

I principi della produzione di carta riciclata

Mariga Andrea
(Cariolaro)

Relazione finale
3° Corso di Tecnologia per tecnici cartari
1995/96



**Scuola Interregionale
di tecnologia
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50
37138 Verona

INDICE

01. DISINCHIOSTRAZIONE ED ECOLOGIA

- 1.1 Il mercato della carta
- 1.2 La disinchiostrazione in Italia e nel mondo
- 1.3 I rifiuti della carta

02. CLASSIFICAZIONE DELLE CARTE DA MACERO

- 2.1 Aspetti positivi dell'utilizzo di fibre recuperate.
- 2.2 Aspetti negativi dell'utilizzo di fibre recuperate.

03. DISINCHIOSTRAZIONE

- 3.1 Distacco dell'inchiostro
- 3.2 Eliminazione dell'inchiostro
- 3.3 Prodotti chimici utilizzati

04. DEPASTIGLIATURA

05. EPURAZIONE

- 5.1 Separazione delle impurità dell'impasto secondo peso specifico
- 5.2 Separazione delle impurità dell'impasto secondo le forme e le dimensioni

06. TRITURAZIONE

07. ASPETTI CHIMICO - FISICI DELLA FLOTTAZIONE

08. ASPETTI CHIMICO - FISICI DEL LAVAGGIO

- 8.1 Micronizzazione
- 8.2 Rimozione

09. CHIARIFICAZIONE E DEPURAZIONE DELLE ACQUE

10. QUALITÀ: VALUTAZIONE DELLA DISINCHIOSTRAZIONE

- 10.1 Adeguamento allo standard

1. DISINCHIOSTRAZIONE ED ECOLOGIA

Il recupero della carta ai fini del riciclaggio è utile perché diminuisce il taglio delle foreste, richiede meno energia e meno acqua per la lavorazione rispetto ai materiali vergini, evita il riempimento di discariche.

Se il riciclo del macero è così conveniente perché non si è enormemente sviluppato? In Italia ci sono esempi di materiale che è stato oggetto di raccolta differenziata e che è comunque finito in discarica perché nessuno lo ha richiesto.

Ciò accade perché il mercato del riciclo, con abbassamento del livello qualitativo, è da tempo saturo.

Il solo utilizzo che si apre ad ogni nuovo quantitativo recuperato è la nobilitazione, principalmente la disinchiostrazione, che consente di fare carta dello stesso tipo di quella del precedente utilizzo.

Nelle leggi italiane, però, sono mescolati incentivi ed ostacoli.

Sono stati predisposti incentivi, come finanziamenti agevolati, al riciclo della carta. In pratica, però, gli stanziamenti sono troppo esigui per progetti come questi, caratterizzati da intensità di capitale abbastanza elevata.

Le forze politiche che spingono per il riciclo a tutela dell'ambiente si trovano poi, per altre esigenze di tutela ambientale, ad avere ottenuto leggi più severe che applicabili, in materia di rifiuti. Cosicché, guardando le concentrazioni, gli inchiostri rimossi dalla carta sono considerati troppo inquinanti per essere assimilabili ai rifiuti urbani (questo sembra assurdo dato che, se non disinchiostrata, la carta stampata, e tutti i suoi inchiostri vanno a pieno titolo nei rifiuti urbani).

A questo si sommano gli effetti di un altro tipo di tutela ambientale, più legata a fattori locali, che non permette la costruzione di discariche o inceneritori adatti.

Sono state fatte alcune campagne per sensibilizzare la popolazione:

- alla raccolta, ma ciò è inutile se poi non vi sono sbocchi: la strada giusta è creare prima le condizioni dell'utilizzo;

- all'uso di prodotti con disinchiostro, che facendo aumentare la richiesta, indurrà una maggiore produzione.

Mentre in Italia stenta un po' a decollare, nei paesi di cultura tedesca e giapponese la quantità di disinchiostro prodotto sta aumentando in modo vertiginoso di anno in anno. Anche nei paesi anglo-americani, dove i rifiuti sono inceneriti senza problemi a fine impianto, la produzione sta cominciando a crescere. Il disinchiostro di questi paesi comincia ad arrivare da noi.

Un solo impianto di disinchiostrazione in Germania ha 5 linee ciascuna di capacità quasi uguale a quelle di una delle nostre installazioni, è alimentato da treni di macero selezionato che alimentano un sistema di caricamento automatico dei pulper. Di questi impianti ce ne sono cinque o sei nel nord-centro europa.

Non solo, ma avendo per tali ragioni un vero ampio mercato organizzato, essi raccolgono, selezionano e ci vendono macero di qualità molto più costante ad un prezzo molto inferiore al nostro. Dispongono poi di un'ottima organizzazione: un'associazione tra le industrie vigila che nella produzione di manufatti cartacei non vengano usati materiali, ad esempio inchiostri, colle, lacche superficiali, che ostacolano la disinchiostrazione, o che creino problemi ambientali nella termodistruzione, come i derivati del cloro.

Le pubblicazioni degli ambientalisti e di quanti vogliono entrare nelle grazie degli ecologi, vantano di stampare su materiale riciclato.

Secondo me ciò è utile come contributo a demitizzare la qualità ad ogni costo, abbassando gli standard di richiesta di carta da parte degli utilizzatori, e in generale dei beni di consumo, a livelli più vicini a quelli minimi sufficienti per le esigenze del prodotto.

In realtà la grandissima parte della carta stampata contiene riciclato, in percentuali tanto maggiori quanto più è spinta la disinchiostrazione, ed è destinata a crescere con il progredire di questa.

Non sono invece d'accordo con chi spiega che stampare su riciclato non disinchiostro non inquina l'ambiente perché evita la produzione concentrata di inchiostri rimossi. Ciò equivale ad ammettere che gli inchiostri, che sono ritenuti così tossici da non poter essere gettati in una discarica, possono rimanere nella carta, specialmente quella che va in mano ai giovani. Se non disinchiostrata, come diventa la carta riciclata più volte, quando ad ogni ciclo si arricchisce d'inchiostro?

1.1. IL MERCATO DELLA CARTA

La carta è stata inventata da oltre 2000 anni ed ha ancora un futuro.

Le previsioni della sua sostituzione prima con plastica, in seguito dall'elaborazione elettronica, che avrebbe dovuto generare la società senza carta, col giornale elettronico, la posta elettronica, e i pagamenti elettronici, non si sono avverate.

La carta è anzi oggi più necessaria che mai. È un materiale utile che ha anche parecchi vantaggi da un punto di vista ambientale.

È prodotta da materie che si rigenerano.

È riciclabile.

È biodegradabile.

Negli ultimi 20 anni la produzione è aumentata del 3% l'anno. Si prevede che questa tendenza continui anche negli anni '90, nonostante il costante rallentamento della crescita dell'economia.

Oltre che dalla crescita economica, il settore dovrebbe essere influenzato dallo sviluppo delle industrie imperniate su tecnologie d'avanguardia adottate nei paesi industrializzati, dall'emergere di nuove industrie in paesi come l'Indonesia, Thailandia, Malesia e dall'Europa dell'Est.

La richiesta mondiale di fibre da riciclo sta crescendo del 6% annuo, un ritmo doppio di quello della produzione mondiale di carta. Oggi è di 90 milioni di tonnellate, corrispondenti ad un terzo delle componenti addizionali per la produzione di carta. Questa quantità potrebbe essere doppia se fosse disponibile più materiale da riciclare con caratteristiche adatte.

1.2. LA DISINCHIOSTRAZIONE IN ITALIA E NEL MONDO

La disinchiostrazione in Italia è molto inferiore a quella degli altri paesi in condizioni simili. Quindi c'è molto spazio da riempire. Alcune cartiere che producono per l'estero, dove sono richieste carte a base di disinchiostrato, sono in difficoltà perchè stentano a trovarne sul mercato.

La disinchiostrazione in Italia è inferiore a quello che potrebbe esser per cause storiche e di politica ambientale.

1) Negli anni '70, alcuni impianti non hanno funzionato: erano infatti progettati per il sistema a lavaggio, oggi riconosciuto inadeguato se usato da solo.

2) Non vi è certezza che i rifiuti potranno esser smaltiti con facilità. Il problema si pone perché alcuni componenti degli inchiostri sono tossici (solventi, pigmenti di piombo, cromo, cadmio) ed in qualche caso rischiamo di rendere tossico-nocivo il fango prodotto dalle schiume. Tuttavia gli stessi componenti andrebbero comunque in una discarica per rifiuti urbani, come carta stampata.

3) Il prezzo della cartaccia italiana è troppo alto e la carta non è sufficientemente selezionata e di composizione costante.

In prospettiva le cose devono cambiare.

1) La tecnologia attuale consente di realizzare impianti che funzionano bene.

2) I problemi ecologici sembrano in via di superamento per la maggiore chiarezza che si va facendo per il superamento di alcuni eccessi:

- le discariche autorizzate o autorizzabili a ricevere le schiume dovranno aumentare;

- in prospettiva appare più facile consentire la termodistruzione in presenza di impianti adatti.

