

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA

C.A.R.I.D.
Centro d'Ateneo per la Ricerca e l'Innovazione Didattica



Unità didattica

**TEORIA e TECNICA del
TRATTAMENTO delle IMMAGINI**

Docente
ANDREA PIZZIRANI

Indice

Introduzione	Pag. 3
Le fonti	4
Gli scanner	4
Le fotocamere digitali	12
Telecamere e video	12
Il Photo CD	13
Le collezioni di immagini digitali	13
Le illustrazioni digitali	14
Il colore	22
Spazi colore	23
Profondità di colore	29
La stampa	30
La retinatura	30
Dispositivi di stampa	37
Separazione del colore	41
Gestione del colore	42
Prove di stampa	45
Elaborazione e modifica delle immagini	47
Dimensione dei file	47
Strumenti di elaborazione delle immagini	48
Conversione del colore	50
Correzione delle immagini	54
Internet	57
Bibliografia	

Introduzione

Fino a qualche tempo fa nell'industria delle arti grafiche trovavano impiego diverse figure professionali, ognuna con un suo ruolo specializzato e grafici e progettisti non dovevano farsi carico di problematiche strettamente legate alle fasi di pre stampa e stampa.

Oggi, le moderne tecniche informatiche hanno portato ad una sorta di piccola rivoluzione, in virtù della quale molti di quegli aspetti prettamente tecnici che in passato venivano delegati ad artigiani specializzati, devono ora essere gestiti proprio dai grafici, dagli art director, dai fotografi professionisti.

In questi ultimi anni, inoltre, Internet e il World Wide Web hanno aperto nuove strade sia nel mondo della comunicazione che in quello della pubblicazione online, offrendo nuove e sorprendenti possibilità per lo scambio di documenti audio, video, immagini, testi e consentendo la realizzazione di vere e proprie pubblicazioni editoriali che, rispetto a quelle tradizionali presentano vantaggi di minor costo e maggiore interattività.

Risulta evidente quindi quanto, per tutti i professionisti che si muovono nel campo della progettazione grafica, dell'editoria, della fotografia, dell'illustrazione, del web design, della progettazione audiovisiva, risulti di estrema importanza conoscere le tecniche di acquisizione, trattamento e riproduzione delle immagini digitali.

Le Fonti

La qualità dell'immagine di partenza influenzerà in maniera cruciale l'aspetto del prodotto finale al quale l'immagine è destinata. E' quindi necessario operare una valutazione ed una scelta corrette al fine di ottenere i migliori risultati.

Gli SCANNER

La qualità delle immagini acquisite con uno scanner dipende da diversi fattori: dal tipo di originale utilizzato, dalle caratteristiche dello scanner e dalle capacità dell'operatore.

Per ottenere un buon risultato è comunque preferibile possedere in anticipo il maggior numero possibile di informazioni riguardo all'utilizzo finale dell'immagine da trattare: dimensioni di output, frequenza di retinatura, tipo di stampa o tipo di carta. Sarà così possibile definire i parametri più opportuni per la scansione, come la risoluzione, l'ingrandimento e le eventuali elaborazioni da apportare all'originale.

Caratteristiche dell'originale

Prima di iniziare la scansione è necessario considerare la densità dell'originale, cioè la sua capacità di assorbire, riflettere o trasmettere la luce; in questo senso si parla di supporti opachi e supporti trasparenti.

Materiali opachi, con densità variabile da 1,0 a 2,3, sono quelli che riflettono la luce, come stampe fotografiche, immagini stampate, illustrazioni o disegni su carta; sono invece trasparenti, con densità variabile da 2,7 a 3,2, i negativi fotografici, le diapositive e i fotocolor di grande formato.

Per la scansione di originali opachi possono risultare efficaci anche gli scanner piani, mentre per i materiali trasparenti sono da preferire gli scanner dotati di modulo per trasparenza, come quelli specifici per diapositive, e gli scanner a tamburo.

Qualunque sia il tipo di scanner utilizzato, le caratteristiche dell'originale influenzano il tipo di elaborazione da adottare durante il processo di acquisizione digitale: le illustrazioni a tinte piatte richiederanno una scan-

sione al tratto, le fotografie e le immagini a toni continui una scansione a colori o in scala di grigio, le immagini già stampate, invece, dovranno essere sottoposte ad un processo di deretinatura; ai negativi fotografici saranno invece apportate opportune correzioni per l'eliminazione di dominanti cromatiche.

Caratteristiche degli scanner

Tutti gli scanner sono basati su due tecnologie di scansione: CCD (Charge Coupled Device) e PMT (Photo Multiplier Tubes). Sia i PMT che i CCD convertono diversi livelli di luminosità in voltaggi a variazione continue o analogici che a loro volta, attraverso un processo detto di campionatura, vengono suddivisi in un certo numero di passaggi da un convertitore A/D (analogico/digitale).

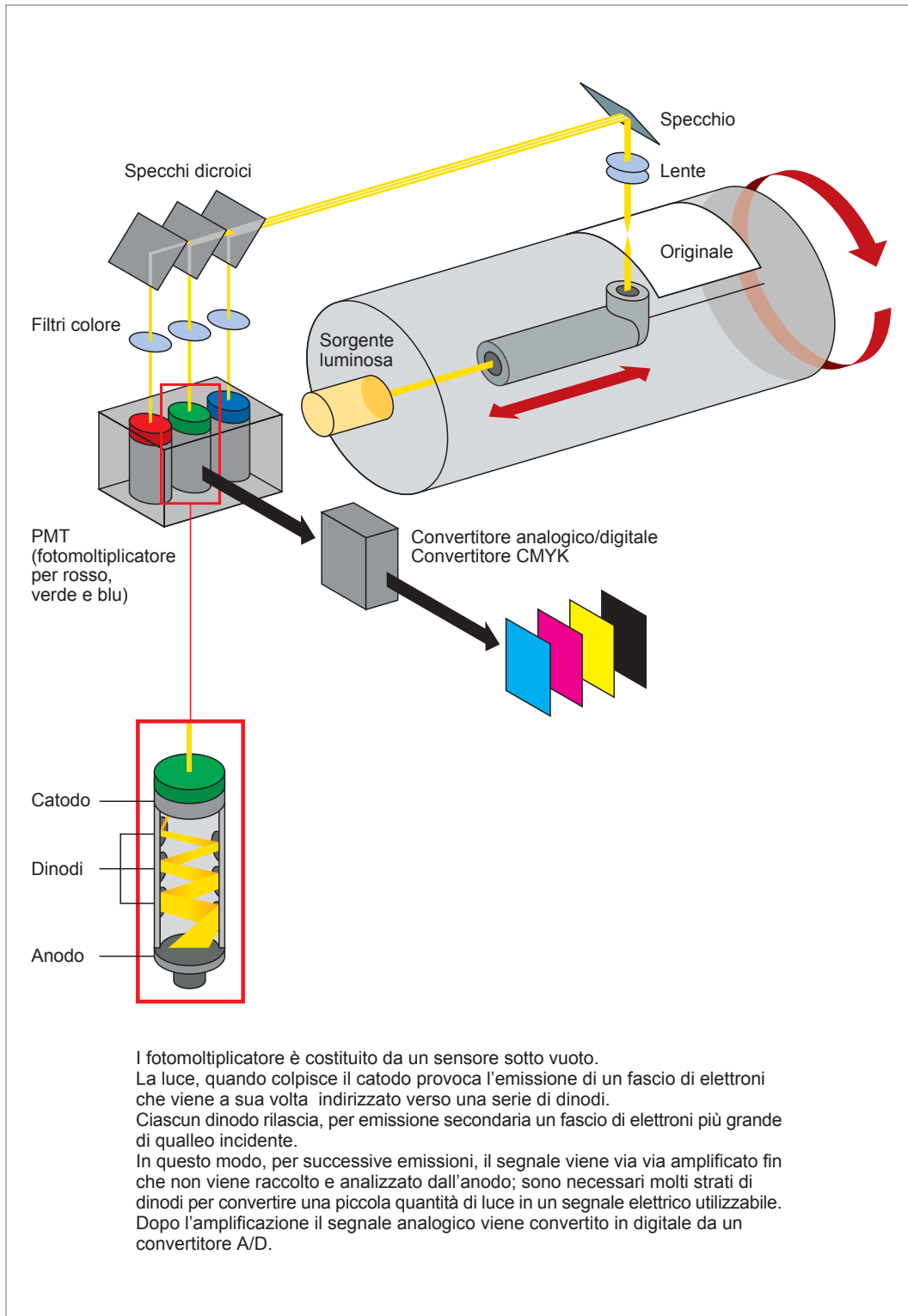
La **tecnologia PMT** (Fig. 1) è impiegata nei tubi fotomoltiplicatori degli scanner a tamburo.

Utilizza una sorgente luminosa alogena allo xeno o al tungsteno molto intensa che viene concentrata su una piccolissima porzione dell'immagine tramite un sistema di fibre ottiche e un condensatore ottico. I materiali trasparenti vengono illuminati dall'interno del tamburo, quelli opachi dall'esterno. La luce trasmessa o riflessa da ogni porzione dell'originale passa attraverso una serie di lenti e specchi fino ai filtri RGB e da questi agli amplificatori ottici detti tubi fotomoltiplicatori. Successivamente, attraverso un convertitore analogico/digitale, le tensioni analogiche vengono suddivise in dati digitali.

La tecnologia PMT è in grado di riprodurre un'ampia gamma di tonalità, ma presenta lo svantaggio di essere molto costosa e richiede condizioni operative ad alto livello professionale ed elevato controllo. Gli scanner PMT accettano solo originali flessibili, quelli rigidi devono essere riprodotti su supporto flessibile prima della scansione.

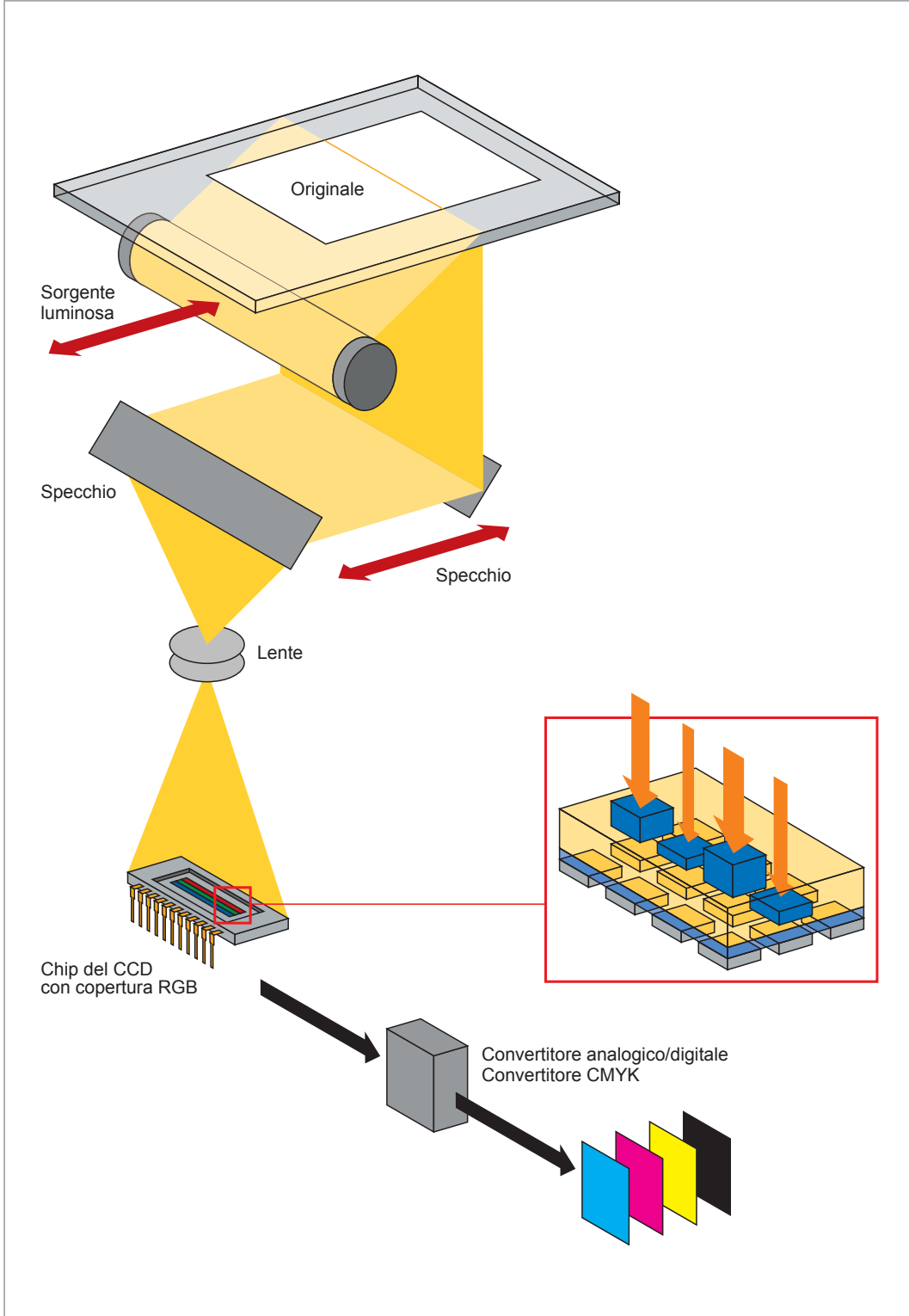
La **tecnologia CCD** (Fig. 2) è utilizzata nei sensori elettronici degli scanner piani e di quelli per diapositive.

1 Scansione a tamburo con fotomoltiplicatore (PMT)



I fotomoltiplicatore è costituito da un sensore sotto vuoto.
La luce, quando colpisce il catodo provoca l'emissione di un fascio di elettroni che viene a sua volta indirizzato verso una serie di dinodi.
Ciascun dinodo rilascia, per emissione secondaria un fascio di elettroni più grande di quello incidente.
In questo modo, per successive emissioni, il segnale viene via via amplificato fin che non viene raccolto e analizzato dall'anodo; sono necessari molti strati di dinodi per convertire una piccola quantità di luce in un segnale elettrico utilizzabile.
Dopo l'amplificazione il segnale analogico viene convertito in digitale da un convertitore A/D.

2 Scansione a letto piano con CCD



La matrice CCD è costituita da migliaia di elementi disposti in fila su un singolo chip di silicio.

L'intera larghezza dell'immagine viene letta simultaneamente come una linea; una luce di un certo colore quando incide su di un elemento del CCD crea al suo interno una carica elettrica specifica.

Questa carica analogica viene amplificata per passaggi successivi lungo catene di celle ed indirizzata ad un convertitore analogico/digitale.

In modalità scala di grigio lo scanner rileva dall'originale una sola serie di letture dell'intensità luminosa, in modalità RGB lo scanner rileva dall'originale tre serie di letture dell'intensità luminosa utilizzando filtri rossi, verdi e blu.

La tecnologia CCD è particolarmente sensibile al rumore di fondo generato dall'ambiente esterno e può originare distorsioni cromatiche e fisiche, ma il basso costo, la facilità di utilizzo e la continua evoluzione tecnologica ne hanno favorito sempre più la diffusione anche nel settore della scansione professionale.

