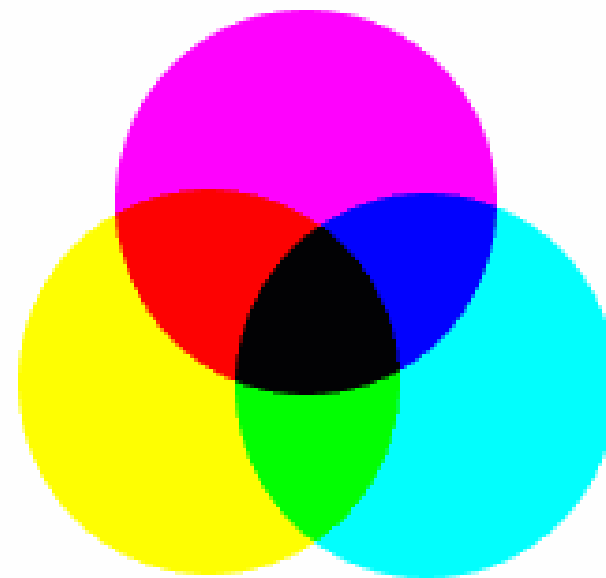


dalla
mescolanza
di magenta
e giallo
deriva il
rosso



Il modello CMYK

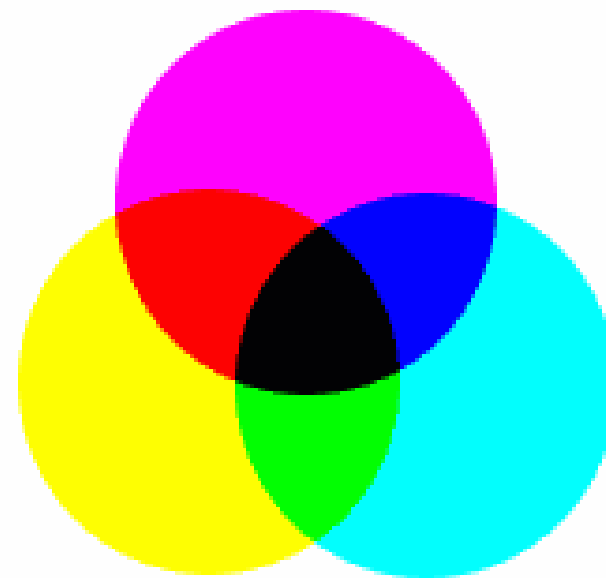
Questo modello è detto sottrattivo in quanto aggiungendo colore ci avviciniamo al nero. Il bianco è dato dall'assenza delle frequenze dei colori di base. La mescolanza di ciano, magenta e giallo elimina tutte le frequenze visibili per cui il corpo appare nero.



Sintesi sottrattiva del
modello CMYK

Il modello CMYK

Questo modello viene utilizzato soprattutto nella stampa, ma per le caratteristiche degli inchiostri si può ottenere al massimo un marrone scuro. Per rendere migliore la stampa con questo sistema, nel modello è stato incluso anche il nero (K).