3) Il prezzo del macero in Italia dovrà calare quando la raccolta sarà adeguatamente sovvenzionata, come in Canada, USA, Germania.

4) I prezzi sul mercato mondiale dovranno salire quando, tra qualche anno, saranno funzionanti i molti nuovi impianti in progetto.

LA SITUAZIONE ITALIANA	(migliaia di tonnellate/anno)
Capacità di disinchiostrazione attuale :	170
Quantità di carta disinchiostrabile :	3000
% ragionevolmente recuperabile :	55
Capacità ottimale di disinchiostrazione :	1650

In Italia è possibile aumentare di 10 volte quanto si disinchiostra oggi. C'è pertanto spazio per altrettanti impianti di disinchiostrazione.

Nella CEE è previsto un aumento del consumo di carta. L'apertura dei paesi dell'Est renderà necessario un ulteriore aumento di produzione. Questo sarà ottenuto da carta disinchiostrata, e ciò per la forza delle organizzazioni ecologiche, molto forti nei paesi di lingua straniera, oltre che per la sua validità tecnica ed economica.

Negli USA e nel Canada si sta incentivando la raccolta differenziata con contributi alle aziende raccoglitrice, in modo che il macero sia disponibile a costo zero, e che questo intervento sia considerato meno costoso dello smaltimento nelle sempre meno disponibili discariche.

Per i paesi poveri ma in sviluppo il disinchiostrato è il modo più economico per produrre la carta necessaria, partendo da macero importato, in sostituzione dei più cari derivati del legno.

La disinchiostrazione dovrà aumentare ancor di più della produzione della carta per i seguenti motivi:

- 1) sarà sempre meno facile usare il legno come materia prima: per l'opposizione crescente al taglio degli alberi; per la difficoltà di trattare i rifiuti che si producono in tale trasformazione del legno; per l'elevato consumo di energia;
- 2) sarà sempre meno consentito che la carta vada con i rifiuti solidi urbani;
- 3) la carta riciclata è adatta per quasi tutti gli impieghi, ed è accettata da un numero crescente di persone.

1.3. I RIFIUTI SENZA CARTA

I rifiuti solidi urbani sono costituiti da carta per il 25-40%.

Quando si prevedeva che i rifiuti dovessero essere trattati negli inceneritori, la presenza di una certa quantità di carta era essenziale per fornire il calore necessario. La presenza di sostanze sospette nei fumi, rende impraticabile tale tecnica, quindi la carta può essere destinata ad altri usi.

Attualmente la maggior parte dei rifiuti urbani va in discariche. Queste si vanno esaurendo ed è sempre più difficile trovare altri siti. Inoltre il costo dello smaltimento tende ad aumentare.

Evitare che la carta vada in discarica permette di :

- 1) prolungarne la durata dal 35% al 70% del tempo previsto;
- 2) evitare i relativi costi di smaltimento.

Recuperare questo materiale significa, in termini ecologici:

- 1) recuperare l'energia che contiene (riciclare richiede il 64% in meno della produzione di pasta vergine);
- 2) consumare meno acqua (ne occorre solo l'1%);
- 3) ridurre l'abbattimento degli alberi;
- 4) ridurre l'inquinamento che si ha nella produzione della carta dal legno, che è molto pesante (solfuri, cloruri e sostanze organiche), anche se ricade inizialmente sui paesi principali produttori di fibre: Nordici, Canada, Brasile.

Recuperare questo materiale significa, in termini economici:

- ridurre, al limite azzerrare, l'importazione di carta e di cellulosa, di cui l'Italia, e tutta la CEE, sono particolarmente deficitari. Nelle importazioni italiane la carta e le fibre cellulosiche costituiscono la terza voce dopo il petrolio e gli alimentari.

La raccolta differenziata è la prima selezione della carta per eliminare contaminanti difficili da togliere con le operazioni di riciclo, richiede una mano-

dopera poco qualificata e volenterosa. Tale operazione non ha i rischi igienici della raccolta dei rifiuti e, anche per questo, è meno costosa.

2. CLASSIFICAZIONE DELLE CARTE DA MACERO

In ragione della vastissima gamma dei manufatti cartari, le cui differenze sono molto ampie, le carte da macero sono caratterizzate da una vastissima diversificazione qualitativa. In sede CEPAC (la Federazione Europea delle Industrie delle Paste, della Carta e del Cartone) gli esperti appartenenti alla Comunità Europea hanno operato una suddivisione della carta da macero in relazione ad importanti differenze qualitative, nei quattro gruppi seguenti:

GRUPPO A: "Qualità inferiori"

- Cartaccia 1a e 2a;
- Fustellati o rifili di cartone;
- Cartone ondulato e non;
- Giornalame (opuscoli, riviste, cataloghi, quotidiani, ecc. letti o usati e mischiati);
- Resa illustrati, quotidiani o riviste con o senza dorsi collati.

GRUPPO B: "Qualità media"

- Resa quotidiani invenduti (contenente inserti colorati o stampati su carta da giornale bianca);
- Fustellati o rifili di cartone multistrato con copertina bianca;
- Refili di tipografia o di riviste (senza limitazioni di colori o stampati, con pasta, con legno o carte patinate, con o senza dorsi collati);
- Refili di edizione (bianchi, stampati a colori, con pasta legno, esenti da dorsi collati);
- Archivio colorato (carta da stampa con o senza stampa, colori misti);
- Libri bianchi (stampati soltanto in nero, senza pasta legno, scartonati e con il 10% max di carte patinate).

GRUPPO C: "Qualità superiori"

- Refili misti di tipografia (di carte da stampa e da scrivere di colori misti, contenente almeno il 50% di carta senza pasta legno);
- Schede meccanografiche classificate per tinta o tinte di colore naturale (stampate senza pasta legno);
- Archivio bianco (carte da scrivere bianche provenienti da archivi di ufficio, esenti da carta carbone e dorsi collati, contenenti un minimo di 60% di carte senza legno);
- Tabulati in continuo (bianchi, senza pasta legno e carte autocopianti);
- Cartone bianco multistrato (senza strati grigi, senza o con leggere tracce di stampa);
- Refili e fogli di carta da giornale e da periodici (bianchi non stampati);
- Refili e fogli di carte patinate (bianchi, non stampati con o senza pasta legno);
- Refili e fogli di carta esclusi quotidiani e periodici (bianchi non stampati, con o senza pasta legno, contenenti un max del 20% di carte patinate);
- Refili e fogli di carta bianca (non stampata, senza pasta legno, esente da carta patinata);

GRUPPO D: "Qualità kraft"

- Ondulato kraft di 1a e 2a (casce, fogli e ritagli di cartone ondulato con le copertine kraft o testliner e l'interno ondulato in pasta chimica o semi-chimica);
- Sacchi kraft usati (puliti o spolverati);
- Kraft usato (carta e cartone kraft usati, di colore naturale o bianco);
- Kraft nuovo (ritagli ed altri scarti di carta e cartone kraft nuovi di colore naturale).

Le carte che interessano la disinchiostrazione sono alcune del gruppo A e B, quali giornali, quotidiani, riviste, cataloghi, pubblicazioni, opuscoli, ecc; che appunto, visto che contengono pasta legno in varie percentuali, sono adatte alla stampa. Possono essere carte naturali, lisciate, calandrate e patinate. Queste carte sono costituite dalle fibre e dalle cariche minerali che sono gli elementi ai fini

della produzione degli impasti cartacei, contengono però anche altri materiali inquinanti quali inchiostri, plastiche, polistirolo, sabbia, colle, metalli, ecc..

2.1 ASPETTI POSITIVI DELL'UTILIZZO DI FIBRE RECUPERATE

Le fibre di recupero impartiscono alcune caratteristiche alla carta rispetto alle fibre vergini:

1) data l'elevata presenza nell'impasto di cariche, pasta legno e di parti fini che diminuiscono la scollantezza la carta assume anche un alto grado di opacità.

2) carta con maggiore stabilità dimensionale data la presenza quasi totale di fibre corte, che avendo meno ramificazioni per legarsi agli altri materiali presenti nell'impasto sono meno sensibili alle variazioni dimensionali.

3) consentono, grazie alle grandi quantità di fibre corte presenti nell'impasto, di ottenere una carta con una buona formazione (speratura) ed una maggiore ritenzione delle cariche.

2.2 ASPETTI NEGATIVI DELL'UTILIZZO DI FIBRE RECUPERATE

Detto delle grandissime differenze qualitative esistenti tra le carte da macero di provenienza diversa, è evidente che quest'aspetto risulterà determinante ai fini della qualità delle fibre secondarie ottenuta. Il macero dunque si presenta, se non è una raccolta mirata, come un prodotto molto eterogeneo che in taluni casi causerebbe una pulizia della carta molto scadente. Poiché la prima cosa che salta all'occhio del cliente è la qualità visiva del prodotto finito la pulizia della carta è molto importante. Data l'infinita quantità di elementi indesiderati di molteplice natura come spille, graffette, spaghi, sabbia, plastica, polistirolo, dorsi collati, politene, pezzi di legno, carte accoppiate, trattate con resine per la resistenza all'umido e carte bitumate, si può dedurre quale sia il grado di difficoltà dell'impiego di queste fibre per la produzione della carta che alla fine deve essere comunque un prodotto concorrenziale con la carta prodotta normalmente. Ritornando alle carte resistenti all'umido, le resine più in uso sono:

UREA-FORMALDEIDE, MELAMMINICA, POLIAMMIDICHE.