Esistono vari tipi di scanner CCD diversi modalità di scansione (Fig. 3):

- *scanner piani a 3 passaggi con CCD lineari* spostano l'originale sotto una sorgente di luce e mettono a fuoco la luce riflessa da una piccola porzione per volta dell'immagine su un'unica fila di CCD registrando un colore alla volta;

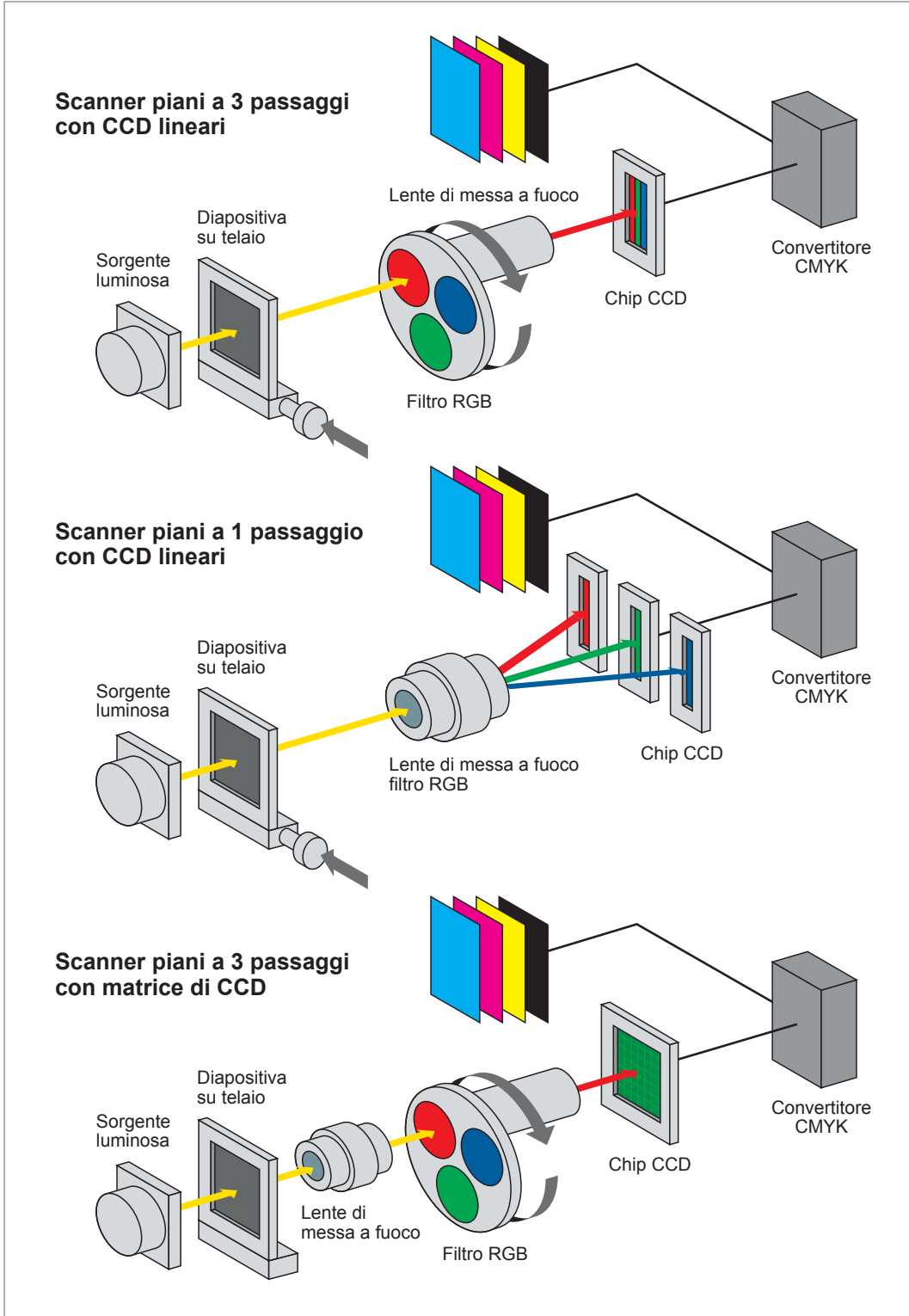
- *scanner piani a 1 passaggio con CCD lineari* spostano l'originale sotto una sorgente di luce e mettono a fuoco la luce riflessa da una piccola porzione per volta dell'immagine su 3 file di CCD registrando tutti e 3 i colori insieme;

- *scanner piani a 3 passaggi con matrice di CCD* non spostano l'originale ed effettuano tre letture facendo ruotare nella lente il filtro RGB.

La **risoluzione ottica** definisce la quantità massima di dati che uno scanner può acquisire per pollice lineare. Si misura in pixel x pollice (ppi) o in punti x pollice (dpi).

In alcuni scanner si possono eseguire scansioni a risoluzioni interpolate, cioè maggiori rispetto a quella massima consentita, grazie a calcoli matematici che in verità aumentano il numero di pixel che definiscono l'immagine senza però aggiungere ulteriori dettagli.

3 *Tipi di scansione CCD*



L'**area di analisi** definisce le dimensioni massime degli originali che possono essere compatibili con lo scanner.

La **profondità di colore** esprime (in potenza di 2) il numero massimo di livelli di colori o di grigi che uno scanner riesce a leggere per ogni pixel. A 1 bit (2) i pixel possono assumere solo 2 colori: bianco o nero; a 8 bit (256) corrispondono 256 livelli di grigio; a 24 bit (16.777.216) corrispondono 16.777.216 colori in modalità RGB.

Le scansioni in quadricromia CMYK sono in realtà scansioni RGB successivamente sottoposte ad un processo di separazione del colore da parte dello scanner stesso.

Tipi di scanner

Sul mercato esistono numerosi modelli di scanner, diversi per tipo di sensori adottati e per modalità di scansione (Fig. 4).

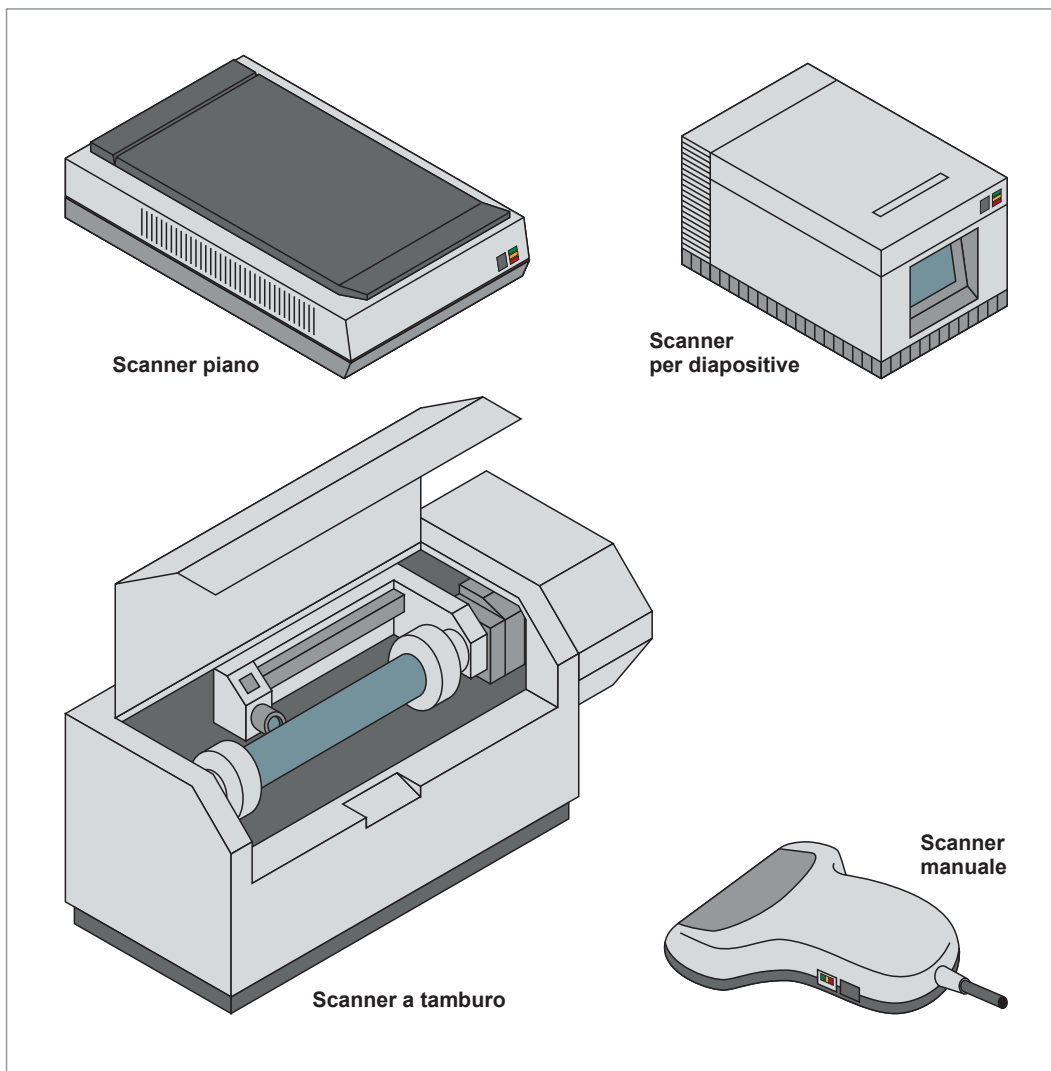
Gli **scanner a tamburo** sono gli apparecchi più sofisticati e più costosi presenti sul mercato e sono quelli in grado di produrre i risultati migliori.

Il dispositivo di scansione è costituito da un cilindro acrilico trasparente che sfrutta la tecnologia PMT, in grado di montare solo originali flessibili, negativi o positivi, opachi o trasparenti.

Gli **scanner piani**, basati sulla tecnologia CCD, sono i dispositivi più comuni per l'acquisizione di immagini per il DTP e la pre stampa professionale. Esistono versioni in bianco e nero e versioni a colori, versioni per soli originali opachi ed altre anche per originali trasparenti. Consentono l'acquisizione anche di immagini montate su supporto rigido, libri, targhe, cartoni.

Gli **scanner per diapositive** utilizzano sensori CCD più sofisticati di quelli degli scanner piani e per questo sono in grado di fornire risoluzioni molto elevate che li rendono adatti alla scansione di originali trasparenti anche di piccole dimensioni come pellicole o diapositive. Alcuni modelli supportano il caricamento automatico e la scansione in serie di diapositive

4 *Tipi di scanner*



intelaiate, oltre che la messa a fuoco ed il controllo del colore automatici e la calibrazione della densità dell'immagine.

Gli **scanner manuali** sono apparecchi a tecnologia CCD a basso costo che si utilizzano per trascinamento manuale sull'originale. Consentono risultati modesti, non effettuano scansioni di materiali trasparenti e generalmente supportano formati inferiori all'A4.

Di qualunque tipo esso sia, un buono scanner deve comunque poter possedere alcune caratteristiche fondamentali:

- un'ampia gamma dinamica, cioè essere in grado di distinguere la brillantezza dei colori e di percepire anche piccole differenze;
- nitidezza, per mettere a fuoco gli originali con precisione;
- ripetibilità, per poter riprodurre originali simili con sistematicità;
- efficienza, per poter effettuare le scansioni in breve tempo e con poche regolazioni manuali.

Le FOTOCAMERE DIGITALI

Le macchine fotografiche digitali consentono l'acquisizione di immagini a basso costo e con tempi ridotti di produzione. Trovano applicazione nel settore giornalistico, in alcuni ambiti dell'editoria e, oggi sempre di più, nella fotografia professionale.

Si basano sulla tecnologia CCD e il numero di elementi della matrice determina la risoluzione di ogni modello.

Alcune fotocamere, interamente digitali, non hanno la possibilità di montare pellicole tradizionali e registrano i dati su dischetto o sim card, altre derivano da apparecchi standard con l'aggiunta di un dorso digitale.

Alcune sono ad installazione fissa (scanback) ed altre portatili (array).

TELECAMERE e VIDEO

Sequenze di immagini in movimento o singoli fotogrammi possono essere catturati direttamente da telecamere CCD via software. Le immagini che si ottengono sono generalmente di pessima qualità anche se in certi casi è possibile incrementarne la risoluzione tramite processi di ricampionatura.

I video NTSC producono un segnale analogico equivalente a 525x486 pixel mentre le immagini catturate da una schermata di computer dipendono dalla risoluzione dello schermo.

II PHOTO CD

Il Photo CD, progettato inizialmente come prodotto di consumo, rappresenta oggi una valida alternativa alla scansione tradizionale di media qualità e trova ampio impiego nello sviluppo di prodotti per il desktop publishing e il web design, grazie ai bassi costi di archiviazione e alla facilità di trasporto del supporto.

Le immagini su Photo CD vengono codificate in modalità YCC e possono essere trasformate in RGB o CMYK da qualsiasi programma di elaborazione di immagine che possiede i filtri adeguati.

Naturalmente ogni correzione e trasformazione di colore porta ad un'inevitabile perdita di dati con conseguente riduzione di qualità dell'immagine; l'entità di tale perdita dipende dal metodo utilizzato. I software più diffusi, come Adobe Photoshop utilizzano i moduli aggiuntivi forniti da Kodak (CMS, Acquire, Access Plus) ma alcuni produttori esterni offrono programmi di sharpening e correzione del colore ancora più efficaci.

Le COLLEZIONI di IMMAGINI DIGITALI

Esistono in commercio raccolte su cd-rom di immagini digitali senza diritti d'autore (royalty free) e raccolte di agenzie fotografiche.

Le collezioni royalty free raccolgono immagini di vari formati (Photo CD, TIFF, JPG) e di diversa qualità, normalmente a tema. Generalmente i soggetti possono essere usati liberamente, al solo prezzo di acquisto della raccolta, per migliorare altri prodotti grafici a meno che questi ultimi non siano posti in vendita o non abbiano fini di lucro. Alcune limitazioni riguardano il divieto di utilizzo per scopi pornografici o diffamatori o per la stampa di gadget, calendari, magliette o altre realizzazioni in cui l'immagine assume rilevanza principale.

Le collezioni delle agenzie fotografiche invece sono o vere e proprie raccolte di immagini di alta qualità o cataloghi a bassa risoluzione. I soggetti possono essere utilizzati corrispondendo all'agenzia una tariffa per ogni singola immagine. Cataloghi sono reperibili anche su Internet.

Le ILLUSTRAZIONI DIGITALI

Spesso ci si trova nelle condizioni di dover gestire dei files immagine generati direttamente al computer con un programma di grafica o di disegno. Le immagini digitali possono essere di tipo bitmap o vettoriale.

Immagini bitmap

Le immagini bitmap, o immagini raster, sono definite da una griglia (mappa di bit) di piccoli quadratini detti pixel (Picture Element) (Fig. 5). A ciascun pixel corrispondono un valore cromatico e due coordinate spaziali. Sono le immagini che meglio riproducono le sfumature dettagliate caratteristiche di foto e dipinti, ma possono perdere dettaglio e peggiorare in qualità se ingrandite o stampate con scarsa risoluzione.

Le **dimensioni** assolute di un'immagine bitmap dipendono quindi direttamente dal numero di pixel che la compongono lungo l'altezza e la larghezza.