Sintesi sottrattiva del
modello CMYK

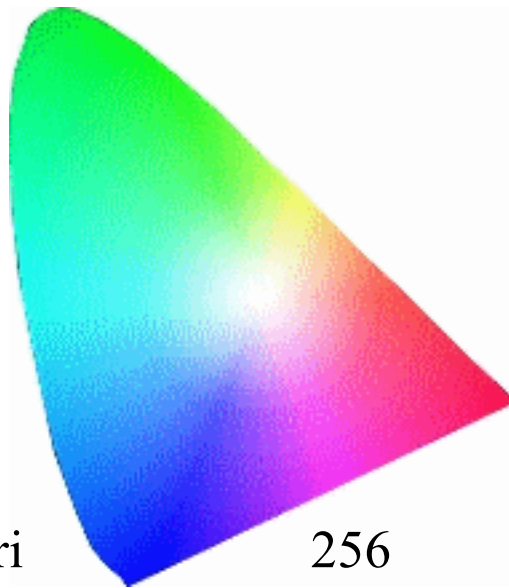
La risoluzione cromatica

Il numero dei livelli di colore a disposizione per rappresentare un'immagine prende il nome di **risoluzione cromatica**. Ciascun livello viene rappresentato da una combinazione di bit: maggiore è il numero di bit, maggiore sarà il numero di colori rappresentabili (2^n). Per questo motivo si parla anche di **profondità di colore**, o **bit depth**. Come per la risoluzione, una maggiore profondità di colore porterà ad una migliore qualità di rappresentazione dell'immagine.

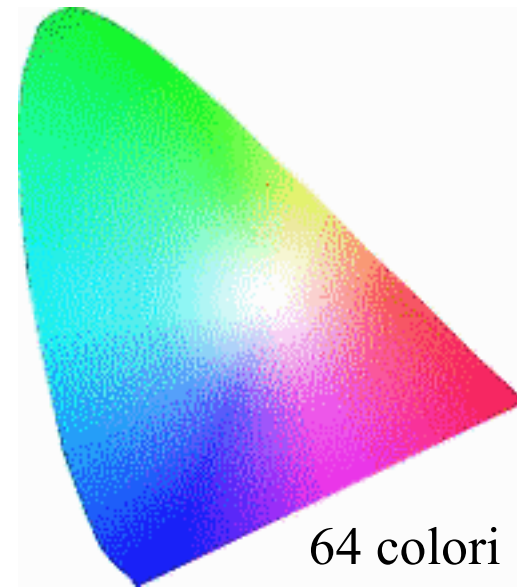
Profondità di colore



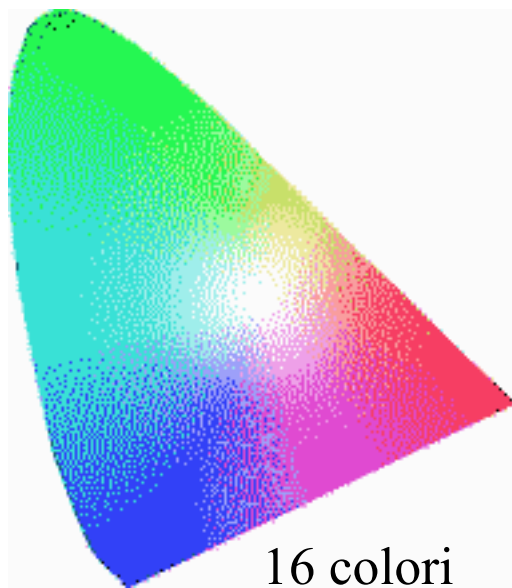
18500 colori



256
colori



64 colori



16 colori

Confronto tra
rappresentazioni
con diversa
**risoluzione
cromatica**



8 colori

Codifica dei colori

Analizziamo i due metodi di codifica più utilizzati nella rappresentazione dei colori presenti nelle immagini digitali :

Indicizzazione

True color

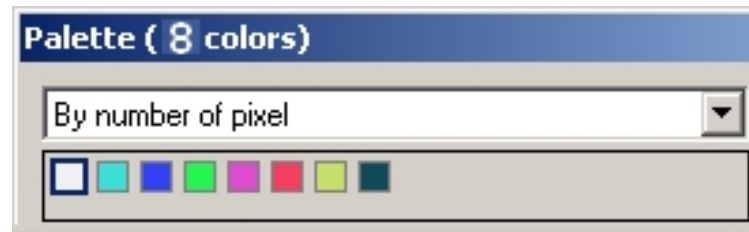
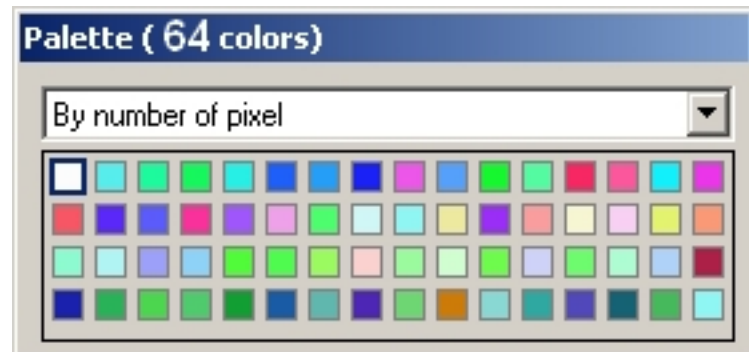
Indicizzazione