Durante la fase di essiccamento della carta queste resine formano dei legami che provocano la caratteristica della resistenza all'umido. Queste carte perciò devono essere trattate a parte con l'aggiunta di additivi e con uno spappolamento più deciso che non per le altre carte. Tutto ciò porta all'innalzamento del costo di produzione e di impiantistica per le cartiere che vogliono un grado di bianco accettabile anche con questi tipi di carta.

3. DISINCHIOSTRAZIONE

La disinchiostrazione richiede la seguente successione di operazioni:

- 1) staccare l'inchiostro;
- 2) eliminare i principali contaminanti presenti;
- 3) eliminare l'inchiostro;
- 4) recuperare l' acqua di processo;
- 5) portare la carta prodotta alle caratteristiche standard;
- 6) trattare e smaltire gli effluenti.

3.1. DISTACCO DELL'INCHIOSTRO

Il distacco dell'inchiostro è favorito da azioni di taglio piuttosto violente; sono adatti i pulper da 5 a 7% di consistenza, ma si può arrivare fino al 18%; a consistenze maggiori diminuisce l'effetto del distacco.

Più la temperatura è elevata meglio l'inchiostro si stacca, e tanto più completamente agisce il perossido.

La temperatura elevata crea però dei problemi:

- peggiora la resistenza delle fibre.
- scioglie la maggior parte degli hot melt, che sono difficilissimi da rimuovere una volta messi in circolazione.
- aumenta l'azione degli alcali.

Pertanto va scelto un opportuno compromesso.

Esistono due tipi di pulper: discontinui e continui. Essi possono essere a bassa, a media e ad alta densità. La densità è determinata dal tipo di rotore installato.

In generale il pulper è costituito da una vasca in lamiera robusta normalmente cilindrica con la parte inferiore tronco conica, sul cui fondo è montata una rotante più o meno alta di forma particolare; sulle pareti sono montate delle lastre metalliche dette frangiflutti, che servono a spezzare il movimento rotatorio dell'impasto. Il pulper viene riempito d'acqua fino ad un certo livello, poi tramite un

nastro trasportatore, vi si gettano le balle di materia prima fibrosa. Queste, man mano che la rotante si avvia, vengono sottoposte a sollecitazioni energetiche di scorrimento che separano abbastanza singolarmente le fibre. A spappolamento ultimato, tramite l'azionamento di una valvola, la pasta viene scaricata attraverso una lamiera forata, o griglia, la quale trattiene le impurità grossolane e gli elementi non spappolati.

I pulper continui invece sono dotati di una pompa aspirante continua, di un ragger (una corda immersa nella sospensione fibrosa, che ruotando raccoglie nastri, filacci, stracci, ecc.) e di un junker (una pompa che raccoglie il materiale grossolano e leggero).

3.2. ELIMINAZIONE DELL'INCHIOSTRO

L'eliminazione dell'inchiostro avviene un po' in tutte le operazioni; in ciascuna si ha la rimozione di una certa frazione granulometrica (vedi pagina seguente). A tale scopo nel ciclo sono inserite apposite fasi: la flottazione o il lavaggio, che saranno discusse nei dettagli prossimamente.

Ciascuna è considerata ottimale per certe dimensioni delle particelle d'inchiostro.

In realtà ogni fase elimina solo particelle con un certo tipo di caratteristiche superficiali: nessuna sostanza idrofila (sostanza o corpo che tende ad adsorbire o assorbire acqua) flotterà mai, nessuna idrofoba (sostanza o corpo che presenta idrorepellenza) passerà dal pannello filtrante di un addensatore, solo qualcuna in fase di formazione del pannello. Ci sono anche dei limiti dimensionali: quelle troppo grandi non passano attraverso il pannello filtrante, quelle molto grandi hanno bisogno di una bolla d'aria molto grande per poter salire. Le dimensioni delle particelle (oltre che la loro filia) sono determinate dal chimismo del sistema. Tanto più bassa è la sua tensione superficiale, tanto maggiore è la superficie che sarà assunta dalle particelle, quindi tanto più grandi saranno.

3.3. PRODOTTI CHIMICI UTILIZZATI

I prodotti chimici normalmente usati sono:

- 1) soda caustica (NaOH);
- 2) silicato di sodio (Na₂SO₃);
- 3) D.T.P.A. (Dietilentriammina penta acetato di sodio);
- 4) saponi di sodio;
- 5) agenti tensioattivi;
- 6) perossido di idrogeno o acqua ossigenata (H₂O₂).

L'azione degli agenti chimici è quella di staccare e micronizzare gli inchiostri da stampa, cioè rompere i legami tra l'inchiostro e la carta, e nella successiva fase di flottazione eliminarli dall'impasto attraverso le schiume delle celle.

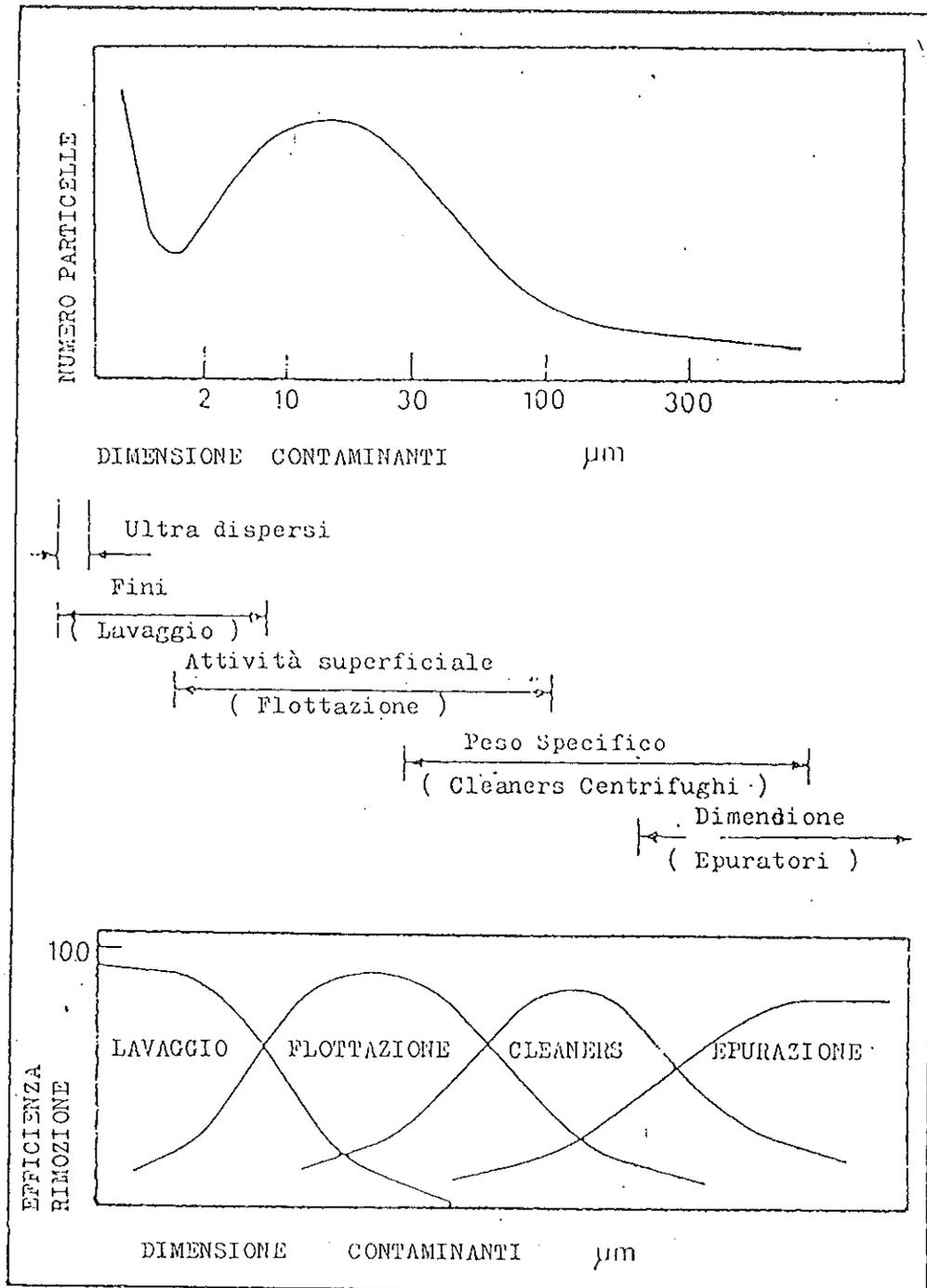
Il distacco e la riduzione degli inchiostri in piccole particelle avviene per effetto delle seguenti azioni:

- pH alcalino 10 - 10,5;
- azioni degli agenti tensioattivi cioè disinchiostranti;
- azione meccanica del pulper.

