

9° Corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2001/2002



La stampabilità della carta

di Baraldi Mattia

Scuola Interregionale di Tecnologia per Tecnici Cartari

Via Don G. Minzoni, 50 - 37138 Verona



Indice

1 - Introduzione

2 - Qualità di stampa

- 2.1 - macchinabilità
- 2.2 - inchiostribilità
- 2.3 - evidenziabilità dell'immagine

3 - Caratteristiche della stampabilità della carta

- 3.1 - macchinabilità
 - 3.1.1 - speratura
 - 3.1.2 - direzione di fibra
 - 3.1.3 - doppio viso
 - 3.1.4 - densità
 - 3.1.5 - impasto fibroso
 - 3.1.6 - variazioni dimensionali
 - 3.1.7 - planarità
 - 3.1.8 - imbarcamento
 - 3.1.9 - elettricità elettrostatica
 - 3.1.10 - caratteristiche meccaniche
 - 3.1.11 - resistenza allo strappo superficiale
 - 3.1.12 - tendenza allo spolvero
 - 3.1.13 - abrasività
- 3.2 - inchiostribilità
 - 3.2.1 - liscio
 - 3.2.2 - assorbenza
 - 3.2.3 - collatura
 - 3.2.4 - resistenza all'acqua di bagnatura
 - 3.2.5 - pH superficiale
- 3.3 - evidenziabilità dell'immagine
 - 3.3.1 - grado di bianco
 - 3.3.2 - opacità
 - 3.3.3 - lucido

4 - Requisiti della carta nei sistemi di stampa

4.1 - rotocalco

4.2 - offset

4.3 - tipografia

5 - Bibliografia

1. Introduzione

Il fine di ogni procedimento grafico o sistema di stampa consiste nella riproduzione di un originale su un supporto, carta o altro materiale, di caratteristiche adeguate al particolare sistema di stampa utilizzato.

Tralasciando il fattore umano costituito dagli operatori, non tanto perché la sua influenza sia trascurabile quanto perché la sua considerazione non rientra nei nostri scopi attuali, possiamo dire che carta, inchiostro, forma stampante e macchina da stampa rappresentano i quattro fattori che determinano la qualità del prodotto finito, cioè il grado più o meno elevato di approssimazione della riproduzione grafica ottenuta al modello ideale desiderato, ossia l'originale.

La facilità di riprodurre l'originale su un supporto ed il suo livello qualitativo potrebbero essere ritenuti indicativi della "stampabilità" del particolare processo impiegato. Tale impostazione farebbe dipendere la qualità di stampa solamente alle caratteristiche della carta, mentre è doveroso prendere in considerazione anche gli altri elementi del processo come l'inchiostro, la forma stampante e la macchina da stampa.

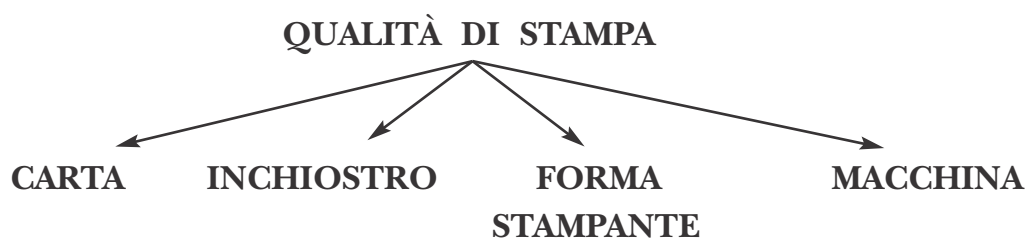
Analizzare e porre nella giusta prospettiva tutti i parametri che possono influenzare l'efficienza di un processo e quindi il livello qualitativo del prodotto stampato, comporterebbe problemi di notevole complessità.

È pertanto indispensabile ricorrere ad un compromesso, cioè tralasciare le variabili di più difficile controllo relative alle caratteristiche degli inchiostri, alle forme stampanti, alle macchine ed alle condizioni di stampa, e limitarsi a considerare invece soltanto l'insieme delle caratteristiche elementari di una carta che influenzano la sua "potenziale idoneità" ad essere adeguatamente stampata in un determinato processo.

La valutazione della stampabilità di una carta dovrà essere effettuata tenendo presente il particolare sistema di stampa con cui si intende effettuare la tiratura, in quanto le singole caratteristiche della carta possono esercitare un ruolo differente a seconda del processo di stampa adottato.

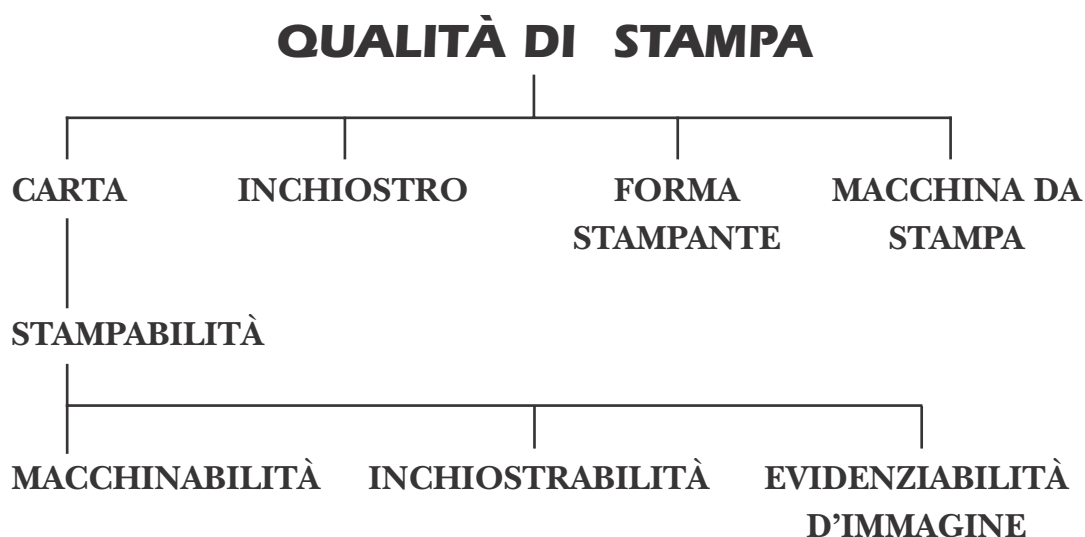
2. Qualità di stampa

La qualità di stampa è influenzata dalla modalità di trasferimento dell'inchiostro, dal principio di funzionamento delle macchine, dalla qualità del supporto e dalla qualità degli inchiostri.



In questa breve esposizione cercheremo di approfondire in maggior modo il fattore CARTA, senza mancare di mettere in evidenza l'importanza degli altri fattori sui risultati, certamente pari se non superiori alle influenze che si attendono dalla qualità della carta. Ad ogni modo per una fedeltà di riproduzione è necessario che tutti e quattro i fattori vi contribuiscano al massimo delle loro possibilità e che tra i quattro si realizzi il miglior compromesso.