In questo metodo si utilizza una **palette**, cioè un insieme limitato di colori predefiniti. A ciascun pixel dell'immagine è possibile assegnare soltanto uno dei colori contenuti nella palette.

Solitamente il numero dei colori utilizzati è 256, ma ne possono essere codificati anche un numero superiore o inferiore.

Numero colori	Bit necessari
65536	16
256	8
16	4
2	1

Indicizzazione



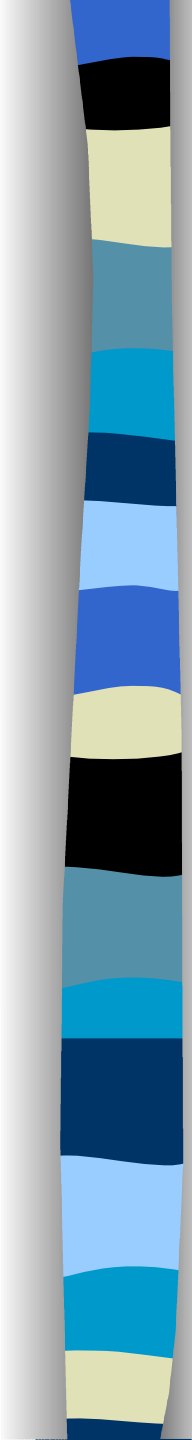
Palette di indicizzazioni a 256, 64, 16, 8 colori

True color

In questo tipo di codifica ad ogni singola componente cromatica (tre o quattro) viene assegnato uno stesso numero di bit , come ad esempio nei modelli RGB e CMYK.

In RGB24 si assegna un byte per componente per cui è possibile codificare 2^{24} colori (16.777.216).

Colore	in decimale	in esadecimale	in binario
	(255,0,0)	(FF,00,00)	111111110000000000000000
	(0,255,0)	(00,FF,00)	000000001111111100000000
	(0,0,255)	(00,00,FF)	000000000000000011111111
	(153,204,255)	(99,CC,FF)	100110011100110011111111
	(255,255,0)	(FF,FF,00)	111111111111111100000000
	(255,153,51)	(FF,99,33)	111111111001100100110011
	(255,153,255)	(FF,99,FF)	111111111001100111111111
	(153,51,102)	(99,33,66)	100110010011001101100110
	(102,102,102)	(66,66,66)	011001100110011001100110
	(0,0,0)	(00,00,00)	000000000000000000000000
	(255,255,255)	(FF,FF,FF)	111111111111111111111111



I formati grafici



L. De Panfilis - G. Manuppella

I formati grafici

Le immagini possono essere salvate in diversi formati, riconoscibili dall'estensione.

.bmp .gif .jpg .png .tif .wmf .svg

I formati sono le regole di immagazzinamento e di descrizione dell'informazione contenuta nei files e molti di essi si avvalgono di particolari algoritmi matematici di compressione in grado di ridurre al minimo indispensabile il peso delle informazioni digitali relative ad una data immagine.

Il formato nativo

E' il formato utilizzato dal programma che stiamo usando per salvare in maniera predefinita il file; è un formato di grandissima importanza poiché permette di salvare il maggior numero possibile di informazioni sulla situazione del file prima del salvataggio (livelli, canali, selezioni, guide, ed altro). Va quindi conservato gelosamente prima di elaborare l'immagine. La sua estensione dipende, ovviamente, dal programma che lo ha generato.