La dimensione ottimale che le particelle di inchiostro devono avere affinché possano essere eliminate totalmente in flottazione, deve essere compresa tra 3 e 100 µm; al di sotto e al di sopra di tali valori scadono le prestazioni di flottazione perchè, rispettivamente, pesando meno non si agglomerano e pesando di più precipitano. Influenze negative sul distacco e micronizzazione dell'inchiostro al pulper sono:

- inchiostri offset troppo invecchiati soprattutto su carta non patinata (non più di due mesi di stampa);
- carte patinate e stampate e quindi verniciate superficialmente.
- carte stampate in flessografia (l'inchiostro va in soluzione con l'acqua in ambiente basico);
- carte stampate con sistema laser: *laser "caldo"*: inchiostro a base di resine che polimerizzano rapidamente passando nel forno e risultano più facili da togliere dalla carta rispetto al laser freddo. *laser "freddo"*: inchiostri con resine già polimerizzate che risultano perciò molto difficili da togliere dalla carta.

Distribuzione dimensionale delle particelle e efficienza dei moduli di rimozione



Un'alternativa ai prodotti chimici ora menzionati (esclusa l'acqua ossigenata) è l'Alvran della ditta Mare. Questo prodotto è un formulato complesso che sostituisce appunto i chimici tradizionali, posto in equilibrio nei suoi componenti. È in grado di fornire prestazioni superiori e di semplificare il chimismo degli impianti di disinchiostrazione. Esso reagisce nel pulper creando l'alcalinità ottimale, i tamponi per un buon funzionamento dell'acqua ossigenata, i tensioattivi e i saponi di sodio per la disinchiostrazione e flottazione.

Vediamo ora in dettaglio alcuni prodotti chimici usati nella disinchiostrazione:

Soda caustica: in soluzione al 48-50%, avente un peso specifico di 1,5; se ne usa mediamente 1-1,5% del peso secco del materiale fibroso. Reagisce con la lignina delle paste legno, rigonfia la fibra e la ammorbidisce, favorisce l'idratazione delle fibre; essendo molti inchiostri a base di leganti acidi, li saponifica favorendo la distruzione del legame e quindi il distacco dell'inchiostro dalla fibra. Se si rompe il legame viene a mancare il reticolo che tiene uniti i pigmenti dell'inchiostro e questi aprendosi si staccano e si disperdono. La rottura per ossidazione dei legami, di alcuni tipi di leganti degli inchiostri, viene favorita dalla presenza di perossido di idrogeno che è fortemente ossidante. Più si alza il pH, aumentando le percentuali di soda caustica introdotta, più aumenta il distacco dell'inchiostro dalle fibre, però, superando il pH di 10,7-11 si rischia di decomporre troppo rapidamente e violentemente il perossido di idrogeno, così da produrre un ingiallimento della pasta legno per l'eccessiva penetrazione in profondità nelle lignine contenute, con l'aumento di lignati di sodio che sono scuri.

Silicato di sodio: in soluzione al 48-50% e peso specifico 1,5; se ne usa mediamente dal 2 al 4%; ha un punto di solidificazione tale che d'inverno è necessario tenere i serbatoi di stoccaggio riscaldati. La funzione principale è quella di agente tampone di decomposizione del perossido d'idrogeno che in presenza di pH alto si decompone rapidamente, favorito in ciò anche dalla temperatura. Lo stesso effetto è dato anche dalla presenza di altri contaminanti quali:

- composti organici del legno e delle cartaccie a caratteristica riducente, comprese flore batteriche, muffe, ecc.;

- lignina, che è presente in tutte le paste legno;
- mucillagini organiche che si trovano nelle paste;
- metalli pesanti sotto forma di sali presenti sia nella cartaccia che nell'acqua (inchiostri).

Il silicato di sodio, come la soda caustica, provoca anch'esso una azione di rigonfiamento della fibra e quindi favorisce il distacco dell'inchiostro e quando questo è staccato ne impedisce la rideposizione. Si ritiene, inoltre, che favorisca la flottazione.

Il **D.T.P.A.** viene usato mediamente allo 0,2-0,3%. Questo prodotto serve a complessare, cioè trasformare per primi i metalli pesanti (Ferro, Magnese, Cromo) che sono i più dannosi per il perossido d'idrogeno, poi passa sui metalli leggeri (Rame, Piombo, Mercurio). Questi metalli si trovano normalmente nel legno (pioppo in particolare) che lo estrae dal terreno mediante la linfa. È catalizzatore di decomposizione del perossido.

Saponi di sodio: sono liquidi o solidi (miscele di saponi). Questi saponi, nella prima fase, hanno la proprietà di abbassare la tensione superficiale dell'acqua, quindi favoriscono l'inbibizione della carta, l'idratazione, il rigonfiamento delle fibre e quindi il distacco dell'inchiostro perchè l'acqua penetra tra fibre e inchiostro. Quasi contemporaneamente, in presenza del calcio della durezza dell'acqua, si formano i saponi di calcio insolubili che precipitano. Quando l'impasto, diluito all'1%, arriva nelle celle di flottazione e c'è l'insufflamento d'aria, questi saponi di calcio, assieme all'inchiostro, vengono catturati dalle bollicine d'aria e salgono in superficie. Il saponato di calcio, infatti, ha affinità con le particelle d'inchiostro per polarità (legame elettrochimico), forma un agglomerato che ha caratteristiche fortemente lipofile (rifiuta l'acqua) e le bollicine d'aria si legano a questo agglomerato, portandolo in superficie. Per questo motivo, l'aria che viene aspirata nei coni venturi (delle celle di flottazione) dalla pasta pompata, deve essere nella maggior quantità possibile e avere una dimensione di bolla tale da aumentare gli agganci con i conglomerati e portarli, al più presto possibile, in superficie evitando nel contempo di portare anche troppa fibra. Se si lavora la cartaccia senza patina si forma poca schiuma (forse inibita dalla troppa pasta legno) pertanto si fanno piccole aggiunte di tensioattivi schiumogeni. Nelle miscele da giornali e riviste ci sono le patine che contengono già dei tensioattivi (emulsionanti nei lattici sintetici di patinatura) per cui alle volte si hanno eccessi

di schiuma.

Perossido d'idrogeno (chiamato anche acqua ossigenata): usato da 0,7 a 1,5% calcolato al secco, il perossido d'idrogeno è al 50% pari a 197 volumi di ossigeno, densità 1,195-1,2 e se ne userà dal 0,7 al 1,5%. Il perossido d'idrogeno è un agente di candeggio ossidante (il migliore); reagendo con la soda ci fornisce lo OCH (è un forte ossidante) che va ad attaccare le molecole dei coloranti naturali che alle volte si trovano nelle fibre. L'ossidazione spacca la molecola in corrispondenza del legame chimico, e distrugge il colorante. Ecco perchè è molto importante eseguire delle verifiche sulla pasta all'uscita del pulper e della tina di stoccaggio, per controllare se c'è ancora del perossido residuo, che pertanto continua l'azione di candeggio.

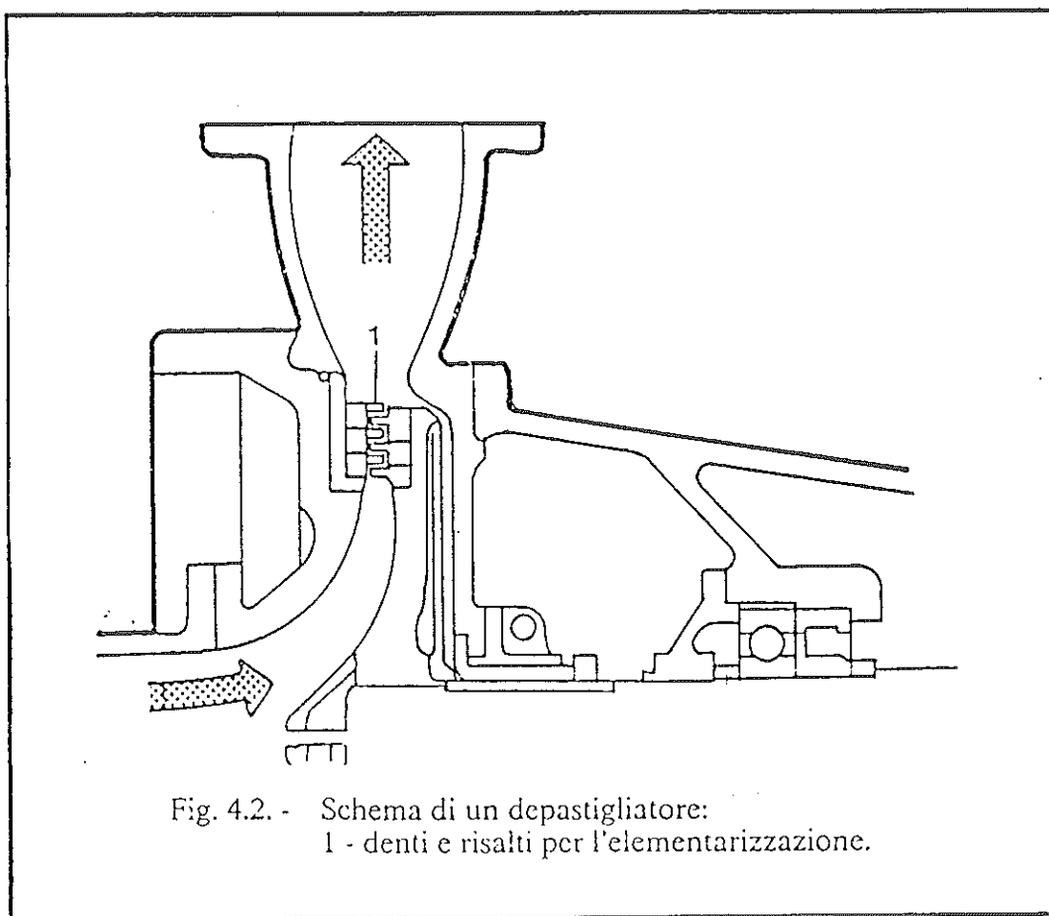
Il perossido d'idrogeno viene aggiunto in pulper, due o tre minuti dopo gli altri agenti chimici e la cartaccia, a causa dell'ossidazione dei coloranti naturali ottenuti nella lignina, ottiene una decolorazione permanente.