È opportuno distinguere tre differenti aspetti della stampabilità della carta: cioè la “macchinabilità”, la “inchiostrabilità” e la “evidenziabilità d'immagine”.



2.1 - Macchinabilità

La macchinabilità si riferisce al comportamento fisico-meccanico del foglio o del nastro nella macchina da stampa ed è determinata quindi fondamentalmente dalle caratteristiche fisico-meccaniche della carta.

Una buona macchinabilità significherà quindi assenza di stampa fuori registro, inconvenienti meccanici, rotture, accartocciamenti, grinze, strappo superficiale, ecc. È senz'altro l'aspetto che può interessare maggiormente le carte patinate e naturali in bobina (ma anche in formato) utilizzate per la stampa in rotocalco, in rotoffset e in cartotecnica.

2.2 - Inchiostrabilità

È l'aspetto della stampabilità da porre in relazione con la ricettività della carta all'inchiostro ad essa trasferito dalla forma stampante: essa rappresenta cioè l'idoneità della carta a ricevere e a stabilizzare l'inchiostro sulla sua superficie senza dar luogo a difetti nella riproduzione. L'inchiostrabilità è quindi legata essenzialmente alle caratteristiche superficiali e chimiche della carta, quali il liscio, l'assorbimento, il tipo di struttura porosa, il pH, ecc.

2.3 - Evidenziabilità d'immagine

Si riferisce alle caratteristiche della carta che, pur senza influire sul suo comportamento all'atto della stampa, sono in grado di modificare le qualità estetiche dell'immagine riprodotta; una buona evidenziabilità d'immagine significherà quindi che la carta è dotata di caratteristiche, principalmente ottiche, tali da conferire all'immagine stampata nitidezza e contrasto e da attenuare o impedire fenomeni di visibilità dell'immagine stessa sul retro del foglio.

È opportuno sottolineare l'importanza che riveste l'uniformità di ciascuna caratteristica ai fini della qualità di stampa; entro certi limiti si potranno in effetti modificare le condizioni di stampa per adattarle al tipo di carta, a patto che le caratteristiche della carta stessa risultino uniformi: se infatti, nel corso di una tiratura, tali caratteristiche varieranno tra una zona e l'altra dello stesso foglio o lungo il nastro, questo comporterà inevitabilmente alterazioni dell'uniformità del livello qualitativo ottenibile nella riproduzione di un dato originale.

3. Caratteristiche della stampabilità della carta

3.1 - Macchinabilità

Le caratteristiche della carta che influenzano la macchinabilità sono:

3.1.1 - SPERATURA

Per speratura si intende l'aspetto che la carta manifesta quando è posta di fronte una sorgente luminosa ed è esaminata in trasparenza.

Si potranno rilevare fiocchi di fibre, di dimensioni più o meno grandi, che rendono la carta più spessa in tali zone e che si manifesta come macchie più scure rispetto alle zone in cui lo spessore della carta è più sottile.

Se le fibre sono distribuite in modo omogeneo si ha una speratura uniforme, mentre se la loro distribuzione è irregolare e sono presenti fiocchi di dimensioni abbastanza rilevanti si ha speratura nuvolosa.

Sull'aspetto della speratura influiscono lo spessore e le variazioni di spessore della carta: è evidente che la carta appare tanto più regolare quanto meno essa è trasparente e quindi quanto più è opaca.

La speratura più o meno buona dipende dal fatto che al momento della formazione del foglio le fibre tendono ad aggregarsi in fiocchi. Tale tendenza è particolarmente elevata quando l'impasto è costituito da fibre lunghe (carte tipo kraft). Se invece le fibre sono corte e l'impasto ha subito la raffinazione, la speratura è più uniforme.

3.1.2 - DIREZIONE DI FIBRA

Il processo di fabbricazione della carta su macchina continua impartisce un preferenziale orientamento delle fibre nella direzione di fabbricazione: questo determina il differente comportamento fisico-meccanico nella direzione di macchina o longitudinale rispetto alla direzione trasversale.

In particolare la resistenza alla trazione e la rigidità sono sempre maggiori nella direzione longitudinale, mentre l'allungamento, la resistenza alla lacerazione e l'igroespansività sono invece sempre più elevate nella direzione trasversale.

3.1.3 - DOPPIO VISO

In conseguenza della modalità di fabbricazione si possono avere differenze di finitura e quindi diversità di caratteristiche superficiali tra le due facce del foglio di carta: diretta conseguenza di ciò è il “doppio viso” della carta, cioè la notevole differenza strutturale fra lato tela e lato feltro. La differenza tra una faccia e l'altra della carta si rileva anche in termine di liscia-tura, assorbimento di inchiostro, pulizia superficiale, tendenza allo spolve-ro ed abrasività in funzione del diverso contenuto di cariche minerali.

Nei vecchi sistemi a tavola piana, contro la tela vi sono le fibre lunghe e pesanti, su cui si depositano, a mano a mano, fibre più corte e leggere, mentre le cariche, le frazioni fini e i componenti più leggeri (contaminan-ti-sporco) rimangono in superficie.

Il lato feltro, contenente fibre più corte ed i componenti più fini, si pre-senta più chiuso ed omogeneo, mentre il lato tela è più aperto e disomo-geneo. Sul lato tela così è più elevata la resistenza alla spellatura (meno spolvero), mentre è minore l'assorbenza all'inchiostro (inchiostrazione nei fondi pieni meno omogenea); al contrario il lato feltro ha più debole resi-stenza superficiale, ma maggior assorbenza agli inchiostri.

3.1.4 - DENSITÀ (MASSA VOLUMICA)

La densità o massa volumica è il rapporto tra la grammatura e lo spes-sore della carta. Carte di più elevata densità saranno infatti rappresentative di un supporto con fibre più legate e di una struttura più compatta cui cor-risponderanno una minore compressibilità e quindi una più bassa lisciabi-lità, pori di minori dimensioni, miglior caratteristiche di resistenza mecca-nica ed, in particolare, una maggior igro-espansività.

3.1.5 - IMPASTO FIBROSO

Anche la natura dell'impasto fibroso, cioè i tipi e le relative percentua-li dei materiali fibrosi utilizzati nella fabbricazione della carta, influisce indirettamente sulla macchinabilità della stessa, determinando caratteristi-che di resistenza meccanica più o meno elevate.

Sotto tale aspetto la presenza, per esempio, di pasta legno non sarebbe da ritenere particolarmente vantaggiosa, in quanto essa ha resistenza mec-canica piuttosto bassa, non dovrebbe essere impiegata per carte destinate al settore dell'imballaggio il cui requisito fondamentale è la resistenza.