Un fattore cruciale per le immagini bitmap è la **risoluzione** ossia il numero di pixel per unità di lunghezza che le definiscono.

La risoluzione si esprime in pixel x pollice (ppi) o in punti x pollice (dpi).

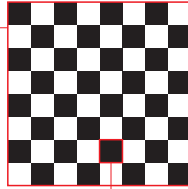
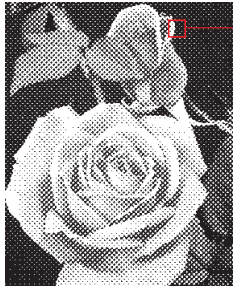
Dimensione e risoluzione sono quantità legate da proporzionalità inversa; un'immagine ad alta risoluzione contiene pixel più piccoli e in maggior numero rispetto ad un'immagine delle stesse dimensioni ma con risoluzione inferiore.

Appare ovvio quindi che maggiore è la risoluzione, migliore è la qualità dell'immagine (e maggiore il suo peso); un elevato numero di pixel per unità di superficie permette di riprodurre maggiori dettagli e sfumature di colore migliori. Tuttavia, aumentare per via informatica la risoluzione ad un'originale di bassa qualità (sia esso acquisito a scanner o proveniente da una raccolta di immagini), non ne migliora le caratteristiche poiché le stesse informazioni verrebbero semplicemente distribuite tra un numero maggiore di pixel, senza aggiungere ulteriore dettaglio.

Nel decidere la risoluzione migliore con cui salvare un'immagine digitale, bisogna considerare il dispositivo di output al quale è destinata.

5 Immagini bitmap

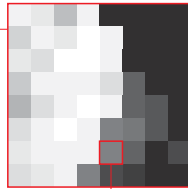
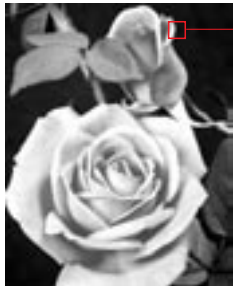
File bitmap (1 bit)



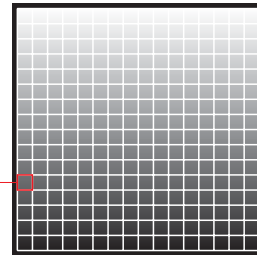
$2^1 = 2$ tonalità



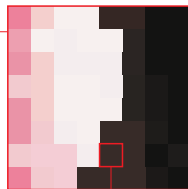
File in scala di grigi (8 bit)



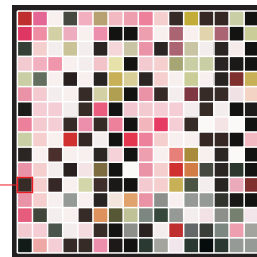
$2^8 = 256$ tonalità



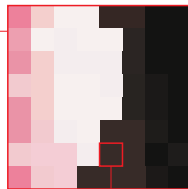
File in scala di colore (8 bit)



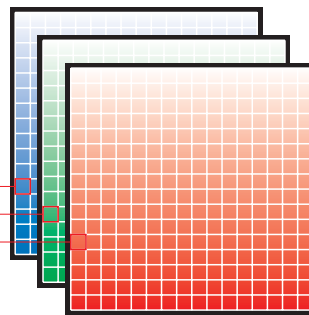
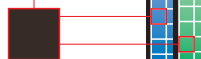
$2^8 = 256$ tonalità



File RGB (24 bit)



$2^{24} = 16,7$ milioni di tonalità



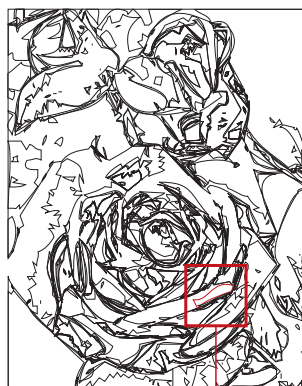
Se essa è destinata alla visualizzazione su monitor (internet, prodotto multimediale) è sufficiente che la sua risoluzione corrisponda a quella tipica dei monitor: 72 o 96 dpi. Per risoluzione di un monitor si intende il numero di pixel (punti) per pollice lineare presenti sullo schermo, 72 dpi per Macintosh, 96 dpi per PC appunto, ma si intende anche il numero di pixel (punti) visualizzati sullo schermo orizzontalmente e verticalmente nello stesso momento. La risoluzione dipende quindi dalle dimensioni dello schermo e dalle sue impostazioni in pixel, per esempio un comune monitor da 13 pollici è definito da 640 pixel in orizzontale x 480 pixel in verticale. Dimensioni e risoluzione dell'immagine e risoluzione del monitor sono variabili da cui dipende la modalità di visualizzazione a schermo di un files bitmap. Un'immagine con dimensione 640x480 pixel a 72 punti di risoluzione riempie completamente un video 640x480, la stessa immagine riempirebbe comunque un monitor più grande con le stesse impostazioni in pixel di 640x480, ma i pixel apparirebbero più grandi; un'immagine con dimensione 640x480 pixel a 144 punti di risoluzione occuperebbe uno spazio quattro volte più grande (doppio sia in altezza che in larghezza) su un video 640x480.

Se l'immagine è destinata alla stampa (stampante o fotounità) la risoluzione ottimale da utilizzare dipende dalle caratteristiche della periferica di output. Per risoluzione, in questo caso, si intende il numero di punti x pollice (dpi) che il dispositivo è in grado di produrre per descrivere l'immagine. La maggior parte delle stampanti ha risoluzioni variabili da 300 dpi a 600 dpi, le fotounità da 1200 dpi a 3200 dpi. Documenti stampati con risoluzione troppo bassa rispetto alla periferica presenteranno pixel grandi e grossolani, documenti a risoluzione troppo alta impiegheranno molto tempo per essere processati ma la qualità non potrà superare quella garantita dalle specifiche hardware.

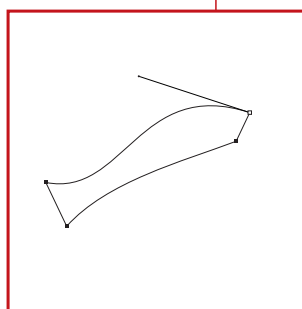
Immagini vettoriali

Le immagini vettoriali sono caratterizzate non da mappe di pixel, ma da linee curve o tracciati definiti da entità matematiche dette vettori (Fig. 6). Gli oggetti possono essere composti da rette, angoli e curve e sono

6 Immagini vettoriali



Immagini generate con un programma di grafica vettoriale Macromedia Freehand che utilizza le curve di Bezier per generare tracciati e oggetti vettoriali. A sinistra l'immagine in modalità "anteprima" con riempimenti e spessori delle linee, a destra la stessa immagine in modalità "struttura" che mostra le linee che definiscono la figura. Le curve possono essere manipolate modificando i punti (maniglie) che le caratterizzano. Dimensione del file: 84 K.



I caratteri tipografici PostScript sono in realtà dei tracciati vettoriali, per questo possono essere ruotati, ridimensionati, allungati, disallineati senza per questo comprometterne la qualità e la definizione. Vengono convertiti in pixel all'atto della stampa ed è in questa fase che ne viene determinata la risoluzione.



descritti in linguaggio PostScript attraverso le curve di Bezier basate sulla posizione di alcuni punti di controllo. Modificando la posizione di questi punti o aggiungendone altri si possono realizzare numerose varianti.

Le immagini vettoriali non sono legate ad uno specifico valore di risoluzione, e possono essere scalate o ridimensionate senza perdere di qualità poiché le curve vengono continuamente ricalcolate matematicamente.

Allo stesso modo possono essere stampate su qualsiasi periferica di output a qualsiasi risoluzione. Tutti gli elementi di un'immagine vettoriale vengono convertiti in mappe di bit all'atto della stampa, poiché le fotounità e gran parte delle stampanti sono in grado di produrre sulla carta o sulla pellicola solo punti discreti; è durante questa fase detta di "rasterizzazione" che viene stabilita la risoluzione di output.

A monitor, date le caratteristiche della rappresentazione video, vengono inevitabilmente visualizzate alla stessa stregua delle immagini bitmap.

Questo tipo di file è l'ideale per la rappresentazione dei caratteri e delle figure a tinte piatte come icone o logotipi.

Formati dei files immagine

Numerosi sono i formati che i programmi utilizzano per generare, importare o esportare immagini. Alcuni di questi rappresentano solo immagini bitmap o vettoriali, altri le possono includere entrambe.

BMP. E' il formato standard per la definizione delle immagini bitmap in ambiente Windows. Supporta i metodi RGB, scala di colore, scala di grigio e bitmap; non supporta canali alfa. Si può specificare il formato Microsoft Windows o OS/2, una risoluzione in bit e, per le immagini a 4 e 8 bit è possibile usare la compressione RLE.

PCX. E' un formato ormai caduto ormai in disuso ma che ha rappresentato per lungo tempo uno standard per le applicazioni grafiche su piattaforma PC. Supporta i metodi RGB, scala di colore, scala di grigio e bitmap, ma non i canali alfa. Le immagini possono avere risoluzioni di 1, 4, 8 o 24 bit; è possibile usare la compressione RLE.

PICT/PICT2. Standard per la definizione di file grafici su piattaforma Macintosh. Supporta il metodo RGB con un canale alfa e i metodi scala di colore, scala di grigio e bitmap senza canali alfa. PICT2 supporta il colore a 24 bit. Efficace nella compressione di immagini che presentano grandi aree di colore uniforme e dei canali alfa. Le immagini RGB possono avere risoluzioni di a 16 o 32 bit, quelle a scala di grigio 2, 4 o 8 bit per pixel.

TIF o TIFF (Tagged-Image File Format). E' un formato sviluppato principalmente per essere utilizzato da applicazioni per l'impaginazione, è supportato anche dai principali programmi per l'elaborazione di immagini e disegno ed è trasferibile su diverse piattaforme. Supporta i metodi RGB, CMYK, scala di grigio con canali alfa, i file LAB in scala di colore e bitmap. I file TIFF possono essere compressi utilizzando la codifica LZW che non provoca perdita di dati e riduce le dimensioni dei file fino al 50%. Il formato TIFF può memorizzare la separazione dei colori CMYK all'interno di un unico file, generando automaticamente la selezione dei colori quando il file viene inserito all'interno di un documento destinato alla stampa. Tutti gli scanner sono in grado di produrre immagini TIFF.

GIF (Graphics Interchanges Format). Anche il GIF è un formato grafico compresso utilizzato per la definizione di immagini in scala di colore destinate ad essere utilizzate principalmente sul Web o in altri documenti Html. In questo caso si utilizza la compressione reversibile LZW. Supporta fino a 256 colori e consente di ottenere buoni risultati con immagini a tinte piatte o al tratto contenenti un numero limitato di colori, mentre è sconsigliabile per fotografie o immagini che contengono sfumature. Può includere in un'unico file più immagini in modo da creare animazioni di cui è possibile specificare la temporizzazione (GIF animate). Consente di memorizzare le immagini con una struttura tale che, all'atto della consultazione via Web, appaiano con una definizione via via migliore durante la fase di caricamento e visualizzazione (GIF interlacciate). Può assegnare una trasparenza ad uno qualsiasi dei colori della palette, in modo tale che attraverso le aree occupate da tale colore risulti visibile lo sfondo su cui l'immagine si trova (GIF trasparenti).

JFIF (JPEG File Interchange Format) o **JPEG** o **JPG**. Si tratta di un formato grafico compresso secondo lo standard JPEG, largamente utilizzato per la definizione di immagini destinate ad un utilizzo sul Web o in altri documenti Html. JFIF, comunemente chiamato JPEG, supporta i metodi RGB, CMYK, scala di grigio, ma non i canali alfa utilizzabile per immagini fino a 16,7 milioni di colori. L'algoritmo di compressione utilizzato per generare questo formato consente di ridurre drasticamente le dimensioni dei file, ma porta inevitabilmente ad una perdita di dati che ne compromettono in parte la qualità. Il fattore di compressione è variabile e può essere selezionato dall'operatore nei programmi che supportano tale metodo in un range che va da un fattore 2:1 (compressione senza perdita di dati) ad un fattore di 40:1. Naturalmente maggiore è il grado di compressione, minore è la qualità dell'immagine e viceversa. Una variante del JPEG è il JPEG progressivo che fornisce più rappresentazioni della stessa immagine corrispondenti a diversi valori di compressione via via meno elevati; all'atto della visualizzazione via Web un JPEG progressivo appare via via più definito man mano che procede il suo caricamento. Le immagini JPEG si decomprimono automaticamente all'apertura.

PNG (Portable Network Graphics). Formato compresso pensato come alternativa al GIF, a differenza di quest'ultimo supporta immagini a 24 bit con una gamma fino a 16,7 milioni di colori e può produrre sfondi trasparenti di buona qualità. Supporta i metodi scala di grigio, RGB con un solo canale alfa, bitmap e scala di colore senza canali alfa. Progettato appositamente per consentire la compressione di file grafici senza alterazioni di qualità è adatto a qualsiasi tipo di immagine, ma non è supportato da tutti i browser.

PDF (Portable Document Format). E' una formato creato da Adobe e utilizzato da Adobe Acrobat, un pacchetto software per l'editoria elettronica utilizzabile su piattaforma Windows, Macintosh, Unix e DOS. I file PDF possono essere visualizzati con l'applicazione Acrobat Reader. Come tutti i formati PostScript, il PDF può contenere sia immagini bitmap che vettoriali, oltre a funzioni di ricerca e navigazione all'interno del documento.

Supporta i metodi RGB, CMYK, scala di colore, scala di grigio, bitmap, LAB, ma non i canali alfa. Supporta altresì le compressioni JPEG e ZIP. Il PDF rappresenta l'ossatura di una nuova filosofia sviluppata da Adobe per la gestione e lo scambio dei documenti elettronici (e-paper) e che ha portato in breve tempo questo formato a rappresentare uno standard riconosciuto in diversi Paesi.

EPS o **EPSF** (Encapsulated PostScript). Può descrivere sia immagini vettoriali che bitmap ed è riconosciuto da quasi tutti i programmi di grafica e di impaginazione. Il formato EPS può contenere tracciati di ritaglio per mascherare le immagini una volta importate in un programma di impaginazione. Supporta i canali alfa.

DCS (Desktop Color Separation). E' una versione dello standard EPS sviluppata da Quark. DCS1.0 supporta file CMYK; DCS2.0 supporta file multicanale CMYK con un canale alfa e più canali di tinte piatte.

Compressione dei files

Come si è visto numerosi file immagine adottano tecniche di compressione per ridurre lo spazio di memoria occupato dagli stessi. Le tecniche di compressione si dividono in "lossy" (con perdita di dati) e "lossless" (senza perdita di dati).

RLE (Run Length Encoding). Tecnica lossless supportata dai formati Photoshop e TIFF.

LZW (Lempel-Ziv-Welch). Tecnica lossless supportata dai formati TIFF, PDF, GIF e Postscript. Ideale per comprimere immagini al tratto o a tinte piatte con un numero limitato di colori.

JPEG (Joint Photographic Experts Group). Tecnica lossy supportata dai formati JPEG, PDF e Postscript. Garantisce i migliori risultati con immagini a tono continuo come le fotografie.

ZIP. Tecnica lossless supportata dal formato PDF. Ha caratteristiche simili alla compressione LZW.