Questa azione si esplica sia nel pulper, sia durante la permanenza della pasta nelle tine di stoccaggio, nelle quali deve rimanere almeno 60 minuti.

4. DEPASTIGLIATURA

L'impasto può subire un'azione di depastigliatura che ha lo specifico compito di eliminare, elementarizzandoli, i fiocchi e le pastiglie che il pulper e le successive operazioni non sono riusciti ad aprire. L'operazione viene fatta su macchine con dischi rotanti ad alta velocità (3000-4000 giri/minuto). Tali dischi essendo dotati di sporgenze, agiscono sull'impasto creando un'elevatissima turbolenza ed azioni di urto sulle fibre, ottenendo una loro completa elementarizzazione accompagnata da una scarsa o nulla azione di raffinazione (ingrassamento).

L'energia di depastigliatura e la vicinanza dei dischi al passaggio dell'impasto vengono calcolate in modo da non rischiare il deterioramento delle proprietà delle fibre ed, allo stesso tempo, per non ridurre le materie plastiche ancora presenti in frammenti di piccole dimensioni.



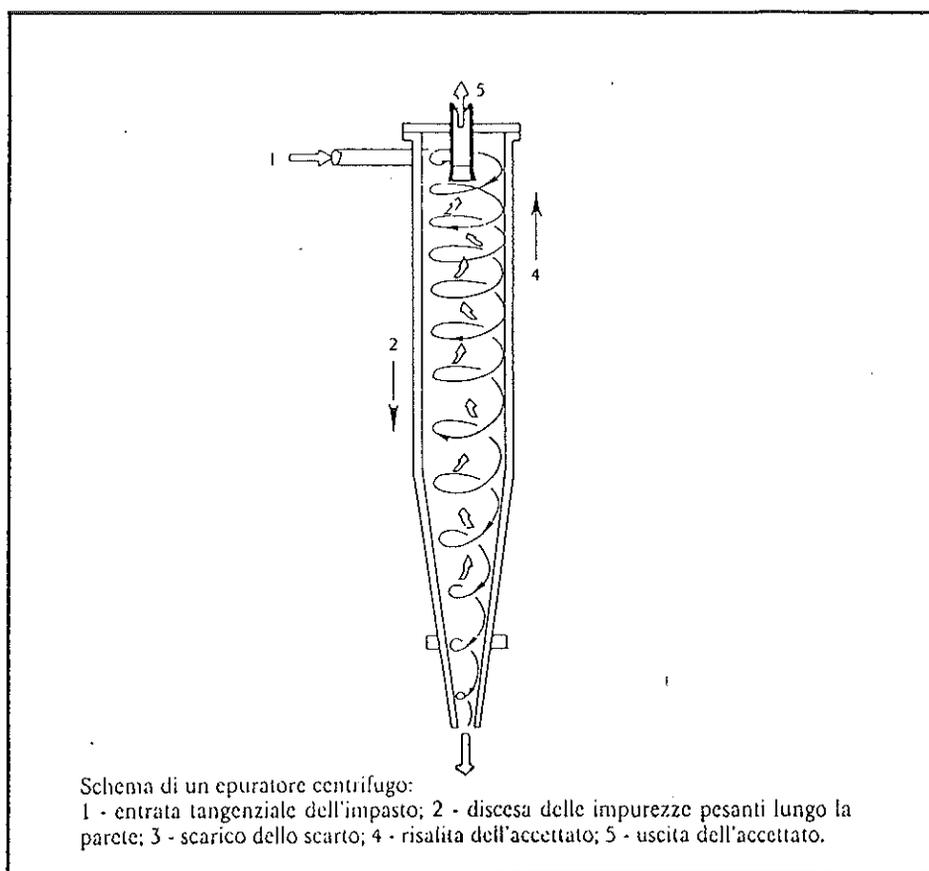
5. EPURAZIONE

All'uscita dallo spappolamento l'impasto contiene ancora una notevole quantità di impurezze pesanti di piccole dimensioni, come graffette, spilli, sabbia, vetro, schegge di legno, scaglie di plastica, stagnola, ecc.; impurità che da sole possono rappresentare anche più del 2% calcolato sul peso del materiale fibroso introdotto nel processo. Queste impurità devono essere eliminate prontamente anche per evitare che possano danneggiare le macchine disposte successivamente nel sistema.

5.1. SEPARAZIONE DELLE IMPURITÀ DALL'IMPASTO SECONDO IL PESO SPECIFICO

Gli apparecchi usati per questo scopo si chiamano idrocycloni o cleaners e si basano sul principio della trasformazione della pressione statica in energia cinetica. Questa energia cinetica fornisce la forza centrifuga necessaria per separare le impurezze che hanno peso specifico superiore a quello delle fibre cellulosiche. Funzionano nel seguente modo: un cono, in acciaio inossidabile o in ceramica, con il vertice rivolto verso il basso, porta nella parte più alta la tubazione di entrata della pasta che viene qui inviata, con ingresso tangenziale, ad elevata pressione. Nel centro della base, rivolta verso l'alto, vi è la tubazione di uscita della pasta accettata, mentre al vertice, da una piccola tubazione esce lo scarto. I cleaners possono essere dotati di un tubo concentrico rispetto a quello dell'accettato, da dove vengono eliminati gli scarti leggeri o aerei. La pressione elevata imprime alla pasta una forte velocità nella tubazione tangenziale assumendo nell'interno del cono un moto vorticoso rotatorio; questa velocità aumenta man mano che si scende verso la parte più rastremata. Le particelle più pesanti vengono spinte per la forza centrifuga, verso la parete del cono, dove per attrito tendono a rallentare e a cadere verso il fondo, uscendo dalla tubazione di scarico. Le fibre cellulosiche invece, che sono più leggere, risalgono nel vortice formatosi nel centro del cono, per uscire dalla tubazione in alto e proseguire il loro cammino. Di solito i cleaners sono formati da tre o più stadi per avere una migliore

efficienza epurativa; in questo caso lo scarto di una batteria, una volta diluito, viene mandato all'ingresso di quella successiva. L'efficienza della separazione delle impurità dalle fibre cellulosiche, dipende dalla velocità che viene impartita al flusso, dalla densità del mezzo e dalla differenza di pressione tra ingresso ed uscita. Gli idrocycloni che hanno differenza di pressione tra l'ingresso e l'uscita compresa tra 0,5 e 1,5 kg/cm² e lavorano a densità intorno al 3,5% si chiamano idrocycloni a pasta densa e sono adatti per una separazione grossolana delle impurità. Di solito sono dotati nella parte terminale di una trappola costituita da due valvole temporizzate, che bloccano lo scarto e tramite un getto d'acqua lo lavano dalle fibre che risalgono verso l'alto, una volta aperta la valvola superiore. Seguono poi gli apparecchi di efficienza intermedia, che funzionano con una differenza di pressione del 1,5-2 kg/cm² con densità del mezzo intorno all'1%. Infine abbiamo quelli ad alta efficienza che lavorano con una differenza di pressione dell'ordine di 2,5 kg/cm² e con una densità non superiore allo 0,6%.



5.2. SEPARAZIONE DELLE IMPURITÀ DALL'IMPASTO SECONDO LA FORMA E LE DIMENSIONI

Il trattamento di eliminazione dei contaminanti per forma e dimensioni è ottenuto con l'uso di epuratori pressurizzati a fori o fessure.

Questi epuratori o assortitori rotativi hanno il compito di separare dall'impasto tutte le impurità aventi forma e dimensioni maggiori dei fori o delle fessure. Tali impurità possono essere materie plastiche, schegge di legno, parti fibrose indissolte provenienti da carte trattate a umido, ecc..

In questi assortitori rotanti, formati da un cestello situato sull'asse verticale con fori o fessure, l'ingresso della pasta avviene dall'alto in direzione tangenziale, e da foils o palette che ruotano molto vicino alla superficie del cestello.