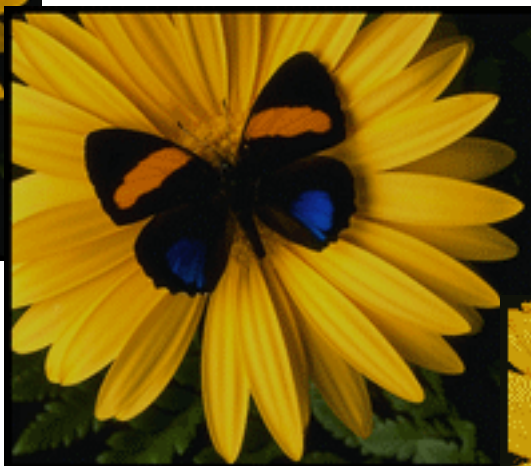
Il formato Bitmap

Bmp - E' un formato bitmap molto diffuso in ambiente Windows nel quale i files non sono compressi e quindi hanno dimensioni notevoli in termini di occupazione di memoria; non è adatto alla pubblicazione in Internet; può essere usato in pubblicazioni multimediali riducendo il numero dei colori a 256. Si ottiene così una drastica riduzione di peso senza eccessiva perdita di qualità. La qualità degrada molto se il numero dei colori viene ridotto a 16.

Il formato Bitmap



Infiniti colori 102 KB



256 colori 35 KB



16 colori 18 KB

Il formato Jpeg

Jpeg - lavora a 16 milioni di colori in formato compresso (il fattore di compressione può essere modificato). E' molto usato in internet per immagini di tipo fotografico, che richiedono un numero di colori molto maggiore rispetto alle gif, senza per questo essere troppo ingombranti.

Il formato Jpeg



**Originale in bmp
ad infiniti colori
102 KB**



**jpg ad infiniti colori
compressione 80 %
10 KB**



**jpg ad infiniti colori
compressione 60 %
7 KB**

Il formato Gif

Gif - (Graphics Interchange Format) - E' un formato compresso, creato da CompuServe appositamente per ridurre i tempi di trasferimento dei file tramite linee telefoniche. In questo formato la profondità di colore è limitata: da un minimo di 1 bit (2 colori) ad un massimo di 8 bit (cioè 256 colori, l'ottava potenza di 2), quale che sia il numero di colori dell'immagine originale.

Il formato Gif

Gif - (Graphics Interchange Format) - Se 256 colori sembrano pochi, il formato GIF permette di ottimizzare la palette (cioè la tavolozza) di colori in funzione delle nostre esigenze; in sostanza i colori sono al massimo 256, ma i 256 che vogliamo noi. L'algoritmo di compressione usato nel formato GIF è del tipo detto 'senza perdita', pertanto l'immagine salvata è uguale all'originale (sempre che questa abbia al massimo 256 colori).

Le Gif trasparenti

Gif - (Graphics Interchange Format) - Dei 256 colori uno è trasparente e, grazie a questo fatto, si ottengono le *gif trasparenti*, immagini con lo sfondo trasparente.