Il colore

Il colore è un fenomeno fisico complesso che dipende dalla quantità e dalla qualità della luce che colpisce un oggetto, dalle sue caratteristiche fisico-chimiche e dalle modalità con cui la luce riflessa o trasmessa viene elaborata dai nostri occhi e dal nostro cervello. Il fenomeno interessa quindi tre soggetti: una sorgente luminosa, un oggetto ed un osservatore.

Il maggior numero di colori è presente nello spettro visibile, cioè la gamma che l'occhio umano può percepire; alcuni di questi colori si trovano in natura, altri sono opera dell'attività umana, come ad esempio alcuni pigmenti sintetici.

La luce ci appare normalmente di colore bianco, ma in condizioni particolari (ad esempio al passaggio attraverso un prisma di vetro trasparente), in virtù del fenomeno della dispersione, essa si scompone in tanti raggi di diverso colore.

Le diverse tonalità cromatiche che si originano, dette spettro continuo, costituiscono i 7 colori dell'iride: rosso, arancione, giallo, verde, blu, indaco e violetto. Appare evidente quindi come la luce bianca risulti essere la somma di tutte queste luci colorate che sono caratterizzate, dal punto di vista fisico, dal possedere una lunghezza d'onda caratteristica.

Gli oggetti che ci circondano appaiono colorati in modo differente perché riflettono verso il nostro occhio soltanto alcuni dei colori che compongono la luce che li colpisce, mentre assorbono tutti gli altri.

Quando tutta la luce è riflessa, l'oggetto appare di colore bianco, quando tutta la luce è assorbita, l'oggetto appare di colore nero. La riproduzione della luce prevede due sintesi, una additiva e l'altra sottrattiva, dipendentemente dal fatto che si stia lavorando con luci colorate o con pigmenti colorati.

La gamma di colori visualizzata da un monitor è più limitata rispetto allo spettro visibile e si ottiene per combinazioni diverse di tre luci colorate fondamentali: il rosso (R), il verde (G) e il blu (B). Questi colori, detti primari additivi, combinati assieme in uguali proporzioni danno come risultato la luce bianca. Normalmente i monitor a colori riproducono 256 livelli di intensità per ogni colore per un totale di 16,7 milioni di colori.

Nella carta stampata, gli inchiostri riflettono la luce anziché emetterla, trattenendo dalla luce incidente i colori in modo selettivo e operando una

sorta di sottrazione di tonalità dalla luce bianca. Gli inchiostri usati nei processi di stampa, detti primari sottrattivi, sono il cyan (C), il magenta (M), il giallo (Y) e il nero (K).

Teoricamente dalla somma di parti uguali di cyan, magenta e giallo si dovrebbe produrre il nero, in realtà, a causa delle impurità degli inchiostri quello che si ottiene è un grigio scuro; ecco quindi chiarita la necessità di introdurre nei processi di stampa anche il nero puro.

SPAZI COLORE

Anche se l'occhio umano può percepire soltanto una piccola parte dello spettro elettromagnetico, si tratta pur sempre di alcuni miliardi di colori, un numero comunque maggiore di quelli che possono essere riprodotti da un monitor, uno scanner o una stampante.

Una delle necessità imprescindibili quando si parla di colore nel trattamento delle immagini digitali è quella di definire degli standard descrittivi che abbiano valenza universale. Modalità di colore (CIE, RGB o CMYK) o spazi colore, sono appunto termini con cui si descrivono quantitativamente e qualitativamente i colori in termini scientifici.

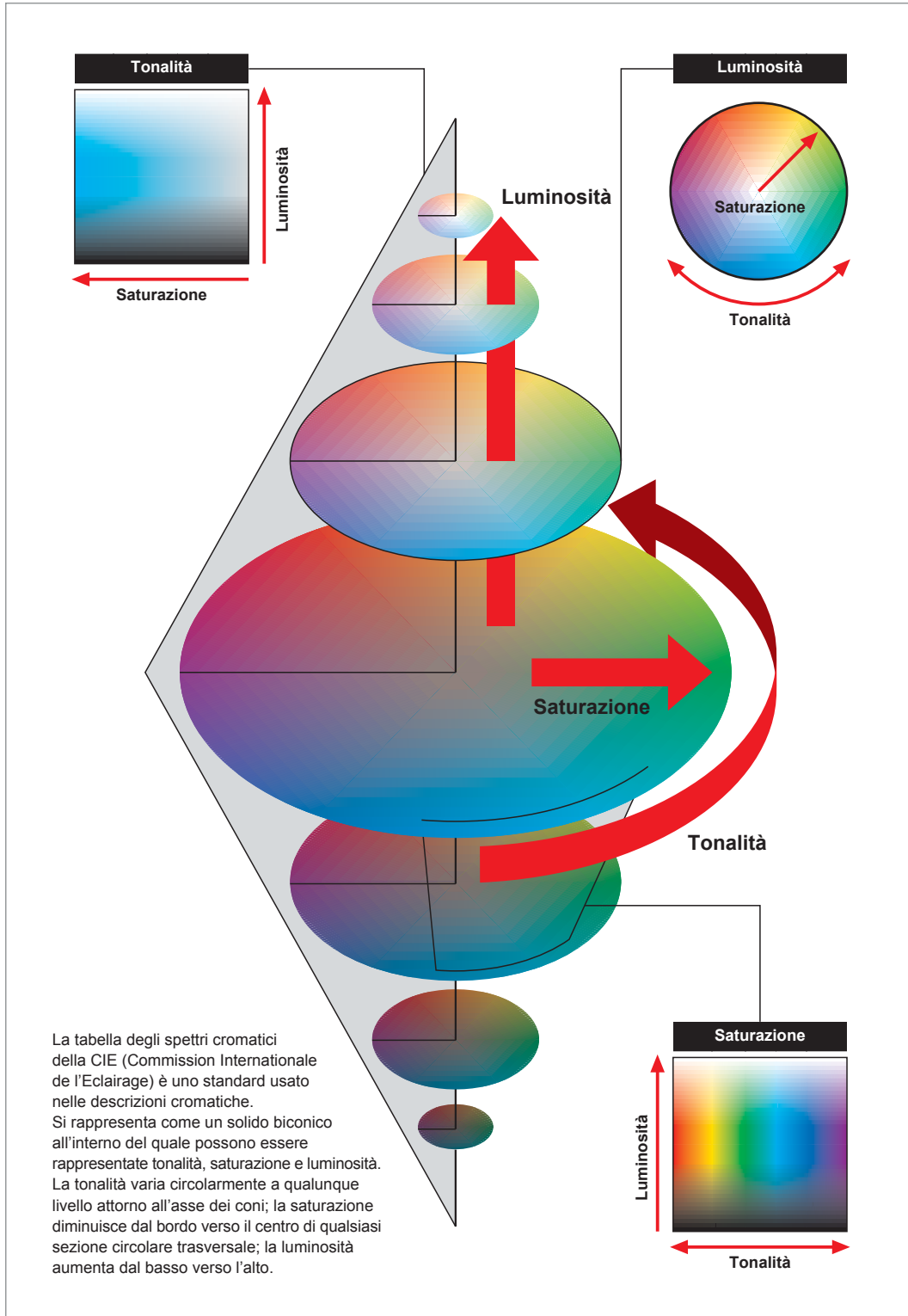
Esistono diversi metodi descrittivi del colore, ognuno legato ad un particolare ambito professionale, ma per rappresentare uno standard devono appartenere ad uno dei tre tipi di sintesi: percettiva, additiva o sottrattiva.

I modelli di riferimento per questi metodi sono: il modello CIE per lo spazio percettivo, il modello RGB per lo spazio additivo e CMYK per lo spazio sottrattivo.

Spazi percettivi

Tutti gli spazi colore percettivi utilizzati oggi derivano da un modello sviluppato dalla Commission Internationale de l'Eclairage nel 1920, il modello **CIE**. Si tratta di un modello tridimensionale che descrive nello spazio ogni colore percepibile dall'occhio umano in termini di tonalità, luminosità e saturazione (Fig. 7).

7 Il modello cromatico CIE



La tonalità descrive la caratteristica del colore determinata dalla lunghezza d'onda della luce riflessa da un oggetto o trasmessa attraverso di esso. Si tratta del nome con il quale si definisce comunemente un colore: rosso, verde, azzurro.

La luminosità indica il grado di chiarezza o scurezza, ossia il grado di vicinanza al bianco o al nero di un colore.

La saturazione, definita anche intensità o cromia, è la brillantezza di un colore, cioè la misura in cui esso appare più o meno opaco.

Il modello CIE rappresenta la base di partenza dei programmi CMS (sistemi di gestione del colore) in quanto lo spettro che rappresenta è molto più ampio sia dello spazio additivo RGB che di quello sottrattivo CMYK (Fig. 8).

Nella manipolazione delle immagini digitali, due sono i modelli derivati dallo standard CIE con cui si è tenuti a familiarizzare: il modello **YCC** utilizzato per il formato Photo CD e il modello **LAB** utilizzato da Adobe Photoshop.

Nello spazio colore YCC, il canale Y rappresenta la luminosità e il contrasto e i due canali C le gamme di colori dal magenta al verde e dal giallo al blu.

Nello spazio colore LAB, il canale L rappresenta la luminosità e il contrasto e i due canali A e B le gamme di colori dal magenta al verde e dal giallo al blu rispettivamente.

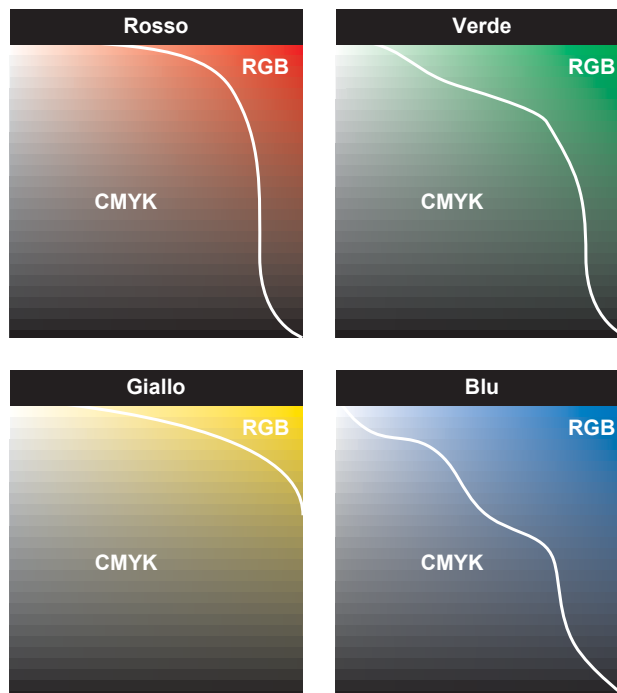
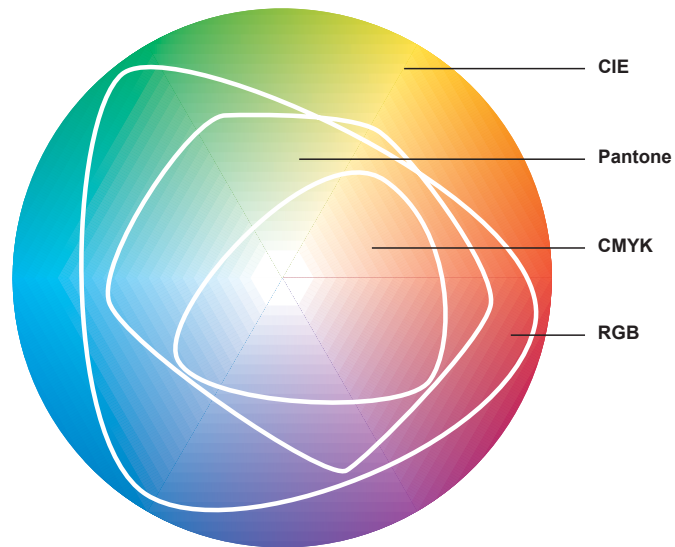
Gran parte dei programmi di grafica e fotoritocco utilizzano per la specifica del colore alcuni modelli intuitivi basati su uno schema ad arcobaleno generalmente di forma circolare in cui la tonalità è espressa in gradi: **HLS**, cioè tonalità, luminosità e saturazione (Hue, Lightness, Saturation); **HSB**, tonalità, saturazione e vivacità (Hue, Lightness, Brightness); **HSV**, tonalità, saturazione e variazione (Hue, Saturation, Variance).

Spazi additivi

Si è visto che la luce bianca può essere scomposta in un certo numero di radiazioni di colore diverso attraverso un prisma trasparente, di tutte queste radiazioni solo 3 possono essere considerate fondamentali in quan-

8 Confronto tra palette cromatiche

La gamma dei colori visibili CIE include un numero di colori superiori rispetto alla gamma RGB usata per la visualizzazione dei colori sul video. ancora più limitata è la gamma CMYK degli inchiostri da stampa o la gamma di colori premiscelati dello standard Pantone.



Quando i colori vengono tradotti dalla gamma RGB del video nella gamma CMYK dei pigmenti da stampa, quest'ultima riesce a riprodurre alcuni colori meglio di altri. ad esempio gli inchiostri da stampa riescono a riprodurre fedelmente un maggior numero di verdi RGB che non di blu.

to non ottenibili per mescolanza di altre luci colorate.

Le radiazioni fondamentali sono il ROSSO, il VERDE e il BLU; se si combinano tra loro queste radiazioni a due a due si ottengono le radiazioni complementari e dalla somma di tutti e tre si ottiene la luce bianca:

blu + rosso = magenta

blu + verde = cyan

verde + rosso = giallo

La sintesi additiva è quindi la ricomposizione della luce bianca per somma di radiazioni colorate di diversa lunghezza d'onda.

blu + rosso + verde = bianco

blu + giallo = verde + magenta = rosso + cyan = bianco

Spazi sottrattivi

Come si è detto una caratteristica dei pigmenti è quella di assorbire in maniera selettiva solo alcune lunghezze d'onda della luce e di rifletterne le altre; il colore del pigmento sarà quindi determinato dalle radiazioni sottratte alla luce bianca.

I colori primari, che non si ottengono dalla mescolanza di nessun altro colore, sono: il CYAN, il MAGENTA, il GIALLO; mescolando tra loro questi colori a due a due si ottengono i colori complementari e dalla somma di tutti e tre si ottiene il nero:

cyan + magenta = viola

cyan + giallo = verde

magenta + giallo = arancio

In sintesi sottrattiva il nero (teorico) è il risultato della totale sottrazione delle radiazioni colorate riflesse dai pigmenti.

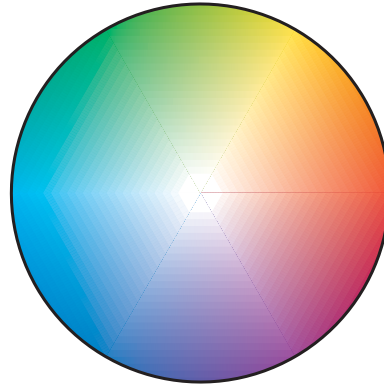
cyan + magenta + giallo = nero

viola + giallo = verde + magenta = arancio + cyan = nero

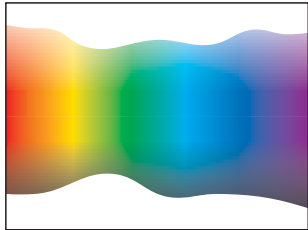
Ovviamente continuando a combinare tra loro i colori si ottengono colori terziari, quaternari, quinquenari, ecc. fino a realizzare una gamma pressoché infinita.