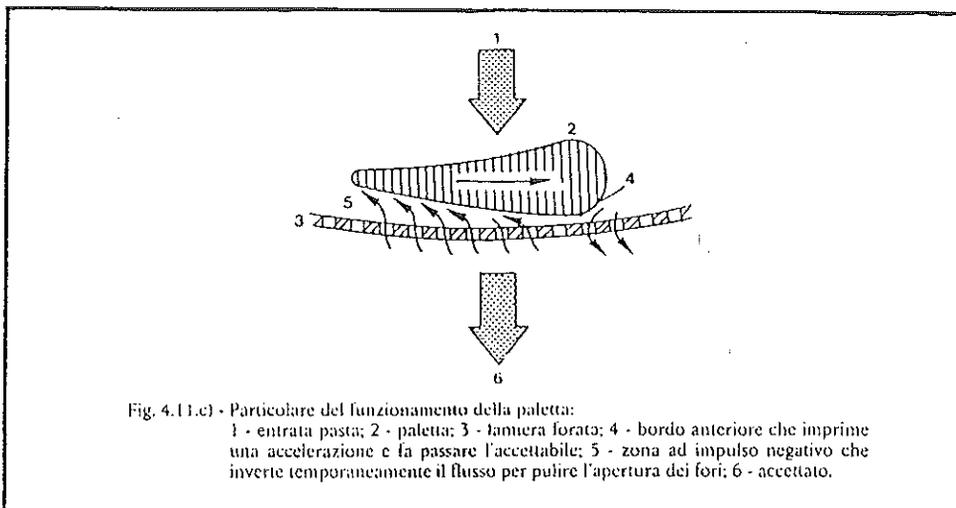
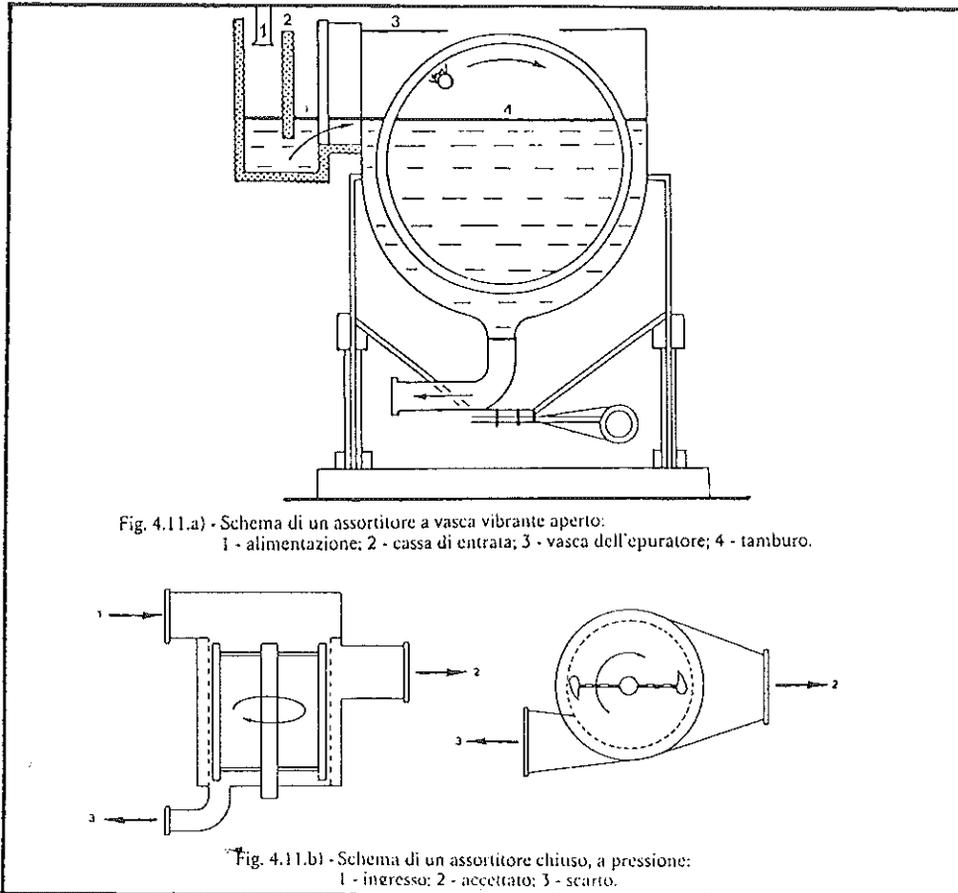
Il profilo delle palette è fatto in maniera che durante la loro rotazione prima spingano la sospensione fibrosa verso i fori o le fessure per costringerla a passare attraverso, poi, appena passata la punta della parete, essendo queste rastremate, si crea una depressione che risucchia lo sporco che non è riuscito a passare attraverso di essi mantenendo il cestello sempre pulito ed efficiente.

L'impasto buono esce dal basso, mentre lo scarto pesante, che è rimasto dentro al cestello nel 1° e 2° stadio di epurazione, esce in continuo o attraverso una valvola di fondo oppure, se lo scarto è leggero, attraverso una valvola posta sulla parete superiore dell'epuratore. Nel 3° stadio esiste un sistema di valvole temporizzate che dopo un certo tempo di lavoro escludono l'entrata della pasta scartata dagli stadi precedenti, che provengono da una tina di stoccaggio, previa una forte diluizione e quindi avviene il recupero della pasta buona, nonché l'eliminazione dello scarto residuo. Anche per questi assortitori la densità di lavoro condiziona la scelta della grandezza dei fori o delle fessure.

Nel 1° stadio i fori sono da 1,5mm a 3mm di diametro con un'alta densità di lavoro del 2,5-3%; generalmente dopo un cestello a fori c'è sempre una fessura che ha il compito di bloccare l'avanzamento dei cordoni, spaghi e sostanze di forma filare.

Analogamente si usano sistemi a bassa e media densità nella scelta degli assortitori rotativi per la dimensione del diametro dei fori e della larghezza delle fessure. A medie (0,9) e a basse (0,6) densità dove si adoperano gli assortitori detti Centiscreen o Centrisorer, i fori sono dimensionati circa a 1,8-2mm allo

scopo di eliminare quelle particelle di una certa dimensione rimaste nell'impasto dopo le operazioni di screening sopra descritte. Le fessure avranno una larghezza che varierà da 0,25-0,5-0,8mm scelte a seconda delle densità di lavoro.



6. TRITURAZIONE

Le carte con patine resistenti agli alcali, quelle con superfici verniciate, inchiostri offset invecchiati e simili, possono essere efficacemente private delle scaglie solo con un passaggio in un tritratore a caldo.

Tale macchina, micronizzando l'inchiostro, ne aumenta molto il potere colorante: la carta perde gli spot ma si scurisce e tende all'azzurro. Ponendo la tritratrice alla fine del ciclo di disinchiostrazione, si perdono alcuni punti di bianco e si mettono in circolazione, a valle del ciclo di disinchiostrazione, cioè nel ciclo della continua, una quantità non trascurabile di particelle di inchiostro. Tuttavia questa è l'impostazione più usata. Più razionale sarebbe mettere la tritrazione prima della flottazione, così che questa possa rimuovere tutto l'inchiostro. In alcune cartiere, anche se ciò è più complesso e costoso, si adottato questo tipo di schema.

7. ASPETTI CHIMICO - FISICI DELLA FLOTTAZIONE

Il distacco dell'inchiostro è il punto più critico della disinchiostrazione per flottazione, perché è necessario usare tensioattivi poco idrofili e prodotti poco disperdenti, che interferiscono poi con la fase successiva di eliminazione dell'inchiostro. Normalmente si usano prodotti tensioattivi poco disperdenti, o si immette un disperdente all'inizio del ciclo (pulper), e un altro prodotto prima della flottazione.

Le dimensioni delle particelle che possono essere asportate con la flottazione sono grosso modo comprese tra 5 e 50 micron. Le dimensioni di tale frazione sono influenzate dal grado di liofilia del sistema di tensioattivi adottato in quelle particolari condizioni e dal modo di lavorare delle celle.

Per esempio: grado di riciclo, turbolenza, concentrazione dei materiali

presenti nell'impasto, temperatura, pH e da altri parametri simili, influenzano il risultato finale di questa operazione.

In un sistema fortemente idrofilo non flotta quasi nulla e viceversa. Ma in quest'ultimo caso la flottazione deve essere ancora più selettiva possibile, per avere la miglior resa. È stato verificato molte volte che flotta per primo l'inchiostro, poi le cariche e per ultime le fibre. Poiché le condizioni pratiche sono sempre molto lontane da quelle di equilibrio, dalle schiume sarà emessa anche una certa porzione di fibre, che si tenterà successivamente di recuperare con un riciclo interno.