In compenso, tuttavia, la pastalegno possiede un volume specifico molto alto, e quindi elevata compressibilità e lisciabilità, una buona opacità.

Queste caratteristiche, nel loro complesso conferiscono alla pastalegno buoni requisiti di stampabilità oltre al fatto che la pastalegno rappresenta una materia fibrosa poco costosa. Trova impiego, infatti, nella carta destinata a durare poco, come carta per periodici, giornali, o come supporto per carte patinate.

3.1.6 - VARIAZIONI DIMENSIONALI E IGROESPANSIVITÀ

Le variazioni dimensionali, le ondulazioni, gli imbarcamenti e comunque tutte le irregolarità di carattere geometrico come, nel caso della carta in fogli, la mancanza di planarità o una difettosa squadratura e, nel caso di bobine, la presenza di ovalizzazioni e un avvolgimento non compatto possono dar luogo a formazione di pieghe ed altri inconvenienti durante il passaggio della carta in macchina. Conseguenza di questo sarebbero lunghi tempi morti nel corso della tiratura per rimuovere gli intralci e procedere al successivo avviamento della macchina da stampa.

Come è noto la carta contiene sotto forma di umidità una quantità d'acqua residua del ciclo di fabbricazione che in condizioni normali è compresa tra il 5% e il 10%.

La grandezza fisica che determina l'equilibrio fra aria e carta è la tensione del vapor d'acqua. L'acqua contenuta nella carta dà luogo ad una tensione di vapore che dipende essenzialmente da due parametri: il contenuto d'acqua della carta e la temperatura (a temperatura costante la tensione di vapore è in funzione esclusivamente del contenuto di acqua).

Tenendo presente che "l'adsorbimento" è un fenomeno esotermico, esso sarà favorito da una diminuzione della temperatura. Agendo in senso contrario, invece, un aumento della temperatura tenderà a far diminuire il contenuto d'acqua attraverso l'evaporazione.

L'equilibrio igrometrico fra carta ed aria è raggiunto quando la tensione di vapore dell'acqua nella carta è uguale a quella nell'aria.

L'equilibrio carta-aria si raggiunge o attraverso l'assorbimento del vapor d'acqua contenuto nell'aria da parte della carta, o mediante cessione di acqua della carta all'aria.

I cambiamenti di umidità delle fibre sono sempre accompagnati da fenomeni di rigonfiamento o di restringimento, cioè da un aumento o una diminuzione del volume delle fibre. Cambiamenti di questo genere causano variazioni dimensionali nel foglio o nel nastro di carta che variano al variare dell'umidità relativa dell'ambiente.

Le variazioni dimensionali nella direzione trasversale sono nettamente più elevate di quelle relative alla direzione longitudinale del foglio e del nastro di carta. Ciò avviene sia perché il rigonfiamento delle fibre si manifesta maggiormente nella direzione trasversale, sia perché durante l'essiccamento della carta in macchina continua il nastro può restringersi nella direzione trasversale, mentre non può fare altrettanto nell'altra direzione poiché è sottoposto all'azione dei tiri di macchina. Si sviluppano così delle tensioni per cui il nastro (quindi il foglio) risulta come "stirato" nella direzione longitudinale.

Tra le cause che determinano le variazioni dimensionali della carta occorre prendere in considerazione l'IGROESPANSIVITÀ, cioè la sua tendenza più o meno spiccata a dilatarsi o a contrarsi quando aumenta o diminuisce l'umidità relativa dell'atmosfera rispetto all'umidità di equilibrio della carta.

L'igroespansività di una carta dipende in modo particolare da una caratteristica intrinseca delle fibre che la costituiscono. L'igroespansività dipende anche dalla qualità della carta: le carte voluminose, infatti, si deformano meno di quelle dense, le carte con pastalegno meno di quella con pura cellulosa quindi, le carte contenenti cariche minerali meno di quelle che ne sono prive, le carte poco raffinate meno di quelle molto raffinate.

Tuttavia è bene ricordare che sulle deformazioni della carta influisce assai più la differenza fra l'umidità di equilibrio della carta e quella dell'ambiente che non l'igroespansività in sé.

Nella stampa a colori della carta le variazioni dimensionali possono rappresentare la causa di difetti di registro: la igroespansività nella direzione trasversale è molto maggiore di quella in direzione longitudinale. È per questa ragione che la carta in formato è tagliata preferibilmente, e nel caso della stampa offset obbligatoriamente, in maniera che il lato lungo del foglio corrisponda alla direzione longitudinale.

3.1.7 - PLANARITÀ

La differenza fra l'umidità relativa dell'ambiente e l'umidità relativa di equilibrio della carta, influisce particolarmente sulla planarità della carta (soprattutto in formato), provocando deformazioni che le impediscono di rimanere ben distesa.

Quando è l'ambiente a cedere umidità alla carta, le risme o le pile di fogli si deformano nella parte esterna, perché l'orlo dei fogli assorbe rapidamente ed aumenta la sua lunghezza (succede anche sui bordi delle bobine). Ciò provoca la comparsa di ondulazioni.

L'inconveniente può manifestarsi anche quando la carta è in equilibrio con l'ambiente; tuttavia se la carta è ad una temperatura molto bassa e viene trasportata in un ambiente a temperatura normale è necessario lasciare trascorrere del tempo sufficiente per consentire alla carta di mettersi in equilibrio con la temperatura ambiente, prima di togliere l'imballo e quindi di stampare.

Quando l'umidità relativa dell'ambiente, invece, risulta inferiore di quella di equilibrio della carta, sarà la parte esterna della pila che perderà acqua per evaporazione, la pila si abbassa verso l'esterno e forma una pancia al centro.

I difetti passati in esame possono causare inconvenienti più o meno gravi durante la stampa della carta. Infatti la mancanza di planarità porta alla formazione di pieghe o di grinze nel passaggio del foglio tra la forma e il cilindro di pressione, a riproduzioni di immagini fuori registro, alla rottura del nastro nel caso di stampa con alimentazione da bobina, perché si può avere una distribuzione irregolare delle tensioni del nastro in rotativa.

Particolarmente esigente è la stampa offset e l'esigenza aumenta con l'aumentare del numero di colori, a causa delle difficoltà di registro che si verificano ad ogni passaggio.

Per evitare o contenere per quanto è possibile l'insorgere dei difetti, dovuti ad una planarità non uniforme, è possibile condizionare la carta in modo che la sua umidità relativa di equilibrio corrisponda all'umidità relativa dell'ambiente.

La mancanza di planarità può avere diverse origini: cattivo asciugamento della carta in macchina continua, innalzamento repentino di temperatura da un cilindro essiccatore al successivo, cattiva regolazione nelle tensioni dei feltri, irregolarità dei cilindri della calandra; più frequente-

mente però questo difetto è originato dalla disuniformità di umidità nei diversi punti del foglio.