9 Sintesi additiva e sintesi sottrattiva

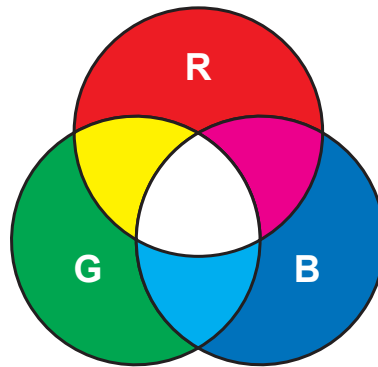
Spettro visibile



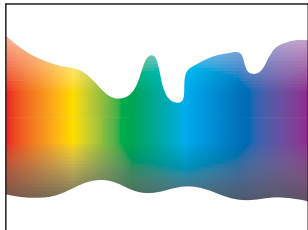
Sintesi additiva



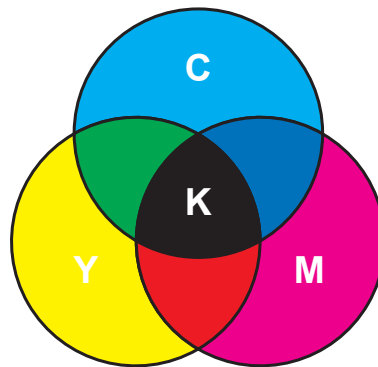
gamma di colori visualizzabili a monitor



Sintesi sottrattiva



gamma di colori riproducibili in stampa



PROFONDITA' di COLORE

La profondità di colore o profondità di bit di un file immagine ne determina la dimensione, il numero massimo di colore che lo descrivono ed il suo intervallo dinamico dalle aree chiare a quelle scure.

Immagini al tratto o bitmap (1 bit). Immagini definite da soli pixel bianchi e neri. Ogni pixel contiene un solo bit di informazioni. Si tratta di files di dimensioni contenute.

Immagini a toni di grigio o a mezzatinta (8 bit). Immagini definite da pixel che riproducono 256 livelli di grigio. Ogni pixel contiene 8 bit di informazioni. I files pesano 8 volte più dei corrispondenti files al tratto.

Immagini in scala di colore (8 bit). Immagini definite da pixel che riproducono 256 colori. Ogni pixel contiene 8 bit di informazioni. I files pesano più o meno come i corrispondenti files a toni di grigio.

Immagini RGB (24 bit). Immagini definite da pixel che riproducono fino a 16,7 milioni di colori su 3 canali a 8 bit (256 per canale). I files pesano 3 volte più dei corrispondenti files a toni di grigio e 24 volte più di quelli al tratto.

Immagini CMYK (32 bit). Immagini definite da pixel che riproducono fino a milioni di colori su 4 canali a 8 bit (256 per canale), memorizzate già pronte per l'output a quattro colori. I files pesano u1/3 in più dei corrispondenti files RGB a 24 bit.

Immagini ad elevato numero di colori. Immagini definite da una profondità variabile da 10 a 16 bit per pixel, cioè da 1024 a 65536 colori per canale. I files pesano da 4,5 a 6 volte più dei corrispondenti files a toni di grigio e da 36 a 48 volte più di quelli al tratto.

La stampa

Le immagini elaborate a video sono a tono continuo, cioè mostrano passaggio graduale e continuo tra valori di grigio o colori adiacenti. Le stampanti non sono in grado di riprodurre il colore in modo continuo, per questo motivo, per crearne l'illusione, si ricorre ai processi di retinatura. Le stampanti laser in bianco e nero, la maggior parte di quelle a colori e le fotounità utilizzano tecniche di retinatura per produrre l'output di stampa.

La RETINATURA

Due sono le soluzioni oggi adottate per la retinatura delle immagini destinate alla stampa: la **retinatura digitale AM** (Amplitude Moderated screening) e la **retinatura a modulazione di frequenza FM** (Frequency Modulated screening). La prima si basa sui processi di retinatura tradizionale che consiste nel fotografare un soggetto attraverso una griglia di determinata frequenza per poterlo scomporre in punti discreti di dimensioni variabili; la seconda, più recente, utilizza un metodo matematico per disporre punti di dimensioni fisse su posizioni casuali. La caratteristica principale di una retinatura ben eseguita deve essere l'invisibilità.

La retinatura AM

L'illusione del tono continuo si ottiene con il metodo a modulazione di ampiezza che prevede il posizionamento di punti di dimensione variabile su una griglia regolare con i rispettivi centri tra loro equidistanti (Fig. 10). L'occhio percepisce i punti più piccoli come toni chiari e quelli più grandi come toni scuri. La retinatura è definita da frequenza, forma dei punti e angolo di inclinazione.

Frequenza. Detta anche *lineatura*, si riferisce alla qualità della griglia di retinatura e si esprime in linee per pollice (lpi). La frequenza è direttamente proporzionale al livello di dettaglio dell'immagine. Il tipo di stampa, la qualità della carta e le caratteristiche del dispositivo di output di stampa influenzano la scelta della frequenza da utilizzare. La tabella seguente indi-

10 Retinatura digitale



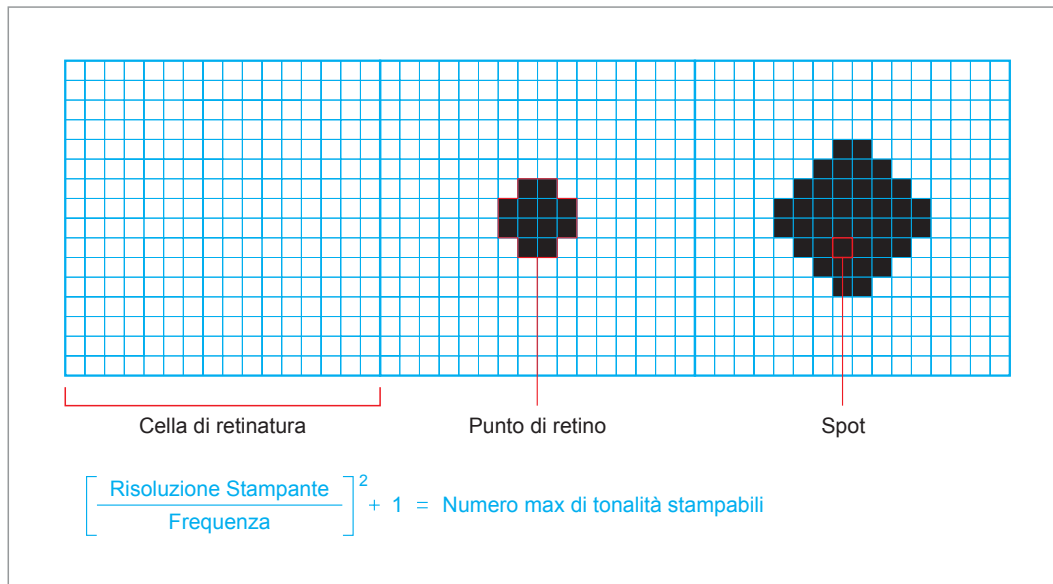
I punti del retino hanno dimensioni diverse e i centri equidistanti

ca le frequenze che normalmente si utilizzano in funzione del tipo di stampa e del supporto cartaceo:

Documento	Stampa	Carta	Frequenza
Libri d'arte, stampati di qualità	Offset a foglio	Patinata	150/300
Bollettini, modulistica	Offset a foglio	Uso mano	100/133
Periodici, cataloghi	Offset	Patinata	100/150
Periodici, cataloghi	Offset	Uso mano	90/133
Settimanali	Rotooffset	Patinata	65/100
Settimanali	Rotooffset	Uso mano	65/100
Quotidiani, listini, volantini	Rotooffset	Carta da giornale	65/100

Le stampanti laser e le fotounità possono generare solo punti (*spot*) di dimensioni fisse. Per simulare la retinatura, che è caratterizzata da

11 Cella di retinatura



punti di dimensione variabile, questi dispositivi utilizzano una matrice detta *cella di retinatura*, che può contenere fino a 256 pixel, all'interno della quale vengono stampati gruppi di spot in numero variabile da 0 a 256 per rappresentare percentuali di retinatura dallo 0% al 100% (Fig. 11). Ogni singola cella di retinatura può riprodurre solo una tonalità di grigio o una tonalità di colore. Il Postscript cerca in ogni modo di posizionare gli spot secondo una disposizione che assomigli il più possibile ad un punto di retino, ma non sempre quest'ultimo ha forma perfettamente rotonda o ellittica, né si trova nella giusta posizione.

Idealmente, con questo sistema, un'immagine a toni di grigio dovrebbe essere riprodotta a 256 tonalità di grigio ed una a colori a 256 tonalità per ogni colore, in realtà il numero di tonalità riproducibili dipende dalla risoluzione della stampante, cioè dal numero di punti stampabili per pollice lineare. Infatti, poiché la risoluzione della stampante è fissa, aumentando la lineatura del retino restano a disposizione sempre meno punti per ogni linea orizzontale di una cella di retinatura. Il numero massimo di tonalità per colore riproducibile da una stampante con una data risoluzione si ottiene dalla formula espressa in Fig. 11.

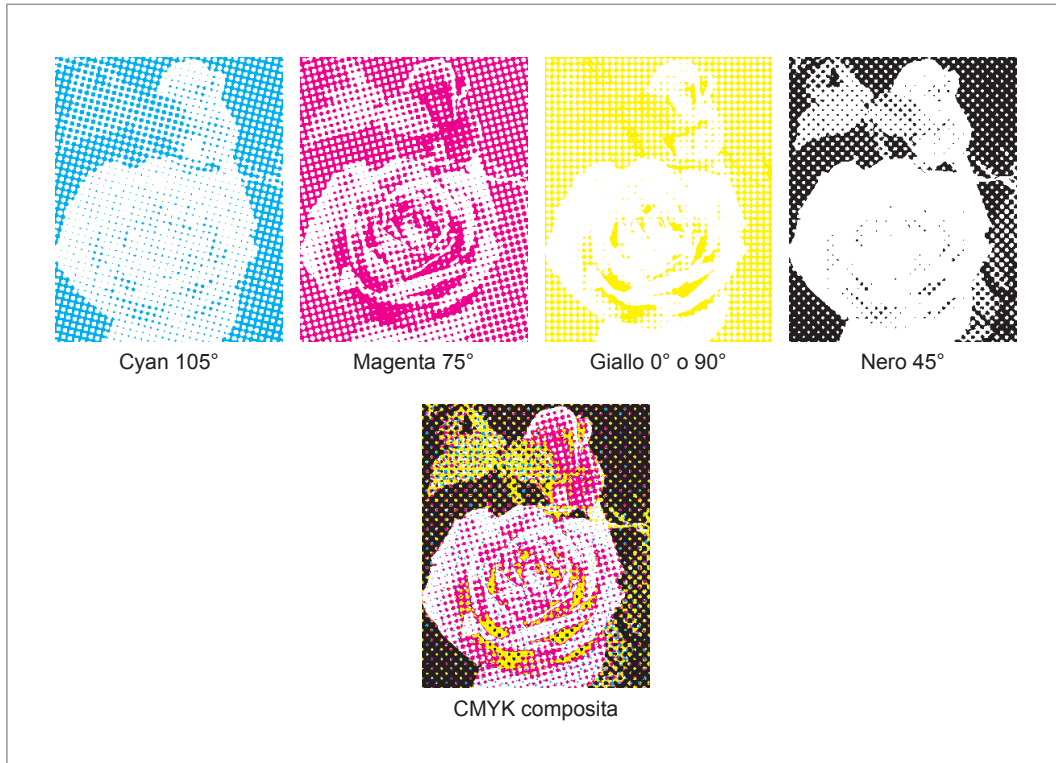
12 *Forme dei punti nella retinatura digitale*



Si può calcolare che una stampante laser con risoluzione di 600 punti può riprodurre fino a 101 tonalità con una frequenza di retinatura di 60 lpi; aumentando la lineatura a 75 lpi le tonalità possibili si riducono a 65: migliorerà il dettaglio ma crescerà il contrasto poiché in ogni cella non sarà possibile ottenere un numero sufficiente di tonalità.

Forma dei punti. L'aspetto dei punti della retinatura digitale, a differenza di quella tradizionale, dipende dalla qualità degli spot. Alcune fotounità generano spot piccoli e secchi che permettono la definizione di un'immagine più nitida. Molti programmi di elaborazione delle immagini e di impaginazione consentono di usare punti di forma diversa: tondi, ellittici, quadrati, lineari o cruciformi (Fig. 12). I punti tondi trovano utilizzo frequente nelle foto di oggetti, quelli ellittici per soggetti umani, quelli quadrati per soggetti che richiedono immagini a contorni netti.

13 Angoli di inclinazione nella retinatura digitale



Angolo di inclinazione. I retini delle immagini digitali a mezzitoni vengono sempre stampati con precisi angoli di inclinazione.

Per le immagini a toni di grigio l'angolo è di 45°.

Per le immagini a colori gli angoli sono diversi per ogni pellicola: 105° per il cyan, 75° per il magenta, 0° o 90° per il giallo e 54° per il nero (Fig. 13). Una volta stampato, ciascun gruppo di punti dei quattro colori assume una caratteristica forma a *rosetta*, indistinguibile ad occhio nudo se le pellicole sono state posizionate bene a registro. Le ragioni di questa scelta dipendono dalla percezione che l'occhio umano ha di angoli e colori. Gli esseri umani percepiscono in maniera più netta oggetti allineati con il piano orizzontale o con quello verticale, e molto meno oggetti allineati a 45°. Ecco perché il retino del nero, più evidente, si allinea con quest'ultima direzione e il retino del giallo, il più chiaro, si allinea con il piano orizzontale o

con quello verticale. La retinatura di cyan e magenta è orientata a 15° dalla verticale, ma in direzione opposta.

La tecnica di inclinare i retini è dettata anche dalla necessità di evitare lo *schacciamento del punto*, uno sgradevole effetto causato dall'impasto degli inchiostri che deriverebbe stampando le pellicole tutte con lo stesso angolo di retinatura.