Vediamo come agisce un prodotto comune, il sapone. Dapprima il sapone di sodio esercita azione distaccante, incuneandosi tra l'inchiostro e il supporto. Il risultato è che vi sono particelle ordinatamente rivestite di sapone. Le particelle di inchiostro liofile attraggono la parte idrocarburica della molecola, pertanto queste hanno le estremità polari libere verso l'esterno. Appena queste trovano degli ioni di calcio, lo scambiano col sodio, e progressivamente si insolubilizzano e quindi diventano sempre meno polari. Cioè sempre più liofile, cioè estranee al mezzo acquoso. Pertanto tendono sia ad unirsi tra di loro, ingrossandosi, sia alle bolle d'aria, che hanno lo stesso tipo di stabilizzazione, iniziano insieme ad esse la salita verso la superficie. Questo meccanismo di flottazione può avvenire con una durezza dell'acqua di ciclo intorno a 20-25 gradi francesi (200-250p.p.m.).

Si è osservato che la presenza di tensioattivi troppo idrofilizzanti non disturba la flottazione, per concentrazioni inferiori al 10% in peso sul sapone, anzi migliora il distacco; ma se superiore a tale valore essi impediscono la flottazione, e si ha formazione di schiuma bianca.

(Vedi pagina 27).

Gli aspetti fisici della flottazione sono predominanti nella fase di separazione dell'inchiostro dalla fase acquosa.

Le forze che agiscono sulle particelle solide poste nella massa di un liquido sono:

- 1) verso il basso: forza di gravità (massa particella X accelerazione di gravità).
- 2) verso l'alto: spinta idrostatica (volume particella X densità del liquido).
- 3) in direzione contraria al moto: forza d'attrito (funzione di: sezione particella,

suo coefficiente di forma, viscosità del liquido).

Questo insieme di forze determina se una particella va a fondo o rimane alla superficie e dopo quanto tempo ciò avviene.

La possibilità che la particella vada fuori dalla superficie dipende dalla differenza tra le tensioni superficiali aria- liquido, quando la sua superficie è più affine all'aria di quanto non lo sia verso il liquido. Un esempio comune è la crosta che galleggia sull'acqua quando si lava con il sapone, costituita da sali di calcio degli acidi grassi. Quando la filia delle particelle è più elevata verso l'aria che verso il liquido, insufflando aria opportunamente dispersa, la particella tende a rivestirsi in modo più o meno completo di uno strato di aria. E questo modifica profondamente il campo di forze che agisce sulla particella e finisce col determinare una vigorosa accelerazione della salita.

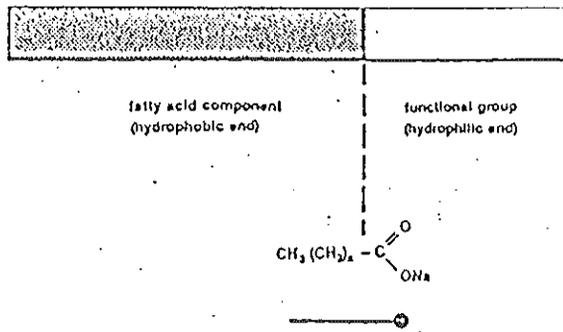
La filia della particella è regolata principalmente dalla natura del tensioattivo presente nel sistema. Influiscono anche la sua quantità, lo stato della soluzione, gli altri tensioattivi presenti, la temperatura, il pH e molti altri parametri. Grande importanza hanno la dimensione delle particelle e la natura della sua superficie, la quale finisce col determinare tipo e quantità di tensioattivo adsorbito.

Le condizioni ideali per flottare l'inchiostro sono:

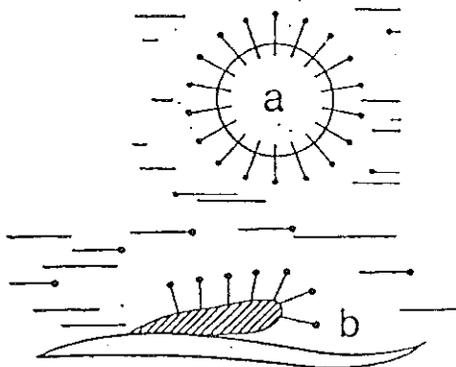
- 1) il suo distacco dalle fibre.
- 2) la lipofilia naturale dell'inchiostro, o, quella che può essere indotta da opportuni additivi, in modo che abbia una spiccata affinità per l'aria.
- 3) un basso percorso ascensionale.
- 4) uno strato di schiuma per favorire la raccolta dell'inchiostro salito alla superficie, per impedire la sua ricaduta nel liquido quando la bolla d'aria sia esplosa o altrimenti danneggiata.

Poiché anche fibre e cariche hanno una tendenza, seppur ridotta, ad esser flottate nelle condizioni in cui flotta l'inchiostro, tanto più in quanto abbiano dell'inchiostro aderente, è opportuno condurre la flottazione in condizioni di turbolenza elevata che, sfavorendo la flottazione nel suo complesso, viene a migliorare la selettività di separazione dell'inchiostro.

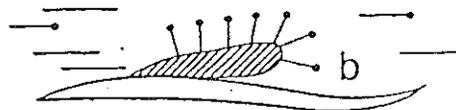
MECCANISMO DI FLOTTAZIONE DEL SAPONE



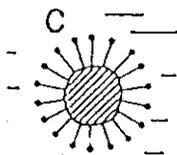
a: bolle d'aria stabilizzate dal
tensioattivo



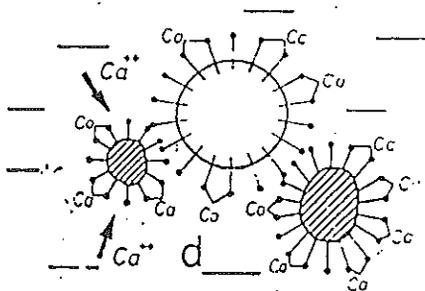
b: particelle d'inchiostro in fase di
distacco dalle fibre



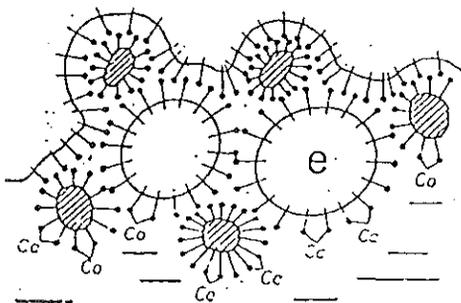
c: particelle d'inchiostro disperse
e stabilizzate



d: il tensioattivo adsorbito alle superfici
delle particelle d'inchiostro e delle bolle
d'aria, ha reagito con i sali di calcio dell'acqua.
Inchiostro e aria possono ora coalescere.



e: aria e particelle d'inchiostro
vicino alla superficie



I principi per la produzione di carta riciclata

8. ASPETTI CHIMICO - FISICI DEL LAVAGGIO

Perché il lavaggio sia efficiente occorre:

- staccare l'inchiostro dalla fibra.
- renderlo idrofilo.
- disperderlo in particelle con dimensioni dell'ordine dei colloidali.
- separare la fibra pulita dalle acque inchiostrate.
- depurare le acque.

Ciò può ottenersi con l'uso di tensioattivi disperdenti, idrofili.

I punti critici del processo di separazione sono due: la micronizzazione e la rimozione. Il riciclo delle acque ha problemi.

8.1. LA MICRONIZZAZIONE

La forza colorante dell'inchiostro è tanto maggiore quanto è più micronizzato. Basta poco inchiostro ben disperso nell'acqua per dare un grado di bianco di soli 20-25 punti quando molto più inchiostro un po' flocculato, può darne già 45.

Per avere un buon bianco, con inchiostro molto disperso, occorre un lavaggio molto efficiente.

8.2. LA RIMOZIONE

Quando l'inchiostro è disperso in modo colloidale, la quantità rimossa con la filtrazione è proporzionale al volume di acqua allontanato. Così come accade per la concentrazione dei sali nelle soluzioni.

Naturalmente più questo volume è elevato, tanto più l'impasto sarà pulito, ma avremo anche più acque da trattare al sistema di depurazione, o di riciclo. Ciò aumenta la possibilità di perdita di calore e di prodotti chimici.

Da questo punto di vista è preferibile usare macchine con un valore di

secco finale piuttosto elevato.

Quando la rimozione dell'acqua avviene, come nel caso di un Polidisc, con la formazione di un pannello di pasta addensata lo scostamento dalle condizioni teoriche sopra esposte sarà sensibile: la maggior parte dell'inchiostro grossolano rimarrà intrappolata. E di questo ve ne è comunque sempre molto.

9. LA CHIARIFICAZIONE E LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE

La flocculazione spinta delle acque di lavaggio è possibile con adatti flocculanti, capaci di lavorare al pH di 8-9, a cui si trova questa fase. Però flocculare vuol dire rimuovere, cioè perdere gran parte delle cariche, con l'effetto di ridurre la resa della carta prodotta e aumentare la quantità di rifiuti da smaltire.

In qualche caso particolare, es. tissue di qualità, la riduzione delle ceneri può essere anche gradita. Ma può essere ottenuta nel modo migliore con una adatta scelta dei maceri.

La chiarificazione acida è improponibile perché fa aumentare la salinità dell'acqua di ciclo a valori intollerabili e perché sono sempre più le carte contenenti carbonati, che sarebbero decomposti.