3.1.8 - IMBARCAMENTO

È un fenomeno causato essenzialmente dal diverso comportamento manifestato dai due strati di cui si può ritenere sia formato il foglio di carta, cioè quello a contatto con il lato tela e quello a contatto con il lato feltro, quando l'umidità relativa dell'ambiente cambia e mutano le condizioni di equilibrio con la carta.

Si può parlare di imbarcamento quando la carta non è in equilibrio igrometrico con l'ambiente e uno delle due facce del foglio assorbe (o cede) più umidità dell'altro lato. Avviene allora una diversa dilatazione o contrazione dei due lati del foglio, il quale si incurva verso la faccia che si è dilatata di meno.

La diversità di comportamento delle due facce del foglio può avere diverse cause, tra cui l'orientamento delle fibre: quanto è maggiore l'anisotropia di orientamento delle fibre fra una faccia e l'altra del foglio, tanto più forte è l'imbarcamento.

Il fattore che influisce però maggiormente deriva dall'andamento della seccheria della macchina continua: se l'essiccamento avviene in modo disuniforme sui due lati.

3.1.9 - ELETTRICITÀ STATICA

La carica elettrostatica si verifica nel processo di stampa tra la carta e le parti della macchina a contatto.

Per la loro stessa natura, gli atomi, formati da un nucleo centrale positivo circondato da elettroni negativi con sommatoria di cariche uguale a zero, possono cedere o acquistare carica elettrica; gli elettroni infatti possono essere aggiunti o tolti mediante un'azione esterna (attrito, pressione, oscillazioni di temperatura). Quando due corpi si sfregano, provocano uno squilibrio che, a seconda delle migrazioni di cariche, permette ad un corpo di rimanere caricato positivamente e all'altro di caricarsi di segno opposto.

Molti materiali di natura fibrosa appartengono alla categoria dei non-conduttori elettrici o isolanti, e tendono a formare cariche elettrostatiche. La carta è, appunto, un cattivo conduttore e l'elettricità statica è generalmente presente solo nei non-conduttori (carta) o nei conduttori isolati

(acqua nella carta).

Il conduttore è quindi fondamentalmente rappresentato dalla quantità d'umidità contenuta nella carta: per questo, le cariche statiche si verificano spesso nella carta asciutta e calda, poiché è un buon isolante.

Finché il foglio è umido non si carica di elettricità; quando il tasso di umidità scende a valori inferiori a 7-8% iniziano a manifestarsi cariche elettriche in superficie. Le cariche superficiali vengono prodotte dagli sfregamenti della carta contro i cilindri essiccatori prima e dalle calandre poi.

Le grammature leggere, le elevate velocità di lavorazione e l'ambiente di lavoro secco amplificano tale fenomeno.

Sulle macchine da stampa rotative si possono produrre cariche che portino ad inconvenienti di accumulo di polvere o di rifiuto di inchiostro.

Il miglior sistema per scaricare l'elettricità statica della carta consiste nell'umidificare la carta stesse bisognerebbe mantenere l'umidità relativa in sala stampa tra il 50% e il 65%.

L'accumulo di elettricità statica provoca alcuni inconvenienti fra cui difficoltà in fase di alimentazione della carta, di distacco dalla forma stampante e di macchinabilità in genere.

È necessario trovare un compromesso di umidità del foglio, poiché se la carta è troppo umida risulta floscia e oltre ad influire sulla lisciatura della carta favorendo il pericolo di formazione di tagli, può dare difficoltà di tenuta di registro e l'inchiostro può asciugare con eccessiva lentezza.

3.1.10 - CARATTERISTICHE MECCANICHE

Le caratteristiche meccaniche nella carta manifestano la loro importanza sotto molti aspetti.

Nella stampa da bobina è necessario che il nastro sopporti le sollecitazioni a trazione senza incorrere in rotture: la carta dovrà quindi presentare buone caratteristiche di lunghezza di rottura, per essere in grado di assorbire in particolare le brusche sollecitazioni, unitamente ad un'elevata resistenza alla lacerazione in modo da minimizzare gli effetti dovuti alla presenza di tagli o imperfezioni ai bordi del foglio di carta. Le caratteristiche di resistenza della carta rientrano ormai abitualmente entro valori medi accettati da un gran numero di tipi di macchine e di procedimenti. La rottura non avviene di solito per generica ed insufficiente resistenza della carta, ma è quasi sempre un'anomalia del foglio o del suo allestimento o

della conduzione della macchina da stampa (come fori, tagli, cordoni, fasce, oppure tiri o errata ortogonalità).

Nella stampa della carta da giornale, data l'elevata velocità delle rotative offset ed in conseguenza del valore di resistenza meccanica piuttosto contenuto che tale tipo di carta presenta, allo scopo di attenuare gli inconvenienti dovuti a scarsa macchinabilità è opportuno che la carta possieda un contenuto di umidità relativamente elevato che, rendendo le fibre più flessibili, le renda in grado di sopportare meglio le sollecitazioni, senza incorrere in frequenti rotture del nastro.

Nel caso di carta per offset, in cui la presenza dell'acqua di bagnatura rappresenta già un fattore che, indebolendo i legami tra fibre degli strati superficiali della carta favorisce il manifestarsi del difetto di strappo superficiale; si fa uso frequentemente di carte collate, oltre che in impasto, anche in superficie, in modo da impartire alla carta una maggiore tenacità e quindi aumentare la resistenza meccanica.

La valutazione dei differenti tipi di resistenza meccanica della carta, e cioè della resistenza alla trazione, alla lacerazione, allo scoppio, alla flessione (rigidità), allo sgualcimento, all'abrasione ecc., dovrà inoltre essere effettuata tenendo conto del particolare impiego che la carta in esame dovrà trovare dopo la stampa.

3.1.11 - RESISTENZA ALLO STRAPPO SUPERFICIALE

Al momento della stampa, sotto l'azione della pressione, la carta viene in contatto per un brevissimo tempo, con la superficie inchiostrata della forma stampante e quindi si allontana da questa: lo strato d'inchiostro si suddivide in due, uno dei quali rimane aderente alla forma mentre l'altro si trasferisce alla superficie della carta. In fase di distacco della carta dalla forma stampante, l'inchiostro esercita una trazione sulla superficie della carta tanto più grande quanto più elevate risultano la viscosità dell'inchiostro (tiro dell'inchiostro) e la velocità di stampa.

Se la forza necessaria per suddividere l'inchiostro in due strati è più elevata della forza con cui risultano legate le fibre degli strati superficiali (o nel caso delle carte patinate del suo ancoraggio al supporto e quindi un adatto contenuto legante) si potrà manifestare il difetto dello strappo superficiale.