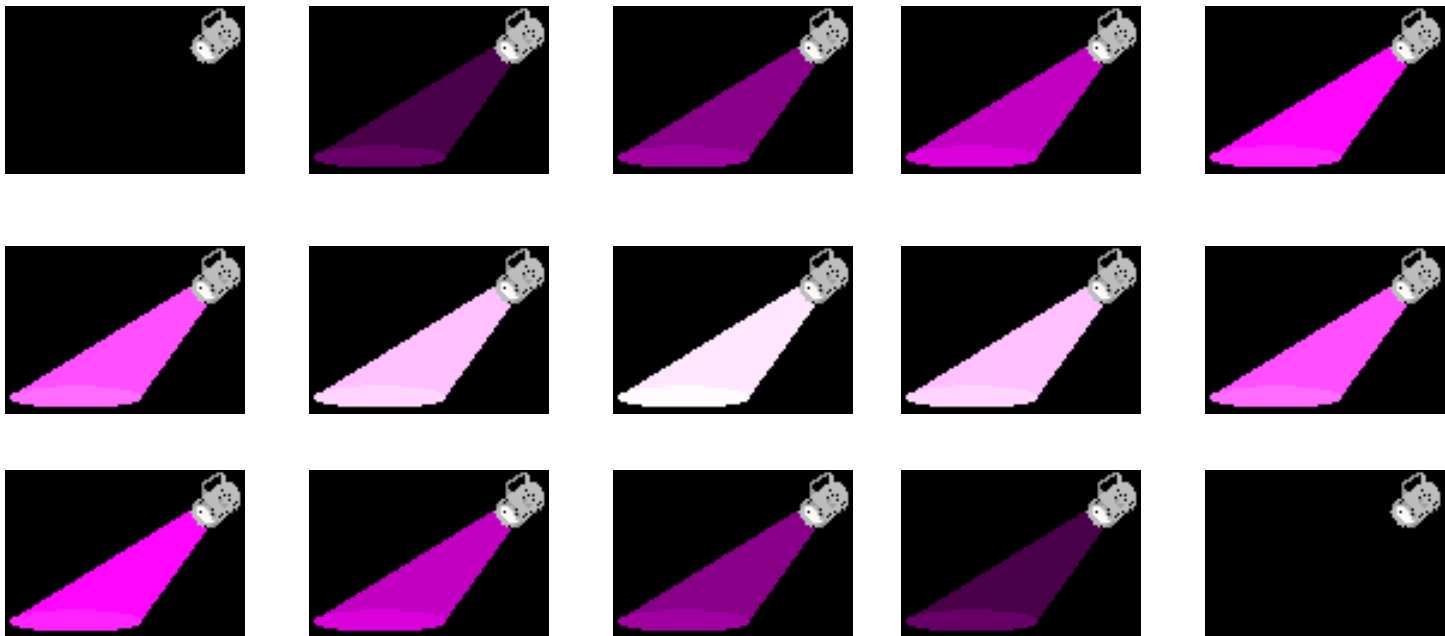
In questo caso è stato reso trasparente il verde

Le Gif animate

Gif - (Graphics Interchange Format) - Le gif possono essere composte da più fotogrammi (*frames*) ed essere quindi *gif animate* (molto usate nei siti web). Avendo solo 256 colori hanno dimensioni ridotte.

Le Gif animate: costruzione

E' necessario preparare la sequenza dei singoli fotogrammi che compongono l'animazione e montarli in sequenza con un apposito programma.



Il formato Png

Png – (Portable Network Graphics) - Il formato, approvato come standard dal W3C, offre sino a 256 colori, il supporto per TrueColor a 24 e 48 bit, canali alpha e trasparenza. Possiede una compressione senza perdite migliore rispetto a quella del GIF. E' stato sviluppato a causa del fatto che il formato GIF, coperto da brevetto, non era utilizzabile gratuitamente dai programmatori.

Il formato Png

Png – I suoi vantaggi sono svariati: offre un fattore di compressione maggiore rispetto al formato gif e soprattutto gestisce, tramite il canale alfa, le trasparenze. L'unico svantaggio attualmente è rappresentato dal fatto che solo i browser più recenti lo riconoscono, e anche questi non ne gestiscono tutte le funzioni, come, ad esempio, la trasparenza.

Il formato Tif

Tiff (Tagged Image File Format) -
Questo formato può memorizzare
immagini ad alta risoluzione a scala di
grigio e a colori, ma i file occupano
molto spazio in termini di occupazione
di memoria.

Il formato Eps

Eps - (Encapsulated PostScript) - Utilizza un sottoinsieme del linguaggio PostScript; il linguaggio PostScript (ideato da Adobe) è nato con l'intento di definire uno standard per la stampa di immagini grafiche, principalmente in formato vettoriale, su periferiche dotate di un apposito processore in grado di interpretarlo. Le specifiche del formato Eps prevedono comunque anche la gestione dei dati in formato bitmap, in modo da consentire il trattamento di qualunque tipo di immagine.