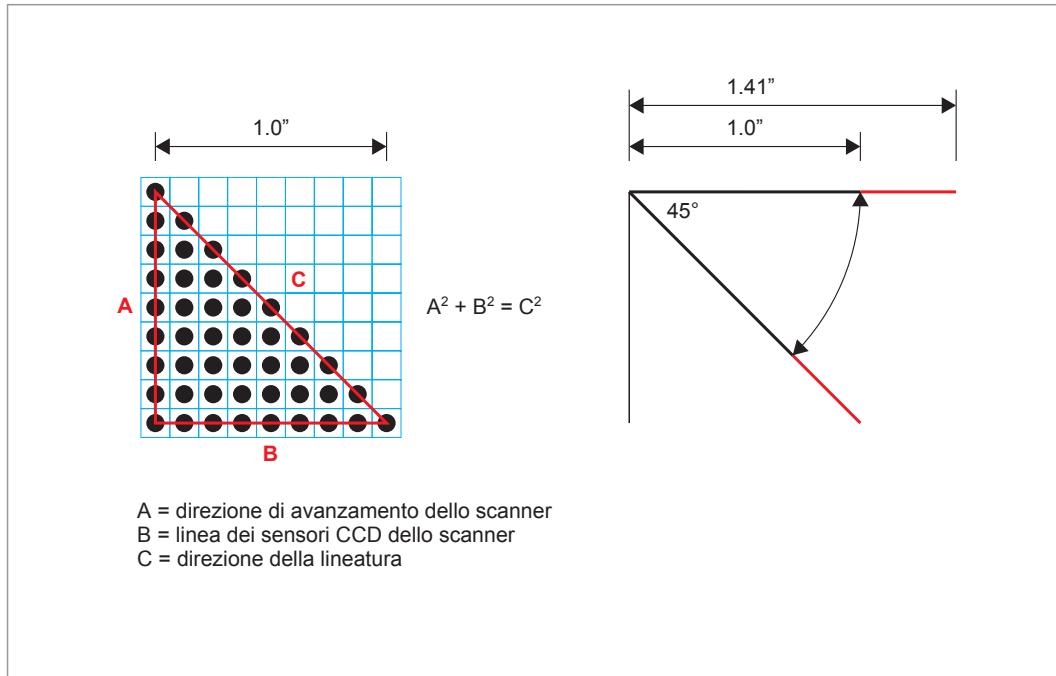
Una cattiva gestione dei retini può provocare diversi problemi in fase di stampa con il risultato di rendere distinguibili ad occhio nudo le rosette e compromettendo l'impressione di realismo fornita dall'immagine.

L'*effetto moiré* si verifica quando un'immagine contiene una propria retinatura che interferisce con quella di stampa; si può evitare modificando opportunamente l'inclinazione dei retini dei colori dominanti, allontanandoli dalle direzioni ortogonali. Alcuni colori generati in Postscript hanno maggiori probabilità di produrre effetti di moiré, soprattutto i colori scuri con componente nera come i marroni, i grigi e i rossi; si può ovviare a questo problema componendo i colori, quando è possibile, senza il nero.

Il *fuori registro* si verifica invece quando non sono rispettato perfettamente i valori di inclinazione dei retini o quando le lastre di stampa non sono perfettamente a registro. Altri problemi si incontrano quando si stampano immagini acquisite a scanner e che già avevano subito un processo di retinatura in una precedente fase di stampa. In questo caso è necessario eliminare la retinatura originale già durante la scansione o, successivamente, con un programma di fotoritocco.

Risoluzione dell'immagine e risoluzione di stampa. L'esperienza mostra che i risultati migliori a stampa si ottengono quando la risoluzione dell'immagine e la frequenza della retinatura del dispositivo di output soddisfano un rapporto, noto come *fattore di qualità*, che deve essere il più possibile prossimo a 1,41:1. Sperimentalmente si scopre che questo fenomeno è causato dalla discrepanza tra l'angolo della risoluzione di scansione (orizzontale) e gli angoli delle retinature di stampa (variabili). Nel caso limite, rappresentato dalla pellicola del nero, linea di scansione e retinatura di stampa formano un angolo di 45°, il valore 1,41 rappresenta l'ipotenusa di un triangolo rettangolo di cateti uguali a 1 (Fig. 14).

14 Fattore di qualità (o Fattore di retinatura)



La retinatura FM

La retinatura FM, contrariamente a quella digitale, utilizza punti di dimensione fissa (ma anche di dimensione variabile nei sistemi di retinatura stocastica) spazati da intervalli casuali. Il posizionamento casuale dei punti, calcolato in base a complessi algoritmi matematici, produce aree chiare, a più bassa densità, e aree scure, a più alta densità. I punti generati dalla retinatura FM sono più piccoli di quelli della retinatura digitale e la loro dimensione è inversamente proporzionale alla risoluzione del dispositivo di stampa.

La retinatura FM risolve i problemi di interferenze di retino e l'insorgere di effetti di moiré rendendo i colori più nitidi e meno soggetti a contaminazioni. Migliora anche la definizione dei contorni e il dettaglio delle immagini oltre che la qualità delle sfumature tra tonalità adiacenti.

Nella retinatura FM il fattore di qualità può essere ridotto a 1:1 senza che i risultati a stampa peggiorino sensibilmente.

Con la retinatura FM è inoltre possibile aumentare il numero dei colori di stampa, oltre ai quattro consentiti dalla modalità CMYK, riducendo al minimo la possibilità di errori di fuori registro.

Uno degli inconvenienti di questo metodo, senz'altro inferiori ai pregi, è lo *schacciamento del punto*, cioè la tendenza dell'inchiostro a diffondersi una volta depositatosi sulla carta, con conseguente ingrossamento del punto di stampa, in misura variabile dal 25% al 35% su carta patinata e fino al 50% su carta non patinata.

Un'altro effetto sgradevole legato all'utilizzo della retinatura FM è la sgranatura dell'immagine stampata, soprattutto in corrispondenza delle aree poco contrastate.

DISPOSITIVI di STAMPA

La scelta del dispositivo di stampa da adottare dipende da diversi fattori: dal numero di copie, dal formato, dai costi previsti, dalla qualità che si vuole ottenere.

Per documenti a tiratura limitata, per i quali non è richiesta una qualità elevata, come newsletter, opuscoli, circolari risultano convenienti le stampanti desktop di piccolo formato a colori o in bianco e nero.

Per un prodotto di alta qualità è necessario utilizzare macchine tipografiche offset a uno o più colori, per stampa in piano o in rotativa, e talvolta macchina per stampa flessografica o rotocalco.

Se si desidera invece realizzare un prodotto di qualità in un numero limitato di copie i dispositivi di stampa più convenienti sono quelli di stampa digitale: plotter e stampanti digitali.

Stampanti e plotter a getto di inchiostro

Utilizzano generalmente inchiostri solidi o liquidi, spesso idrorepellenti e termoresistenti, e montano testine a per stampa a 3 (CMY), 4 (CMYK) o più colori. Gli inchiostri solidi vengono prima fusi in appositi serbatoi e poi nebulizzati sulla carta, quelli liquidi vengono spruzzati direttamente attra-

verso microscopici ugelli. Possono supportare diversi tipi di formati cartacei e non, e lavorano a risoluzioni variabili a seconda del modello.

Stampanti laser

Utilizzano processi di copia xerografici basati su toner plastici che vengono prima attirati elettrostaticamente su di un cilindro, poi trasferiti sulla carta e qui fissati per mezzo di due cilindri di fusione. Anche le stampanti laser possono supportare diversi tipi di formati cartacei. Molte stampanti laser si avvalgono di sistemi di retinatura a mezzatinta, altre, soprattutto modelli recenti, utilizzano sistemi di retinatura più fine di quella digitale. Per via della differente natura degli inchiostri, le gamme cromatiche dell'elaborato finale difficilmente corrisponderebbero allo stesso prodotto stampato con una macchina da stampa.

Stampanti a sublimazione termica

Questo tipo di stampante produce colori a tonalità continua per fusione selettiva delle componenti CMYK dei colori sfruttando piccole variazioni termiche: a temperatura più alta corrisponde una maggior vaporizzazione dell'inchiostro con conseguente trasferimento sulla carta di tonalità più scure ed intense. Le stampanti a sublimazione sono in grado di produrre immagini di alta qualità fotografica. Anche in questo caso le gamme cromatiche dell'elaborato finale possono non corrispondere allo stesso prodotto stampato con una macchina da stampa.

Plotter inkjet e Stampanti digitali

La stampa digitale, ideale per produrre elaborati di alta qualità anche a bassissime tirature, utilizza sistemi di stampa su plotter o stampante digitale. L'eliminazione di tutte le fasi di pre stampa caratteristiche dei processi di stampa tradizionale consente una drastica riduzione di costi e tempi di realizzazione; i risultati ottenibili sono paragonabili a quelli della stampa offset o rotooffset.

Macchine offset e rotooffset, serigrafiche, flessografiche

Stampa offset. Le macchine tipografiche possono stampare in piano o in rotativa su formati molto diversi: 70x100 cm, 100x140 cm o carta in bobine. Utilizzano inchiostri grassi che possono essere miscelati per ottenere un'ampia gamma di colori. Alcuni modelli stampano un solo colore per volta, altri 2, 4 o più; altri ancora possono stendere vernici o inchiostri speciali.

I sistemi tipografici presuppongono, prima dell'atto finale della stampa vera e propria, la realizzazione di una serie di fasi che vanno dalla separazione e gestione del colore, alle prove colore, comunemente note come *processo di pre stampa*.

I file immagine vengono prima elaborati da una fotounità che attraverso sistemi di separazione del colore produce un certo numero di stampati, uno per ogni colore, su pellicola fotografica. Le pellicole vengono sviluppate e passate al reparto montaggio. Le pellicole vengono montate su un supporto trasparente, il foglio di montaggio, grande quanto il foglio di macchina che si vuole stampare, secondo una disposizione precisa. Si predispongono un foglio di montaggio per ogni colore di stampa, ognuno a registro con gli altri. E' questa la fase in cui vengono realizzate le prove di stampa.

Una volta impressionata (positivamente per un processo di inversione del materiale fotosensibile), la lastra offset viene sviluppata per strofinio con un tampone manuale per mezzo di un bagno solvente e fissata tramite un velo di gomma applicato con un tampone per proteggerla dall'ossidazione. La gomma, essiccata, viene asportata con acqua solo quando la macchina offset è pronta per il montaggio. A questo punto la lastra viene montata sul rullo della macchina tipografica e inizia il processo di stampa vero e proprio.

La stampa offset si basa sul principio di repulsione tra l'acqua e gli inchiostri grassi tipografici. La lastra viene inumidita da un velo d'acqua dai rulli bagnatori, e immediatamente dopo unta da quelli inchiostri. Le zone della lastra impressionate o non, reagiscono in modo selettivo all'inchiostro, quelle che dovranno risultare bianche sulla carta respingono l'inchiostro, se umide quelle che dovranno riprodurre l'immagine lo attraggono. Ovviamente umidità e inchiostatura devono essere dosate con cura.

Stampa in rotocalco. Le macchine da stampa in rotocalco utilizzano invece matrici cilindriche di rame e sfruttano il principio dell'incisione calcografica.

Una volta preparate le pellicole o i fogli di montaggio si procede all'impressione del cilindro, preventivamente trattato con uno strato di gelatina fotosensibile, e alla sua incisione per acidazione. Dove la gelatina è meno spessa (zone scure) l'acido scaverà in maggiore profondità; dove è più spessa (zone chiare) l'acido produrrà solchi meno profondi; la diversa profondità degli incavi determinerà i toni dell'immagine in tutta la gamma dei chiaroscuri. Tutto il cilindro è uniformemente alveolato e lo spessore degli alveoli è direttamente proporzionale alla quantità di inchiostro che verrà trasferita sulla carta. Alveoli molto profondi trasferiranno più inchiostro di quelli poco profondi, la mancanza di alveoli produrrà invece zone prive di colore.

Per porre rimedio alla durezza della stampa in rotocalco, rispetto alla morbidezza garantita dagli altri sistemi, si usa retinare tutto il cilindro rotocalcografico, anche nelle zone totalmente nere; le immagini si ammorbidiscono, ma i piccoli dettagli perdono di nitidezza.

Il sistema rotocalcografico si è dimostrato ideale per la produzione di pubblicazioni a grande tiratura, per le quali non è richiesta un'elevatissima qualità di stampa, come quotidiani o settimanali.

Stampa serigrafica. Il sistema serigrafico, indicato per stampe pubblicitarie, di tessuti e oggetti, utilizza matrici di tessuto (originariamente di seta) o di fibre sintetiche come nylon, poliestere e tessuto metallico (acciaio inossidabile).

La matrice viene fissata ad un telaio di legno con punti metallici o colla speciale resistente ai solventi, spalmata con uno strato di gelatina fotosensibile costituita da una miscela di alcool polivinilico e bicromato di ammonio e fatta essiccare a luce attenuata in un apposito armadio. Le pellicole o i fogli di montaggio, vengono posti a contatto con la matrice serigrafica e si procede all'esposizione in appositi torchi a pressione meccanica. La gelatina, che presenta una sensibilità relativa alla luce normale e alta alla luce ultravioletta consente di manipolare con facilità i telai a luce

ambiente. In corrispondenza delle zone trasparenti della pellicola fotografica la luce indurisce la gelatina sottostante che resta invece mascherata e protetta in corrispondenza di quelle opache. Ad esposizione conclusa il telaio viene sviluppato con getto a doccia d'acqua corrente che lava via la gelatina non impressionata. Nelle zone libere da gelatina l'inchiostro avrà la possibilità di passare attraverso la trama della matrice quando la si sottopone alla pressione di uno spremitore o racla.

Il sistema serigrafico non è adatto per la stampa di immagini a colori retinate, perché i punti del retino si confondono con le maglie del tessuto e perché gli inchiostri serigrafici sono coprenti, per cui i colori fondamentali non si fondono bene per ottenere i toni intermedi.

Stampa flessografica. La stampa flessografica è la più adatta per la stampa su carta e cartone da imballaggio e per alcuni lavori di cartotecnica per i quali non è richiesta un'elevata qualità di stampa. Utilizza matrici in gomma, simili a quelle dei normali timbri, che si ottengono per copiatura meccanica a caldo di una normale composizione tipografica all'interno di una pressa. Le matrici una volta prodotte per pressione possono essere montate con doppio adesivo sui rulli delle macchine flessografiche.

SEPARAZIONE del COLORE

Dipendentemente dal tipo di pubblicazione, dai costi, e dal tipo di macchina utilizzata si può eseguire la separazione su carta, pellicola o direttamente su lastre di stampa. La separazione del colore può essere eseguita, a seconda delle esigenze, a due toni, in quadricromia o a colori HiFi.

Bicromia e Colori speciali

E' il processo che si impiega quando si intende stampare un prodotto che oltre al nero debba contenere solo uno dei tre colori principali CMY, o un colore speciale (Pantone o altro), o un colore personalizzato. Lo strumento di elaborazione migliore è il sistema Duotone brevettato da Adobe

Photoshop, che permette la combinazione di due, tre, quattro colori speciali in una stessa immagine.

Quadricromia

E' il processo, largamente più diffuso, che si sfrutta per la realizzazione di un elaborato per il quale si utilizzano i quattro inchiostri fondamentali di quadricromia, CMYK. Richiede un attento esame dei processi di retinatura delle immagini ed una corretta gestione della separazione del colore.

Colori HiFi

E' il processo utilizzato quando si vogliono stampare immagini con un numero di colori superiore a quello consentito dalla comune gamma CMYK del sistema di quadricromia. Alcune fotounità consentono l'impiego di 7 colori (CMYK più RGB), altre di 6 (CMYK più due colori speciali, l'arancio e il verde) o 5 colori.

GESTIONE del COLORE

Poiché non tutti i protagonisti interessati nelle fasi del processo di pre-stampa utilizzano gli stessi dispositivi hardware, e poiché ogni modello di periferica di input o di output visualizza o riproduce il colore in modo differente, è necessario possedere una certa pratica nella gestione del colore; pratica che si rivela peraltro indispensabile quando si desidera apportare miglioramenti ad alcune caratteristiche dell'originale da stampare, come tonalità, nitidezza o contrasto.