Tale inconveniente può manifestarsi sotto differenti aspetti che vanno

dal sollevamento di fibre e di particelle di patina o al loro completo distacco, alla formazione di vesciche, fino alla delaminazione del foglio.

Una buona raffinazione e una buona collatura interna e superficiale sicuramente diminuiranno la probabilità che tale problematica si verifichi.

3.1.12 - TENDENZA ALLO SPOLVERO

Anche la “tendenza allo spolvero” di una carta può, come la “resistenza allo strappo superficiale”, essere considerata una caratteristica in grado di influenzare sia la macchinabilità che l’inchiostrabilità.

Il difetto di spolvero è dovuto alla presenza di particelle, quali frammenti di fibra di carica minerale, scagliette di patina non sufficientemente legate o ancorate alla superficie della carta che si distaccano da essa per sfregamento durante le operazioni di trasformazione e di stampa.

Se la carta è molto secca, si carica facilmente di elettricità statica e favorisce l’allontanamento delle particelle superficiali.

Durante la stampa la “polvere” può accumularsi sulla forma stampante o sul telo gommato in offset, provocando oltre a difetti di stampa (comparsa di zone non inchiostrate in corrispondenza delle zone sporche), anche fermimacchina più o meno frequenti per contenere l’entità dei difetti citati e gravi danneggiamenti alla superficie della forma stampante se la polvere contiene particelle abrasive. La conseguenza diretta quindi di questa presenza costringe lo stampatore ad intensificare i lavaggi della macchina da stampa.

Il materiale di spolvero può comunque essere presente sulla superficie della carta già prima dell’operazione di allestimento oppure può prodursi anche durante il taglio della carta in formato.

La tendenza allo spolvero può essere contenuta con l’aggiunta di leganti all’impasto.

3.1.13 - ABRASIVITÀ

Le materie fibrose impiegate per fabbricare la carta di per sé non hanno carattere abrasivo, mentre talune cariche minerali (per natura o per insufficiente grado di finezza) causano abrasività superficiale, che arreca gravi danni in fase di utilizzazione.

Alcune cariche sono abrasive per loro natura, avendo un elevato grado di durezza, come silice o silicati, carbonato di calcio, ecc.

In offset i corpuscoli abrasivi possono conficcarsi nei “caucciù” e, con il tempo, rovinare le lastre metalliche. Tale stampa può tollerare carte con pigmenti abrasivi a patto che le particelle di carica si trovino perfettamente ancorate al foglio.

Nella stampa rotocalco è praticamente inaccettabile una carta abrasiva, anche se la macchina è dotata di cilindri cromati. I materiali abrasivi, al momento dell'inchiostrazione, abbandonano la superficie della carta e si uniscono all'inchiostro liquido, rovinando, durante la raclatura, il filo della racla, che non pulendo perfettamente lascia una traccia sotto forma di riga finissima rettilinea o di fascio di righe parallele.

3.2 - Inchiostrabilità

L'inchiostrabilità rappresenta la potenziale idoneità della carta ad essere adeguatamente stampata. Essa è determinata da alcune caratteristiche superficiali e chimiche della carta, quali il liscio, la compressibilità, l'assorbimento e il tipo di struttura porosa, la bagnabilità, la collatura, il pH e la resistenza all'acqua di bagnatura.

Tali caratteristiche devono consentire l'idoneo trasferimento all'inchiostro dalla forma stampante ed il suo rapido ancoraggio sulla superficie della carta senza che si manifestino difetti nella riproduzione dell'immagine.

3.2.1 - LISCIO E COMPRESSIBILITÀ

La superficie della carta, anche quella meglio livellata, presenta infatti sempre delle irregolarità che possono presentare l'aspetto di avvallamenti e di rilievi. Se la carta non è patinata, tali irregolarità sono dovute a fibre o aggregati di fibre che sporgono rispetto al livello medio della superficie; nel caso di carta patinata, le irregolarità sono rappresentate dalla trama superficiale della patina che è legata alle caratteristiche reologiche della formulazione della patina, all'assorbimento del supporto e al sistema di applicazione adottato.

L'effetto della compressione cui viene sottoposta la carta durante la calandratura è la diminuzione dello spessore, dell'assorbimento, dell'opacità e della compressibilità della stessa: conseguenze secondarie che spesso non sono gradite ai fini della stampa.

Il liscio dipende anche dalla composizione dell'impasto: la pastalegno permette di ottenere mediante calandratura alti livelli di liscio, e lo stesso effetto si ottiene con un elevato contenuto di materiale di carica che conferisce voluminosità e sofficietà alla carta.

La funzione che il liscio svolge ai fini della ricettività all'inchiostro consiste nel consentire un contatto più o meno completo con la forma stampante al momento in cui avviene il trasferimento dell'inchiostro dalla forma alla superficie della carta. Quanto più il liscio è elevato, tanto migliore risulterà il contatto tra forma e carta e tanto più elevata sarà sia la quantità d'inchiostro trasferita alla carta (con un dato inchiostro e per una data inchiostrazione della forma), sia l'omogeneità dell'immagine riprodotta.

Occorre però parlare, in questo momento, del "liscio di stampa": il liscio della carta sottoposta alla pressione di stampa è influenzato oltre che dalla struttura superficiale della carta anche dalla compressibilità e dalla elasticità della stessa. Ciò che conta effettivamente ai fini della ricettività all'inchiostro è il reale stato che viene ad assumere la superficie della carta quando viene sottoposta alla pressione di stampa.

La compressibilità quindi contribuisce ad assicurare insieme al liscio un più "intimo" contatto tra la forma da stampa e la superficie della carta. È da tener presente che carte non molto lisce ma piuttosto comprimibili consentono di ottenere un risultato qualitativo di stampa superiore a quello che si può raggiungere utilizzando carte molto lisce ma carenti sotto l'aspetto della compressibilità.

3.2.2 - ASSORBENZA E TIPO DI STRUTTURA POROSA

Ai fini dell'inchiostribilità anche le caratteristiche di assorbenza svolgono un ruolo di fondamentale importanza: esse influenzano infatti la ricettività, l'immobilizzazione e la stabilizzazione dell'inchiostro, ossa la prima fase del processo di essiccamento dell'inchiostro stesso.

Le carte non patinate rappresentano un materiale essenzialmente poroso, costituito da aggregati di fibre variamente disposte ed intrecciate, che determinano spazi interfibra o pori della carta, la cui larghezza può oscillare da valori prossimi ad 1micron a valori elevati e cioè dello stesso ordine di grandezza degli elementi fibrosi costituenti la carta.

Nelle carte patinate invece, lo stato superficiale è costituito da pigmenti uniti fra loro per mezzo di un legante dando luogo ad interstizi di picco-

le dimensioni, che rappresentano i “pori” della superficie patinata. Si avrà pertanto una struttura porosa, nella quale l’intervallo di distribuzione dei pori è molto più ristretto rispetto alle carte naturali. Si potrebbe dire che tutte le carte patinate sono microporose in rapporto alle carte non patinate.