Il sistema a lavaggio era usato negli USA per la produzione di carta da giornale senza cariche. Si potevano impiegare enormi quantità di acqua. Considerazioni economiche ed ecologiche hanno suggerito delle modifiche significative.

Gli impianti di disinchiostrazione delle carte da macero sono accompagnati generalmente da due problemi, cioè il disinquinamento delle acque del ciclo e l'eliminazione delle materie solide di scarto.

Gli impianti per il trattamento delle carte da macero praticamente non consumano acqua; l'acqua necessaria è solo quella che esce dalla pasta umida. Essi però hanno necessità di un notevole ricambio d'acqua che serve per staccare ed allontanare buona parte dei materiali inquinanti che accompagnano le fibre cellulosiche.

Questo ricambio d'acqua è strettamente legato al grado di pulizia che si vuole ottenere nella pasta finale; cioè maggiore è il grado di pulizia più grandi saranno i volumi di acqua impiegati e quindi successivamente depurati. Le acque che escono dalle preparazioni impasti contengono frammenti di fibre, cariche minerali, collanti ed altre impurità che una volta recuperata la fibra ed eliminati i contaminanti vengono riutilizzati nel ciclo. Per quanto riguarda invece le acque e le schiume scaricate dall'impianto di disinchiostrazione che contengono particelle e pigmenti di inchiostro, cariche minerali, resine, costituenti delle patine, colle, ecc. non possono, così come stanno, essere riutilizzate oppure scaricate nei corsi d'acqua, ma necessitano di un trattamento di depurazione.

La prima operazione consiste in un trattamento meccanico per eliminare i solidi sospesi e sedimentabili tramite decantazione, facendo depositare le particelle sul fondo di una vasca o facendole flottare in superficie. Successivamente si passa ad un processo biologico in vasche di ossidazione, letti percolatori, o biodischi dove viene realizzata una flora batterica tale da demolire le sostanze organiche presenti nell'acqua. L'acqua passa poi al centro di un decantatore secondario di forma circolare, dove il fango biologico si deposita sul fondo e viene rimandato alla vasca di ossidazione, mentre l'acqua limpida tracima dalla parte alta lungo il bordo della vasca. Quest'acqua può essere scaricata solo se rientra nei parametri previsti dalla Tabella A della Legge Merli.

Questi parametri sono:

- COD (Chemical Oxygen Demand). Quantità di ossigeno richiesta da tutte le sostanze ossidabili per via chimica o inorganiche presenti nell'acqua. Non deve superare i 160 mg/l.

- BOD (Biochemical Oxygen Demand). Quantità di ossigeno richiesta da tutte le sostanze ossidabili per via biochimica necessaria cioè alla decomposizione biologica delle sostanze organiche presenti nell'acqua. Dopo 5 giorni non deve superare i 40 mg/l.

- Solidi sedimentabili (0,5 ml/l dopo 2 ore nel cono IMOF).

- Solidi sospesi (80 p.p.m.).

- pH (5,5 - 9,5).

- Temperatura (+6°acqua in uscita rispetto al corso d'acqua di scarico).

Questi sono i parametri più importanti.

Gli impianti di disinquinamento quindi, data la massa di materiali inquinanti che producono, sono sempre accompagnati da un impianto di trattamento acque, senza il quale sarebbe legalmente pregiudicata la loro futura esistenza.

I fanghi di supero dell'impianto di depurazione, addensati fino al 45-50% di secco, e tutti i materiali estranei separati nelle diverse fasi di epurazione, rappresentano una notevole quantità rispetto alla carta prodotta e devono essere eliminati. La loro eliminazione può avvenire:

- tramite appositi inceneritori che bruciano gli inquinanti e sfruttano il vapore o l'aria calda prodotta per usi interni (seccheria, trituratori, ecc.) oppure per la produzione di energia elettrica. Questo procedimento però, nella maggior parte dei casi, si è rivelato inapplicabile perchè l'energia richiesta per l'avvio del processo di incenerimento è maggiore dell'energia sviluppata nel proseguo dello stesso.
- in specifici impianti di trasformazione dei contaminanti in fertilizzanti o concimi chimici.
- nelle discariche dove si sfrutta la decomposizione organica e la fermentazione per la produzione di bio-gas.
- nelle discariche per uso civile per quanto riguarda i rifiuti solidi assimilabili agli urbani.

10. QUALITÀ: VALUTAZIONE DELLA DISINCHIOSTRAZIONE

La misura del grado di bianco è il metodo più diffuso per valutare il risultato della disinchiostrazione.

Generalmente si valuta il risultato facendo una relazione tra il grado di bianco del macero, prima della disinchiostrazione, e il grado di bianco del prodotto finito. Tale modo di procedere è incompleto e genera confusione per molti motivi.

1. *Non tiene conto della resa del processo.* Se si ricorre ad una esagerata flottazione nelle prime batterie e si limita il recupero della seconda fase, sicuramente si guadagnano uno o due punti di bianco sul prodotto finale a discapito però della resa finale e di conseguenza dei costi economici del processo.
2. *Essendo la riflettanza rilevata ad una sola lunghezza d'onda non tiene conto degli eventuali toni.* Le materie prime fibrose utilizzate, e i coloranti presenti, possono generare delle leggere dominanti di colore che non vengono evidenziate dalla misura del grado di bianco.
3. *La lunghezza d'onda di misura.* La lunghezza d'onda era stata scelta nella regione azzurra perché le carte di un tempo presentavano la tendenza ad essere più gialle del dovuto. Ora però la misura viene effettuata su carte che hanno la tendenza ad esser troppo blu (cioè poco disinchiostrate), e in alcuni casi si potrebbe incorrere nell'errore di premiare le peggiori.
4. *È influenzato dalle modalità di preparazione del campione.* Come posso stabilire il grado di bianco della materia prima in ingresso? Prelevando un campione dopo il pulper e producendo un foglietto devo considerare le variabili non facilmente controllabili: diluizione, pH, forza ionica e sali solubili, modalità di asciugamento, grado di liscio della superficie, numero e grandezza delle macchie eventualmente presenti. La valutazione del grado di bianco della materia prima dopo lo spappolamento è influenzata dal trattamento chimico usato per il processo. In laboratorio si può spappolare con acqua distillata, così il risultato è facilmente ripetibile. In tal caso però il grado di bianco sarà maggiore che con qualsiasi prodotto chimico che faciliti il distacco, perché saranno maggiori grandezza e numero di macchie, in quanto l'acqua pura di-

sperde meno.

5. *La valutazione della materia prima non stampata.* La carta bianca non stampata non necessita di disinchiostrazione, ma se voglio verificare il suo grado di bianco come posso fare? La risposta è semplice nel caso di carte naturali. Ma è quasi impossibile per le carte patinate, perché non si misura la parte interna, ovvero le fibre.

La valutazione più completa è l'insieme di:

- 1) grado di bianco come misura dell'inchiostro residuo.
- 2) numero e visibilità delle macchie; oggi può essere tentata con gli analizzatori di immagine.

In qualche caso è necessario rendere trasparente la carta con liquidi di uguale indice di rifrazione. Il diverso indice di rifrazione che hanno le paste legno diversamente trattate, rende non utilizzabile la misura del bianco sui fogli così trattati.

- 3) natura delle macchie: inchiostro, hot melt, resistente a umido, vernice.
- 4) resa e stato della fibra, come resistenza e scollantezza. La misura della resistenza richiede una cura particolare nello scegliere i provini: vanno eliminati quelli con particelle che sarebbero eliminati dai depuratori dell'impianto.

10.1. ADEGUAMENTO ALLO STANDARD

La variabilità intrinseca in materia di recupero, e la possibilità di brutte sorprese improvvise (carta che si disinchiostra più difficilmente dello standard, una partita ricca di colle), richiedono la disponibilità di un ampio volume di stoccaggio dove deviare la produzione fuori norma, in attesa di interventi correttivi.

Generalmente esiste una linea parallela di pasta legno, di rifili, di altro disinchiosttrato, che sia in grado di fornire produzione in caso di problemi alla linea di disinchiostrazione.

Se tale linea produce normalmente carta di caratteristiche migliori del disinchiosttrato, è facile che una parte sia usata per correggere il macero quando vi siano problemi. Un altro modo di intervenire è installare un correttore di colore a funzionamento continuo.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV.; *Dossier Carta*.
IPI, Maggio 1991.
- AA. VV.; *La carta da macero*.
IPI, Novembre 1990.
- P. Culicchi; *Il miglioramento del foglio prodotto con fibre recuperate mediante l'ottimizzazione del processo di frazionamento delle fibre*.
Industria della Carta, Febbraio 1991.
- G. Palmisano; *Il frazionamento delle fibre e l'epurazione centrifuga dei contaminanti leggeri*.
Industria della Carta, Ottobre 1991.
- P. Innacciotti; *Disinchiostrazione della carta da macero*.
Relazione illustrata durante il corso Cartari 1995/96
- AA.VV.; *Introduzione alla fabbricazione della carta*
ATICELCA.
- Documenti ed appunti raccolti presso le Cartiere Cariolaro.