Calibrazione

Si tratta della regolazione di tutti i dispositivi di input e di output che intervengono nel processo di trattamento delle immagini, in modo tale che la visualizzazione e la riproduzione del colore sia in linea con le specifiche

dettate dal costruttore. Il processo di calibrazione prevede alcune fasi cruciali: la standardizzazione del colore dell'ambiente di lavoro, la calibrazione del monitor, armonizzazione del colore visualizzato con input e output. Evitare l'uso simultaneo di più sistemi di calibrazione, poiché ciascuno di essi può alterare il risultato degli altri.

Standardizzazione del colore dell'ambiente. L'area di lavoro nella quale si eseguono le digitalizzazioni deve avere le pareti di colore tenue ed uniforme ed essere illuminata da una luce sufficientemente costante durante tutto il corso della giornata. Lo sfondo del monitor deve essere di colore grigio neutro per evitare il più possibile di alterare la percezione dei colori delle immagini visualizzate.

Calibrazione del monitor. Significa allineare i colori dello schermo alle specifiche del costruttore per mezzo di diversi strumenti: i moduli di utilità caratteristici dei software di elaborazione delle immagini; i calibratori di certi dispositivi hardware; i profili monitor che fanno parte dei sistemi di gestione del colore.

UTILITÀ DI CALIBRAZIONE DEI SOFTWARE DI ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI. La maggior parte dei pacchetti software per l'elaborazione delle immagini digitali possiede utilità per la calibrazione dei monitor, ne è un esempio l'utilità Gamma di Adobe Photoshop. Queste applicazioni consentono di regolare molti parametri per i monitor, tra cui: la rappresentazione delle tonalità di grigio, la curva della gamma del monitor, i valori dei punti bianchi e neri, il bilanciamento del colore.

DISPOSITIVI DI CALIBRAZIONE HARDWARE. I dispositivi hardware sono generalmente costituiti da un sensore a ventosa da applicare al monitor e da un software di gestione ed hanno come scopo quello di armonizzare le condizioni di visualizzazione sul monitor a quelle di illuminazione in cui il prodotto stampato verrà osservato. I più noti tra i sistemi di questo tipo sono Barco CobraMatch, Apple ColorSync e EfiColor Works.

PROFILI DI GESTIONE DEL COLORE. I programmi di gestione del colore CMS dispongono moduli di calibrazione che confrontano le caratteristiche di visualizzazione dei monitor con le specifiche dettate dal costruttore.

Una buona calibrazione deve essere eseguita dopo almeno mezz'ora dall'accensione del monitor e ripetuta periodicamente.

Armonizzazione del colore visualizzato con input e output. La calibrazione del monitor rappresenta solo una fase del processo di regolazione di un sistema poiché, per il raggiungimento di risultati ottimali, anche le periferiche di input (scanner o fotocamere digitali) e di output (stampanti, dispositivi per prove colore, unità per la produzione di diapositive) devono mostrarsi coerenti con le caratteristiche dei colori dell'intero sistema. Per operare una calibrazione manuale corretta ci si avvale di un'immagine di riferimento (a colori o in bianco e nero, spesso in dotazione allo scanner) che si fa transitare attraverso il sistema, dalla fase di input a quella di output. La calibrazione avviene poi seguendo varie fasi:

- calibrazione del monitor seguendo le procedure sopra descritte;
- verifica della calibrazione interna dello scanner;
- calibrazione dello scanner per mezzo dell'immagine campione e del software ad esso acclusi;
- lettura del 50% della scala dei grigi e della scala RGB per verificare la corretta regolazione della gamma dello scanner;
- confronto dell'immagine su monitor con l'originale;
- verifica della calibrazione interna del dispositivo di output secondo il metodo indicato dal costruttore;
- elaborazione software dell'immagine per la regolazione dei parametri che influenzano l'output finale;
- stampa del prodotto finale e confronto con l'immagine a schermo e con l'originale non digitalizzato.

CMS (Color Management System)

I *Sistemi di gestione* del colore stabiliscono una serie di regole oggettive per la comunicazione dei colori tra dispositivi diversi tenendo conto di tre variabili fondamentali. la gamma, il profilo e la calibrazione.

LA GAMMA. I programmi CMS consentono di trasferire immagini attraverso sistemi che utilizzano diverse gamme di colore RGB (scanner, monitor,

telecamere, fotocamere digitali, apparecchi televisivi) e CMYK (stampanti e macchine da stampa) utilizzando la gamma CIE più ampia, che le comprende entrambe.

IL PROFILO. I programmi CMS sono in grado di stabilire dei profili che descrivono le proprietà colore di diverse periferiche hardware.

LA CALIBRAZIONE. I programmi CMS permettono di compensare le deviazioni, che inevitabilmente presentano alcuni esemplari di un determinato modello, dalle norme standard di rappresentazione del colore imposte dal costruttore.

La caratteristica dei programmi CMS è quella di misurare e memorizzare le caratteristiche dei colori di tutti i dispositivi di input, di visualizzazione e di output interessati in un processo di trattamento delle immagini rendendone possibile la coerenza. Un'ideale procedura di utilizzo di un programma CMS dovrebbe comprendere le seguenti fasi fondamentali:

- verifica della rappresentazione dei colori;
- calibrazione del monitor;
- verifica dello scanner e degli altri dispositivi di input utilizzando un'immagine standard di riferimento;
- conversione dell'immagine di riferimento digitalizzata da scanner nella modalità di visualizzazione del monitor per mezzo del programma CMS attraverso l'utilizzo dei profili colore dei due dispositivi;
- verifica del sistema di prova colore e degli altri dispositivi di output;
- conversione dei colori e stampa dell'immagine di riferimento con il dispositivo di output finale.

Esistono programmi CMS proprietari sia su piattaforma Windows che su piattaforma Macintosh ed altri prodotti da terze parti compatibili con entrambe le piattaforme, tra i più noti sono da ricordare EfiColor Works, Light Source Colortron, Barco ColorMatch e i programmi CMS Kodak.

PROVE di STAMPA

Per evitare problemi in fase di stampa e per limitare il più possibile l'insorgere di eventuali difetti si ricorre alle prove di stampa.

Tra i principali problemi che si possono verificare in fase di stampa, sono da ricordare lo schiacciamento del punto, errori di fuori registro (trapping e moiré), bande e dominanti di colore.

SCHIACCIAMENTO DEL PUNTO. Si verifica quando i punti di mezzatinta si allargano in fase di riproduzione della pellicola o in fase di stampa per espansione dell'inchiostro. L'ingrossamento dei punti produce a stampa immagini più scure.

FUORI REGISTRO. E' provocato dal non perfetto allineamento delle lastre di stampa e può produrre sgradevoli difetti sull'immagine stampata come la comparsa di visibili rosette di colore (moiré) o piccoli spazi non coperti dal colore o dove alcuni colori si impastano con altri.

BANDE. Caratteristico effetto, detto anche "a tapparella", che insorge con immagini che contengono sfumature con pochi passaggi, specie se si tratta di immagini vettoriali, oppure quando la gamma del dispositivo di output è troppo limitata.

DOMINANTI DI COLORE. Sono causate da una scarsa qualità dell'originale, da una cattiva calibrazione del sistema o da errori di valutazione nella correzione delle tonalità.

Elaborazione e modifica delle immagini

Molti sono gli strumenti che oggi ci permettono di manipolare le immagini digitali, modificandole o migliorandole prima dell'output finale. La riproduzione di un originale risente comunque dei vari passaggi ai quali viene sottoposto durante l'intero ciclo produttivo e la possibilità di essere riprodotto fedelmente diminuisce all'aumentare del numero di trasformazioni che esso subisce.

DIMENSIONE dei FILE

Con lo sviluppo delle tecniche di manipolazione elettronica, le immagini digitali tendono ad assumere dimensioni sempre maggiori, spesso più di quello che verrebbe richiesto dal dispositivo di output o dal tipo di utilizzo che se ne deve fare.

E' senz'altro poco produttivo ritagliare un'immagine direttamente all'interno di un programma di impaginazione perché il dispositivo di output dovrebbe comunque elaborarla nella sua interezza con conseguente perdita di tempo e impiego di memoria e spazio disco. La soluzione migliore è quella di preparare preventivamente l'immagine nelle giuste proporzioni con un programma di fotoritocco.

Un altro errore da evitare, per gli stessi motivi, è quello di ridimensionare un'immagine sempre all'interno del software di impaginazione; un aumento di dimensioni porterebbe ad una perdita di risoluzione, una diminuzione ad un inutile spreco di memoria.

Poiché un file in modalità CMYK pesa un terzo in più rispetto allo stesso file in modalità RGB potrebbe risultare conveniente gestire il processo di manipolazione dell'immagine secondo quest'ultima specifica e operare la conversione solo prima della predisposizione alla stampa a meno che non si disponga di un sufficiente livello di memoria di sistema. Potrebbe rivelarsi necessario lavorare in modalità CMYK nel caso in cui si debbano comporre immagini provenienti da fonti diverse o nel caso di immagini che richiedono un'elaborazione particolarmente raffinata.

Le immagini in formato Photo CD è opportuno vengano trasformate in modalità CMYK al momento della loro apertura.

Le dimensioni dei file aumentano anche quando si usa un numero di canali superiore allo standard (tre per RGB e quattro per CMYK) o quando si tratta l'immagine su livelli sovrapposti.

Molti programmi di elaborazione delle immagini permettono di utilizzare canali separati per salvare informazioni sulle selezioni, i cosiddetti *canali alfa* o *file maschera*; questi canali utilizzano 8 bit di informazioni aggiuntivi e possono appesantire il file.

STRUMENTI di ELABORAZIONE delle IMMAGINI

Molti sono i pacchetti software per personal computer per il trattamento delle immagini oggi in commercio con performance paragonabili a quelle offerte dai sistemi professionali, tuttavia, solo alcuni degli strumenti che essi includono sono realmente essenziali nei processi di elaborazione legati alla stampa professionale.

Strumenti per il ritocco

Per ritocco si intende la rimozione o l'aggiunta di dettagli ad un'immagine per migliorarla. Si tratta a volte di dover eliminare striature, graffi, pieghe o macchie di polvere o ricostruire piccole porzioni di immagine.

Gli strumenti per il ritocco si usano generalmente senza l'aiuto di selezioni o maschere.

STRUMENTI DI CLONAZIONE. Possono copiare una porzione di immagine da un punto e riprodurla in un altro punto.

STRUMENTI DI DIFFUSIONE E AMMORBIDIMENTO. Diminuiscono la differenza tra tonalità adiacenti al passaggio del pennello.

STRUMENTI PER LA VARIAZIONE DEL CONTRASTO. Possono aumentare o diminuire localmente la nitidezza lavorando sui singoli pixel.

STRUMENTI PER LA VARIAZIONE DELLA LUMINOSITÀ. Servono per schiarire o scurire localmente il soggetto aggiungendo o sottraendo luce.

Anche alcuni filtri possono essere utili per il ritocco delle immagini, ma devono essere usati in concomitanza di selezioni o maschere.

FILTRI PER IL CONTRASTO DEI CONTORNI. Aumentano il contrasto e migliorano il livello di dettaglio.

FILTRI PER SFUMARE E AMMORBIDIRE. Utili per sfumare ed eliminare i difetti di scansione e per diminuire il dettaglio di alcune parti dell'immagine.

FILTRI PER AUMENTARE IL LIVELLO DI RUMORE. Aggiungono rumore di fondo casuale alle aree selezionate per coprire difetti o disturbi.

FILTRI PER ELIMINARE MACCHIE. Rimuovono i disturbi creati dagli scanner ed eliminano dettagli indesiderati.

Strumenti per l'elaborazione selettiva

Sono gli strumenti che permettono di isolare una parte dell'immagine per poterla elaborare separatamente dal resto, di creare cioè selezioni o maschere. Una selezione solitamente è temporanea, ma può essere memorizzata dal programma di fotoritocco, salvata come maschera su un canale separato, e richiamata in qualsiasi momento.

STRUMENTI PER LA SELEZIONE DELL'INTERVALLO COLORI. Selezionano parti di immagine basandosi sulla similitudine di tonalità tra colori adiacenti, utilizzando una sensibilità variabile regolabile dall'operatore (strumento bacchetta magica).

STRUMENTI PER LA SELEZIONE GEOMETRICA. Permettono di selezionare aree di forma regolare, quadrate, rettangolari, ellittiche o circolari.

STRUMENTI PER LA SELEZIONE A MANO LIBERA. Consentono di tracciare selezioni anche complesse a mano libera (strumento lazo).

STRUMENTI PER LA CREAZIONE DI TRACCIATI. Si tratta di selezioni che possono generare oggetti vettoriali gestiti attraverso punti di controllo che ne possono modificare forma e dimensione.

Istogrammi

Sono strumenti di controllo essenziali nelle operazioni di regolazione dei toni, del contrasto e del colore. Essi forniscono una visualizzazione grafica della distribuzione dei toni all'interno dell'immagine; l'asse delle ascisse rappresenta i livelli di luminosità dai più scuri (a sinistra) ai più chiari (a

destra), l'asse delle ordinate indica la porzione in pixel per ogni livello di luminosità. L'istogramma di un'immagine a 8 bit con scala di grigi contiene 256 barre verticali (da 0 a 255) ciascuna delle quali rappresenta un determinato livello di grigio; nelle immagini RGB, un istogramma combinato indica la luminosità globale, ma si possono visualizzare istogrammi separati per ogni canale primario.

Gli istogrammi indicano quali intervalli di colori o di toni necessitano di modifiche per la stampa, o se un'immagine è troppo chiara o troppo scura, o quali colori o intervallo di toni richiedono un aumento di contrasto.

Densitometri

I densitometri o strumenti contagocce possono analizzare l'immagine pixel per pixel fornendo indicazioni esatte su ciascun punto dell'immagine. Permettono di individuare i punti più illuminati e quelli meno e quali colori non siano perfettamente bilanciati.

Curve

Sono gli strumenti migliori per la regolazione dei toni, del colore, del contrasto e della luminosità delle immagini digitali.

Le curve consentono essenzialmente di alterare il rapporto tra gli intervalli di luminosità, una curva non alterata è rappresentata da una linea con angolo di 45° che esprime una progressione lineare dei livelli di luminosità, da quello minore a quello maggiore.

Aumentando la pendenza della curva si incrementa per quella parte di immagine la gamma di colori o di toni di grigio; diminuendo la pendenza al di sotto dei 45° si comprime la gamma e il contrasto.

CONVERSIONE del COLORE

Capita spesso che le immagini che si devono trattare non siano nella stessa modalità di colore che dovrà essere utilizzata all'atto della separa-

zione del colore e che necessitino quindi di una conversione; i tipi di conversione che comunemente si incontrano sono dalla modalità RGB a CMYK (quadricromia), da una delle modalità colore a toni di grigio, dalla modalità colore o a toni di grigio alla modalità a tinte o a toni (bicromia, tricromia).

Da RGB a CMYK

Copertura dell'inchiostro. Una corretta conversione di un file immagine dalla modalità RGB alla modalità CMYK ha come obiettivo la realizzazione a stampa di colori più naturali utilizzando la minor quantità di inchiostro possibile; condizioni che si realizzano attraverso opportune regolazioni durante la generazione del canale del nero.