Facendo riferimento a tutta la gamma delle carte patinate e non patinate, si può dire, come già accennato, che le caratteristiche di assorbimento della superficie di una carta, dipendenti dal numero, dalla forma e dalle dimensioni dei pori più prossimi alla superficie, sono quelle che condizionano la penetrazione dell’inchiostro sia nel corso della stampa che successivamente. In corrispondenza degli spazi con diametro più grande ha luogo una penetrazione dell’inchiostro tale quale in quanto riescono a penetrare sia il veicolo che il pigmento, mentre in corrispondenza degli spazi con diametro inferiore la penetrazione è accompagnata da una separazione dei componenti, cioè una filtrazione: in tali spazi penetra pertanto parte del veicolo mentre il pigmento si arresta, inglobato nella parte di veicolo che non è stata assorbita dalla superficie della carta. I fenomeni di penetrazione e filtrazione sono del tutto generali, nel senso che si manifestano sempre, seppure in grado differente, con gli inchiostri e le carte di qualsiasi tipo (con carte che presentano una struttura spiccatamente macroporosa, come la carta da giornale in cui prevalgono spazi interfibra di considerevole diametro, la penetrazione rappresenta il fenomeno più appariscente).

3.2.3 - COLLATURA

Come è noto, una carta collata oppone una certa resistenza alla penetrazione dell’acqua e dei liquidi acquosi, che invece sono assorbiti più o meno rapidamente quando la carta non è collata.

Per effettuare la collatura è necessario trattare la carta con idonee sostanze, che possono essere aggiunte in impasto o in superficie. Nel primo caso il trattamento dell’impasto è fatto con piccole quantità di collanti a base di colofonia o paraffina, oppure di prodotti organici sintetici, che non riescono provocare una apprezzabile diminuzione dell’assorbimento della carta, ma abbassano invece notevolmente la bagnabilità delle fibre. Tali sostanze fortemente idrorepellenti, formano sottili pellicole disposte sulla parete esterna delle fibre che pertanto si bagnano con difficoltà: ciò ostacola la penetrazione dell’acqua nel corpo della carta, senza tuttavia impe-

dirla. Il processo di collatura quindi va a variare la velocità penetrazione dell'acqua nella carta. Una collatura piuttosto elevata prende il nome di collatura forte o collatura da scrivere, perché essa è una caratteristica essenziale delle carte da scrivere quando si utilizzano inchiostri acquosi: carte insufficientemente collate darebbero luogo in tal caso a spandimenti e trapelamento dei grafismi.

3.2.4 - RESISTENZA ALL'ACQUA DI BAGNATURA e pH SUPERFICIALE

L'assorbimento all'acqua è, per le carte destinate all'offset, un'importante caratteristica d'inchiostroabilità.

Durante il processo di stampa, come è noto, l'acqua di bagnatura ricopre non solo le zone non stampanti della lastra, e quindi quelle corrispondenti del tessuto gommato, ma è presente sotto forma di piccole goccioline anche nello strato d'inchiostro distribuito sulle zone stampanti. Al momento del contatto del cilindro gommato con la carta, è necessario che tali goccioline vengano assorbite dalla carta con velocità idonea ad eliminare il rischio che l'acqua possa interferire con il regolare trasferimento dell'inchiostro. Analogamente avviene per la stampa a colori: l'acqua deposita dal primo gruppo stampante deve essere assorbita rapidamente in modo da non ostacolare il trasferimento dell'inchiostro dalle successive forme stampanti. Un eccessivo rallentamento della penetrazione dell'acqua può dare luogo ad un indebolimento (l'acqua indebolisce i legami tra le fibre) e ad una disuniformità dell'immagine stampata (problemi di trasferimento dell'inchiostro). L'impiego di acqua di bagnatura nella stampa offset implica la necessità di un'adeguata resistenza all'acqua per le carte patinate. Può accadere che componenti solubili della patina, come ad esempio agenti tensioattivi, passando nei liquidi di bagnatura ne alterino la composizione e le proprietà e diano luogo a fenomeni di emulsificazione dell'inchiostro nell'acqua di bagnatura che originano il difetto di velatura.

È importante che il pH superficiale sia mantenuto entro i limiti non troppo lontani dalla neutralità (tra 6,5 - 7,5): un pH eccessivamente acido può alterare il colore degli inchiostri e soprattutto rallentare il loro processo di essiccazione; pH troppo alcalini possono invece abbassare eccessivamente l'acidità dell'acqua di bagnatura e provocare il difetto di velatura.

3.3 - Evidenziabilità d'immagine

Questo parametro comprende le caratteristiche della carta che, pur non esercitando alcun effetto sulla macchinabilità e sull'inchiostribilità, contribuiscono ad influenzare l'aspetto estetico dell'immagine stampata, cioè a conferirle nitidezza e contrasto e ad impedire o a contenere fenomeni di visibilità sul retro. Le più importanti fra tali caratteristiche sono le proprietà ottiche e cioè il grado di bianco, l'opacità, il lucido; oltre alle proprietà ottiche, occorre considerare come appartenenti a questo gruppo anche l'omogeneità e l'uniformità della superficie della carta così come la presenza di eventuali strutture o goffrature impartite alla superficie per produrre effetti estetici particolari.

3.3.1 - GRADO DI BIANCO

Fra le caratteristiche ottiche il grado di bianco o "il colore" della carta contribuisce in modo fondamentale a creare un opportuno contrasto rispetto al colore dell'immagine stampata.

Il fattore che più influisce sul grado di bianco di una carta è il grado di bianco stesso delle materie fibrose utilizzate nella composizione della carta; il grado di raffinazione, come pure la pressatura ad umido e la calandratatura ne determinano una diminuzione (diminuiscono anche l'opacità).

Naturalmente anche i materiali di carica influiscono sul bianco, aumentandolo se sono usati materiali di carica più bianchi delle materie prime fibrose.

Un sistema per aumentare il bianco di una carta è quello di aggiungere sbiancanti ottici, generalmente in impasto, che agiscono per effetto della fluorescenza. Gli sbiancanti o candeggianti ottici utilizzati in campo cartario, quali i derivati dello stilbene, vengono eccitati dalle radiazioni ultraviolette ed emettono radiazioni fluorescenti nel visibile, aumentando la quantità di luce riflessa dalla carta nello stesso campo di lunghezza d'onda per cui la carta appare più bianca (cioè nel blu).

3.3.2 - OPACITÀ

Altra importante caratteristica ottica è l'opacità che deve essere sufficientemente elevata per impedire la formazione di fenomeni come il trapasso dell'immagine.