Il formato Pcx

Pcx - Rappresenta lo standard bitmapped in ambiente Windows; sviluppato originariamente a 4 bit, è stato successivamente esteso a 16 bit ma presenta a questi livelli alcune incompatibilità.

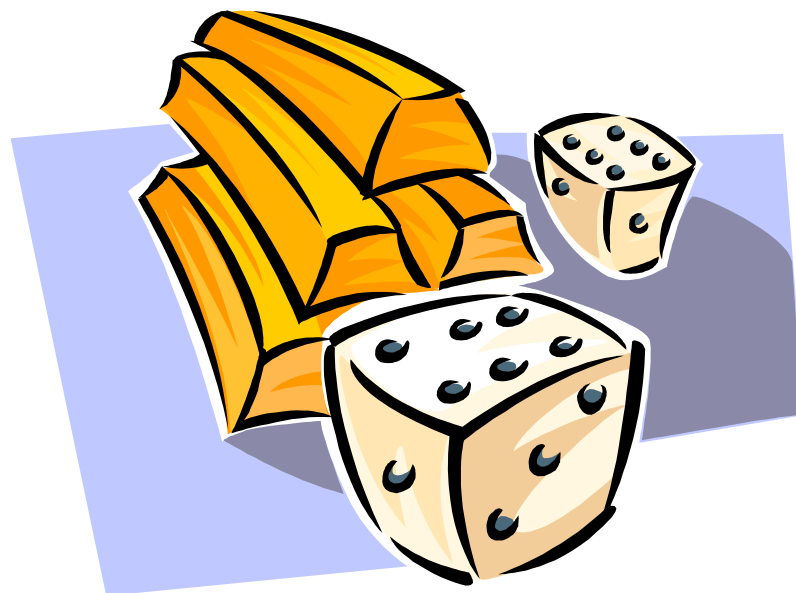
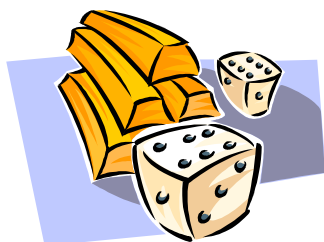
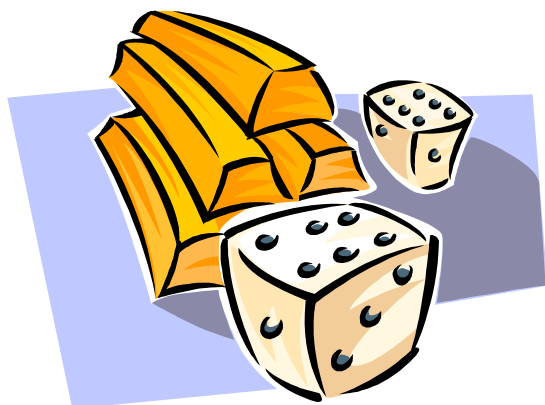
E' ormai obsoleto, a causa del suo relativamente limitato numero di colori.

Il formato Svg

Svg - Il formato SVG è un formato standard approvato dal W3C per le immagini vettoriali sul web. Non è ancora molto diffuso sia per la concorrenza agguerrita del formato Flash, sia perché ha bisogno di un apposito plugin per essere interpretato sul web. Viene però letto da molti programmi di grafica vettoriale con i quali è possibile importarlo, lavorarci e poi esportarlo in altro formato.

Il formato Wmf

Wmf - (*Windows' MetaFile*) formato grafico di tipo *vettoriale*, quindi ridimensionabile senza perdita di qualità (tipo le clipart di windows).



Il formato Cgm

Cgm (Computer Graphics Metafile) - E' un formato vettoriale e come tale ha il vantaggio di dimensioni ridotte e scalabilità. E' un formato discretamente diffuso in ambiente Windows e Unix ma praticamente sconosciuto nel mondo Macintosh.