Si definisce *copertura totale* dell'inchiostro la somma delle quantità relative dei quattro inchiostri di quadricromia CMYK che verrà stesa su ogni punto della carta. Poiché le quantità relative dei singoli inchiostri sono espresse da valori compresi tra lo 0 e il 100%, la copertura totale abbraccia un range variabile da 0 a 400%.

Poiché ad ogni passaggio nella macchina da stampa il foglio di carta si inumidisce e al crescere dell'umidità aumenta il fenomeno di diffusione dell'inchiostro e il conseguente pericolo di contaminazione da parte di inchiostri adiacenti, per preservare il dettaglio nelle zone più scure dell'immagine, è necessario stabilire un limite alla percentuale totale di inchiostro da stendere sul foglio. Questo limite, definito *limite totale dell'inchiostro*, dipende dal tipo di macchina da stampa, dalla velocità di stampa e dal tipo di carta impiegato. Lo standard SWOP (Specifications for Web Offset Publications) detta alcune specifiche da applicare alla stampa offset o rotooffset che raccomandano un valore limite totale dell'inchiostro del 300% con non più del 100% di un componente. Questo limite può essere esteso al 330% nel caso di stampa su carta patinata e compresso fino al 260% nel caso di stampa su carta uso mano o di scarsa qualità.

Una delle controindicazioni della diminuzione della copertura totale dell'inchiostro è la difficoltà di riprodurre in questo modo colori particolarmente brillanti e intensi.

Gestione del nero. Un'altra difficoltà che si incontra nel riprodurre efficacemente il colore in modalità CMYK è determinata dalle particolari caratteristiche di impurità degli inchiostri, soprattutto del cyan, che limitano la gamma dei verdi e dei blu in fase di stampa. Il modo migliore per ovviare a questi inconvenienti è una corretta e opportuna gestione del canale del nero durante la fase di conversione dell'immagine in modalità CMYK, specie se si utilizzano le tecniche GCR, UCR e UCA.

Si tratta in sostanza di aggiungere una opportuna quantità di nero all'intera all'immagine in modo da bilanciare l'effetto cromatico generale, conservando dettagli e contrasto, senza l'utilizzo di un'eccessiva copertura di inchiostro. L'aumento deve però essere contenuto entro il cosiddetto *limite dell'inchiostro nero* rappresentato da valori che oscillano tra il 70 e il 90%.

La tecnica GCR (Gray Component Replacement) opera la sostituzione dei toni neutri con il nero. Si basa sul fatto che in ogni colore, due dei tre componenti fondamentali CMY sono dominanti e ne determinano la tonalità, mentre il terzo, detto componente di grigio o *colore indesiderato*, fa le veci del nero e si comporta da scurente. La regolazione GCR sostituisce il colore indesiderato con un'opportuna quantità di nero, eliminando la componente grigia neutra e aumentando la brillantezza dei colori. Poiché il nero scurisce ben tre volte di più degli altri colori di quadricromia, questa tecnica consente di ridurre la quantità totale dell'inchiostro.

Nelle separazioni GCR, i neri potrebbero apparire piatti e i toni d'ombra poveri di dettagli, per questo è stata sviluppata un'altra tecnica, detta UCA (UnderColor Addition), alla quale spesso si associa, che si basa sulla rimozione di alcuni neri dai toni più scuri e sulla reintroduzione del colore di base costituito dalla miscela di cyan, magenta e giallo. Questa tecnica aumenta la copertura dell'inchiostro.

La tecnica GCR, come si è visto, effettua la sostituzione dei toni neutri con il nero in qualsiasi intervallo di toni, la tecnica UCR (UnderColor Removal), invece, effettua la sostituzione solo in corrispondenza dei toni più scuri.

Carta e inchiostro. Fattori che influenzano la scelta dei parametri di conversione dalla modalità RGB a CMYK sono il tipo di macchina da stampa che sarà utilizzato, il tipo di carta e il tipo di inchiostro.

Il tipo di carta, nello specifico, determina la quantità di schiacciamento del punto che interesserà il prodotto stampato: maggiore è la qualità della carta, minore sarà lo schiacciamento del punto.

Dal colore al bianco/nero

Una considerazione da fare prima di convertire un'immagine a colori in bianco e nero è che mentre il colore è caratterizzato da tre tipi di contrasto (luminosità, tonalità e saturazione), il bianco e nero è caratterizzato dalla sola luminosità.

La metodologia per convertire immagini a colori in bianco e nero presuppone i seguenti passaggi:

- aumento del contrasto dell'originale a colori;
- separazione dei canali;
- regolazione del canale che presenta il maggior contrasto;
- eventuale combinazione di due canali a maggior contrasto;
- conversione dal colore in bianco e nero.

Se l'originale a colori è in modalità CMYK potrebbe essere conveniente visualizzare gli istogrammi, dell'intera immagine o dei singoli canali, per determinare il contrasto di luminosità.

Dal colore o bianco/nero a più toni

Si tratta di stampare un'immagine in bianco e nero con due o più inchiostri colorati, in modo da ottenere un effetto tono di colore.

Si possono utilizzare colori speciali o personalizzati, ma anche gli inchiostri standard della modalità CMYK.

Si può partire da un'immagine in bianco e nero con un contrasto sufficientemente alto per poi procedere attraverso i passaggi seguenti:

- apertura di un file vuoto CMYK;
- copia dell'originale bianco e nero nel canale del nero del file CMYK;
- copia dell'originale bianco e nero nel canale del colore che si vuole ottenere;
- regolazione delle curve dei due canali.

CORREZIONE delle IMMAGINI

Il numero delle variabili in gioco nel processo di trattamento delle immagini, dalla fase di acquisizione a quella di stampa, implica inevitabilmente per ognuna di essa la necessità di interventi correttivi nella regolazione e nel miglioramento delle tonalità e dei colori.

Le correzioni dovrebbero idealmente essere eseguite in modalità CMYK, sia perché si tratta della modalità di stampa, sia perché mette a disposizione una gamma più ristretta dell'RGB, e quindi più facilmente controllabile, ed un numero superiore di canali su cui lavorare.

In generale gli strumenti diagnostici di controllo fondamentali sono gli istogrammi associati allo strumento contagocce, mentre gli strumenti correttivi per eccellenza sono le curve di tonalità.

Un processo ottimale di correzione delle immagini dovrebbe seguire le fasi seguenti:

- ridimensionamento dell'immagine alla misura e risoluzione corrette;
- aumento della nitidezza;
- identificazione delle caratteristiche tonali;
- conversione in modalità CMYK;
- determinazione degli intervalli tonali migliori e peggiori;
- regolazione degli intervalli tonali (zone d'ombra, mezzitoni, alte luci);
- regolazione del contrasto sui singoli canali dei colori.

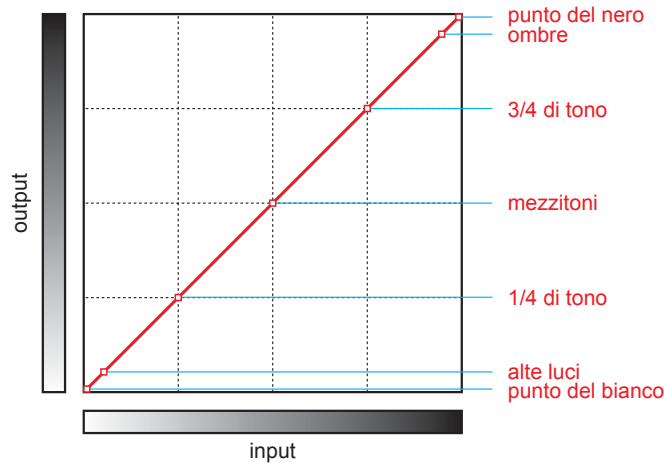
Correzioni tonali

Per le correzioni tonali si usano curve di tonalità (Fig. 15). In una curva di tonalità i valori in entrata sono indicati sull'asse orizzontale, quelli di uscita sull'asse verticale, la diagonale rappresenta le condizioni di partenza prima della correzione tonale.

Poche immagini possiedono l'intero intervallo tonale tanto che si possono individuare diverse categorie a seconda del carattere dei toni; ognuna di queste categorie necessita di correzioni tonali specifiche:

- le immagini molto chiare hanno maggior dettaglio nelle alte luci e nei quarti di tono, possono essere corrette applicando una curva convessa;

15 Curve di tonalità



Il **punto del bianco** è l'intervallo dei bianchi puri, senza alcun dettaglio visibile.
Le **alte luci** sono le aree più chiare con dettagli percepibili. Rappresentano il più piccolo punto in percentuale che la macchina da stampa può stampare. Comprendono valori tra 2% e 10%.
I **quarti di tono** comprendono valori 18% e 35% con una media intorno a 25%.
I **mezzitoni** comprendono valori tra 35% e 65% con una media intorno a 50% e definiscono la luminosità media.
I **tre quarti di tono** comprendono valori tra 65% e 80% con una media intorno a 75%.
Le **ombre** sono le aree più scure con dettagli percepibili. Rappresentano il punto più grande in percentuale che la macchina da stampa può stampare. Comprendono valori compresi tra 75% e 98%.
Il **punto del nero** è l'intervallo dei neri puri, senza alcun dettaglio visibile.

- le immagini ricche di mezzitoni hanno dettagli distribuiti su tutta la gamma o concentrati sui toni di media luminosità, possono essere corrette applicando una curva ad “esse”;
- le immagini molto scure hanno i dettagli concentrati nelle ombre e nei tre quarti di tono, possono essere corrette applicando una curva concava.

Le correzioni tonali si rivelano molto utili per la correzione dei difetti di esposizione dei soggetti fotografici: un'immagine sottoesposta può essere corretta con l'applicazione di una curva concava, un'immagine sovraesposta con una curva convessa. Bisogna comunque considerare che una cur-

va concava ha come effetto collaterale quello di incrementare il contrasto e la grana apparente mentre una curva convessa quello di ridurli.

In generale, le limitazioni imposte dai sistemi di stampa obbligano ad una compressione delle curve tonali all'interno del range compreso tra luci ed ombre, compressione che può provocare un appiattimento generale dell'immagine e che costringe ad intervenire sui mezzitoni per contrasto, nitidezza e naturalezza dei colori.

Correzioni cromatiche

La correzione digitale del colore può essere di due tipi: *bilanciamento del colore* e *correzione selettiva del colore*. Nel primo caso si tratta delle regolazioni che utilizzano curve e livelli per bilanciare i colori singolarmente, ma che producono correzioni che hanno effetto anche sugli altri colori dell'immagine; nel secondo caso si tratta delle regolazioni che si esprimono in modalità HLS e che hanno effetto sui singoli colori.

In ogni caso le correzioni cromatiche si effettuano per neutralizzare colori dominanti, migliorare l'aspetto di alcuni colori importanti o per realizzare la corrispondenza dei colori con l'immagine stampata.

Neutralizzazione di un colore dominante. Una dominante è una tonalità o una gamma di tonalità indesiderata presente nell'immagine. Le dominanti risaltano maggiormente nei toni neutri, nelle alte luci e nei colori mnemonici, quei colori cioè legati alla nostra esperienza quotidiana.

Il modo migliore per correggere una dominante è agire sulle curve di tonalità dei singoli colori CMYK apportando le opportune regolazioni che il caso richiede: il magenta attenua il verde, il cyan il rosso e il giallo il blu.

Quando però si rende necessario eliminare un colore separato dagli altri risulta più conveniente effettuare regolazioni in modalità HLS con metodi di correzione selettiva del colore.

Migliorare alcuni colori. Scopo di questo tipo di regolazione è migliorare l'aspetto del colore, aumentandone il contrasto, la saturazione o diminuendone l'eccessiva brillantezza. Anche in questo caso occorre operare

con curve e livelli apportando di volta in volta le opportune correzioni che il caso richiede.

Alcune regolazioni molto efficaci possono essere realizzate agendo sul cosiddetto “colore indesiderato” cioè sul terzo colore, non fondamentale, di una miscela cromatica: una sua riduzione in gamme tonali scure aumenta in modo efficace la luminosità degli altri colori; un suo incremento può invece attenuare l'eccessiva brillantezza degli altri colori.

Internet

Quando si trattano immagini destinate alla stampa si è necessario lavorare con risoluzioni che devono essere di almeno 300 dpi nel caso che si utilizzino stampanti laser o addirittura di 1200/3600 dpi se si impiega una fotounità; I file immagine destinati a questo scopo quindi pesano generalmente molti megabyte.

La risoluzione invece delle immagini destinate alla fruizione sul Web non necessitano di risoluzioni così elevate poiché la qualità di visualizzazione, in questo caso, è legata alla risoluzione dei monitor che è di soli 72 dpi in ambiente Macintosh e di 96 dpi in ambiente Windows.

Poiché una delle prerogative di un buon sito Internet è quella di richiedere brevi tempi di caricamento per la consultazione, le immagini destinate alla pubblicazione in rete devono avere le minime dimensioni possibili, ed è quindi opportuno utilizzare per esse risoluzioni adeguate. Una risoluzione superiore a quella del monitor, infatti, provocherebbe soltanto un aumento delle dimensioni del file senza per contro migliorare la qualità di visualizzazione.

Un altro fattore da tenere in considerazione è la dimensione del monitor. Le dimensioni standard dei monitor variano da 640x480 a 800x600 pixel, fino a dimensioni ancora maggiori; è chiaro però che se vorremo renderci visibili al maggior numero possibile di navigatori, dovremo tarare le nostre pagine, e conseguentemente le nostre immagini, alla dimensione 640x480.

Un aspetto da considerare è che le nostre immagini se destinate alla stampa e trattate in modo corretto avranno buona probabilità di venir rappresentate in maniera soddisfacente sulla carta, in Internet invece, la loro qualità non è assoluta ma è inevitabilmente legata alle caratteristiche di visualizzazione dei monitor di chi le consulerà.

Formati immagine per Internet

Internet, si basa sul linguaggio html che supporta soltanto immagini salvate in formato JPEG, GIF o PNG.

JPEG è un formato immagine compresso caratterizzato da file molto leggeri e di buona qualità. Si tratta di una compressione per approssimazione dei colori che rende questo formato particolarmente adatto per

descrivere fotografie o comunque immagini ricche di sfumature. Purtroppo il formato JPEG non supporta il canale alfa e l'animazione.

Anche il GIF è un formato compresso ma utilizza una compressione che diminuisce il numero dei colori a 256. Il GIF si basa pertanto sulla modalità scala di colore che lo rende più adatto per rappresentare elementi grafici come disegni, pulsanti, logotipi o comunque immagini in cui non sono presenti sfumature di colore. Può supportare il canale alfa, e quindi rendere uno dei colori trasparenti, e l'animazione.

Il PNG è un formato compresso. Supporta i metodi scala di grigio, RGB con un solo canale alfa, bitmap e scala di colore senza canali alfa.

Bibliografia

Sybil Ihrig, Emil Ihrig (1999). *Immagini digitali, trattamento e stampa*. McGraw-Hill Libri Italia, Milano.

Roberto Marangoni, Marco Geddo (2000). *Le immagini digitali, formati e gestione*. Hoepli informatica, Milano.

Introduzione alla pre stampa digitale a colori, Voll. 1/4. Agfa-Gevaert, Mortsel (B).

Nomi e marchi citati nel testo sono depositate e registrati dai rispettivi produttori.