Un elevato valore di opacità della carta può tuttavia non essere di per sé sufficiente a garantire l'assenza degli inconvenienti sopra citati. Nelle carte con elevati valori di assorbimento la "visibilità sul retro" può in effetti risultare superiore a quanto ci si aspetterebbe in base al valore di opacità rilevato sulle carte stesse. Ciò può verificarsi perché con queste carte può avvenire una penetrazione del pigmento negli strati superficiali e del veicolo dell'inchiostro ancora più in profondità nel corpo della carta. Riempiendo in questo modo gli spazi interfibra prima occupati dall'aria con un mezzo avente indice di rifrazione pari a quello delle fibre si provoca una diminuzione dell'opacità.

Sono molteplici i fattori che influenzano l'opacità: a parità di altre condizioni, quanto più è alta la grammatura, tanto maggiore è l'opacità; a parità di grammatura sull'opacità influiscono lo spessore, la struttura e il colore del foglio (ciò vuol dire che una cellulosa greggia è più opaca della corrispondente bianchita e che una carta "nuanzata" è più opaca dell'impasto di partenza).

Per quanto riguarda l'influenza della struttura del foglio sull'opacità, occorre tenere presente che questa aumenta al diminuire dei punti di contatto ottico tra le fibre; pertanto gli impasti poco raffinati daranno luogo a carte più opache rispetto a quelle ottenibili da impasti molto raffinati. La raffinazione determina infatti un maggior modellamento delle fibre e lo sviluppo di un maggior numero di legami tra le fibre stesse e produce in definitiva un foglio più compatto, meccanicamente più resistente, ma più trasparente.

Anche un aumento della densità apparente fa diminuire l'opacità in quanto aumentano i punti di contatto ottico, mentre un aumento della voluminosità porterà ovviamente ad un aumento dell'opacità.

La quantità di particelle fini presenti nell'impasto costituisce un'altra variabile importante per l'opacità: avendo un'elevata superficie specifica moltiplicano le riflessioni e le rifrazioni della luce che penetra nella carta aumentando così anche l'opacità. Per tale motivo la pastalegno, ricca di particelle fini, contribuisce a far aumentare l'opacità. In questo modo con-

tribuiscono anche i materiali di carica (biossido di titanio) e in modo particolare se sono costituiti da particelle di piccole dimensioni.

3.3.3 - LUCIDO

Anche il lucido contribuisce a modificare l'aspetto e il contrasto dell'immagine stampata.

Il lucido, come il colore, non è una proprietà fisica delle superfici ma è la sensazione che un osservatore prova quando il suo occhio è colpito dalla luce riflessa direzionalmente da una superficie.

La superficie lucida per eccellenza è quella di uno specchio che riflette tutta la luce che incide su di esso: la superficie "matt" per eccellenza è quella del diffusore perfetto che invece diffonde tutta la luce incidente in tutte le direzioni (le superfici reali hanno un comportamento intermedio tra i due ora citati).

Quando un fascio di raggi paralleli colpisce la superficie di un corpo (nel nostro caso la carta) costituito da particelle separate le une dalle altre da un mezzo avente indice di rifrazione differente, la luce inviata da tali particelle si suddivide in una componente speculare riflessa secondo un angolo uguale a quello di incidenza, che è quella che determina la sensazione di lucido, ed una componente diffusa riemessa in tutte le direzioni compresa quella di incidenza e di riflessione che produce, invece, la sensazione di colore.

La sensazione di lucido dipende da vari fattori: natura della sorgente luminosa, angolo di incidenza della luce, angolo di osservazione, ecc., ma il fattore più importante è rappresentato dalla microstruttura della superficie riflettente.

Nel caso della carta, le particelle di fibra, carica minerale e pigmento che si trovano sulla superficie del foglio, possono essere assimilate a tanti specchietti elementari. Per ottenere un foglio dall'apparenza "matt" bisognerà che le particelle superficiali siano orientate in tutte le direzioni, per ottenere invece un foglio dall'apparenza più lucida l'inclinazione delle particelle rispetto al piano del foglio dovrà diminuire.

Proprio per il bisogno di aumentare il lucido sono state introdotte le calandre e le lisce: sotto la pressione dei loro cilindri l'orientamento delle particelle superficiali della carta tende ad uniformarsi.

4. Requisiti della carta nei sistemi di stampa

In Europa il procedimento più diffuso per la stampa dei periodici è quello rotocalcografico, negli Stati Uniti quello offset.

Esistendo una sostanziale differenza tra questi processi, i requisiti di stampabilità per questi due tipi di carta sono diversi.

4.1 - Rotocalco

Le caratteristiche della carta in relazione a possibili difetti di punti mancanti sono da correlare alla lisciatura e comprimibilità.

Se alcune cellette, in stampa rotocalco, non riescono a trasferire correttamente l'inchiostro sulla carta, la stampa potrà presentare punti bianchi, che le impartiscono un aspetto "sgranato". La carta, infatti, se non è perfettamente liscia, con incavature maggiori di una celletta non permette un corretto contatto tra l'inchiostro e il supporto e non si ha il trasferimento. Essendo la carta compressibile, si può agire sulle pressioni di stampa per migliorare il contatto. Si può eliminare l'inconveniente impiegando carte patinate: la patina aumenta notevolmente il liscio, ma anche la durezza superficiale del foglio, con conseguente diminuzione della comprimibilità. Così, la carta destinata ai periodici stampati in rotocalco deve essere calandrata. L'operazione di calandratura (schacciamento e lucidatura della carta) si rende necessaria quando si vuole ottenere stampe di un certo livello qualitativo in particolar modo con alcuni procedimenti di stampa come il rotocalco e la tipografia. La calandratura deve lucidare senza tuttavia schiacciare in maniera eccessiva la carta, poiché diventerebbe trasparente e dura e quindi non in grado di riprodurre fedelmente il retino inciso sul cilindro rotocalco. La carta deve ricevere bene rapidamente l'inchiostro, senza lasciarlo penetrare in profondità, ottenendo così una stampa brillante e senza comparsa di inchiostro sull'altra faccia del foglio. La carta per rotocalco è poco collata, dal momento che l'eccessiva collatura può disturbare l'assorbimento superficiale all'inchiostro.

La grammatura può variare entro limiti molto ampi, da 45 fino a 120 g/mq.

4.2 - Offset

Un tempo la carta destinata alla stampa offset doveva essere di pura cellulosa, con superficie ruvida e molto collata.

Le carte ruvide, non avendo avuto alcun trattamento lisciante, presentano un assorbimento di inchiostro maggiore; lo scopo è quello di mantenere inalterato lo spessore e quindi di lasciare al foglio la massima “mano”, il massimo volume specifico. Si possono così ottenere carte con mano di 1,5 o mano 2 (lo spessore cioè si presenta 1,5 o 2 volte superiore alla grammatura). Tali valori come già detto in precedenza sono condizionati anche dal contenuto dell'impasto.

Le caratteristiche della carta per la stampa offset sono legate alla resistenza, alla spellatura ed allo spolvero; in caso contrario sono necessari frequenti e costosi lavaggi, che provocano perdite di produzione e differente inchiostrazione. La tenacità dell'impasto fibroso in questo processo di stampa, dove un cilindro rivestito in gomma prelevando l'immagine dalla lastra metallica inchiostrata la trasporta sulla carta, evita la spellatura della carta o il distacco dalla sua superficie di particelle di polvere; la superficie ruvida diminuisce il tiro esercitato dall'inchiostro; la collatura mitiga il rigonfiamento delle fibre, provocato dalla leggera umettatura impartita al foglio dalla stessa rotativa. In seguito i progressi nella produzione degli inchiostri hanno allargato la possibilità del procedimento, consentendo la stampa anche di superfici lucide e con carta contenente elevate percentuali di pastalegno, carica e pasta disinchiostata.

Rimangono sempre valide alcune esigenze fondamentali, come l'orientamento delle fibre, poiché nel processo offset devono essere minime le variazioni dimensionali causa di un registro non corretto durante la stampa. Per un buon risultato di stampa è necessario un costante ed omogeneo grado di umidità; in caso contrario non sarà possibile avere un buon registro. Anche la mancanza di perfetta planarità del foglio provoca la formazione di grinze e possibili fuori registro sul gruppo colore con conseguenti copie di scarto. Tale difetto avviene più facilmente in stampa offset che non in tipografia, dal momento che in offset c'è un contatto totale del foglio con il tessuto gommato (il contatto riguarda sia i grafismi che i contrografismi). Le grinze si verificano nel caso di variazioni trasversali di grammatura e/o di umidità. La buona collatura contribuisce anche a ren-

dere ma carta meno sensibile alle variazioni di umidità e per le carte patinate è fondamentale la resistenza all'acqua in quanto la patina non deve rammollirsi per effetto dell'acqua di bagnatura del processo pena conseguenze che già conosciamo. Nella stampa roto-offset l'asciugamento degli inchiostri può essere ottenuto in modo diverso: affidato all'assorbimento della carta, al passaggio su cilindri caldi o lambiti da correnti d'aria calda o alla scottatura in forno. Per ognuno di questi tipi di macchina occorre la carta adatta. Per l'asciugamento naturale, la carta deve presentare ottima ricettività e rapida assorbimento agli inchiostri, i quali devono essere già praticamente asciutti nel momento in cui il nastro di carta entra nella sezione piega. Per l'asciugamento ad aria calda e su cilindri caldi, la carta deve permettere all'inchiostro di ancorarsi appena sulla superficie, senza penetrare minimamente nel contesto fibroso in modo che l'elevata temperatura lo blocchi in superficie permettendo quella brillantezza di colore propria di questo tipo di stampa. È richiesta la perfetta omogeneità della superficie, poiché differenze tra zona e zona sono causa di risultati imperfetti. Sono carte collate in superficie o patinate con elevata resistenza allo sfaldamento ed allo spolvero; la superficie deve inoltre essere resistente ad umido. Per l'asciugamento a fiamma le esigenze sono ancora più acute. Normalmente gli elementi di stampa lavorano affacciati stampando contemporaneamente su entrambe le superfici, ciò che sollecita il foglio a sfaldarsi. Oltre alla buona compattezza, la carta deve presentare ottima porosità e contenuto di umidità molto basso. La porosità ha lo scopo di permettere lo sfogo rapido del vapor acqueo contenuto nella carta e dei componenti volatili degli inchiostri. Il nastro dopo aver attraversato i vari elementi di stampa entra nel forno a 400-500 °C (il passaggio è molto rapido e la trasmissione di calore dall'ambiente alla carta è relativamente lenta essendo questa cattiva conduttrice di calore), la situazione però è resa difficoltosa dalle molteplici serie di fiamme che lambiscono il nastro di carta: i bruciatori sono in genere 4, 6, o 8 con una temperatura di fiamma intorno ai 700°C. Questo repentino innalzamento della temperatura è necessario per il fissaggio degli inchiostri, chiamati heat-set (solidificano con il calore), provocando contemporaneamente l'immediata vaporizzazione dell'umidità contenuta nella carta. Se il vapore non trova rapido sfogo attraverso la porosità della patina, provoca la formazione di bolle: fenomeno questo chiamato blistering.

4.3 - Tipografia (Letterpress)

Questo tipo di stampa abbraccia una vastissima gamma di carta, naturale e patinata. Anche la carta da giornale e gli elenchi telefonici possono essere stampati con tale procedimento.

Le caratteristiche che la carta deve presentare sono soprattutto legate ad una buona lisciatura superficiale. In relazione alla ruvidità, infatti, i mezzi toni (40-60% di inchiostrazione) non vengono coperti bene di inchiostro, perché questo non è riuscito a penetrare nelle depressioni della carta, ciò comporta la presenza di zone bianche, non stampate, sulla carta. Per ottenere una buona stampa sarebbe necessario aumentare lo spessore della pellicola di inchiostro oppure la pressione di stampa, tuttavia questo renderebbe la scala dei grigi non accettabile ed i toni scuri risulterebbero fusi uno con l'altro.

Nel caso di inchiostri a base acquosa, stampa flessografica, la lisciatura non deve essere in realtà troppo spinta e la compressibilità deve essere sufficiente in funzione della pressione di inchiostrazione, per ottenere il miglior compromesso di assorbenza anche in relazione con il tipo di contesto fibroso.

L'assorbenza di una carta è molto importante dal momento che influenza la ricettività all'inchiostro, il suo ancoraggio e la successiva stabilizzazione ed il lucido di stampa.

DIFETTI DI STAMPA IN RELAZIONE ALLA CARTA

TIPOGRAFIA FLESSOGRAFIA

LISCIATURA E RUVIDITÀ
ASSORBENZA
COMPRESSIBILITÀ
OPACITÀ

Difetti: —————→ - stampa chiazata ed impastata;
- immagine poco nitide;
- effetti di controstampo.

OFFSET

SPOLVERO
ASSORBENZA
IGROINSTABILITÀ
RESISTENZA H₂O BAGNATURA
PLANARITÀ

Difetti: —————→ - perdita di qualità in stampa con
effetto di maculazione;
- arricciamento del foglio con for-
mazione di grinze.

ROTOCALCO

COMPRESSIBILITÀ
ASSORBENZA
LISCIATURA

Difetti: —————→ - stampa sgranata con punti man-
canti ed effetto di controstampo.

Bibliografia

- **“Le deformazioni della carta nel processo di stampa”**
(TAPPI - SEZIONE ITALIANA)
- **Peter Müller - “Problematiche nella stampa offset”**
(ARTI POLIGRAFICHE EUROPEE);
- **E. Grandis - “Enciclopedia della carta”**