La pasta meccanica da mola e da raffinatore

Spandri Massimo
(Burgo)

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

LA PASTA MECCANICA DA MOLA E DA RAFFINATORE

01. PREMESSA

02. TIPI DI FIBRA PER L'INDUSTRIA CARTARIA

03. IL LEGNO E LA SUA TRASFORMAZIONE IN PASTE

04. PREPARAZIONE DEL LEGNO
- 4.1 Trasporto
- 4.2 Parcatura
- 4.3 Scortecciatura
- 4.4 Sminuzzatura

05. GENERALITÁ SULLE PASTE AD ALTA RESA

06. PASTA MECCANICA
- 6.1 La sfibratura
- 6.2 Variabili del processo di sfibratura

07. PRODUZIONE DI PASTA MECCANICA MEDIANTE RAFFINATORI A DISCHI

08. PRODUZIONE DI TMP, CMP E CTMP
- 8.1 Processo termomeccanico
- 8.2 Processo chemimeccanico
- 8.3 Processo chemitermomeccanico

09. SBIANCA DELLA PASTA LEGNO

10. CARATTERISTICHE DELLA PASTA MECCANICA

1. PREMESSA

I tessuti vegetali sono costituiti da fibre e cellule filiformi con le quali è possibile fabbricare il foglio di carta.
Tecnicamente tutti i materiali in natura sono adatti per l'utilizzazione cartaria, ma solo pochi, oltre a soddisfare il requisito di idoneità presentano anche la possibilità tecnica ed economica di un loro impiego.
Tra i fattori per i quali un vegetale viene considerato fonte di materia prima fibrosa per carta, quelli più importanti rimangono il contenuto in cellulosa e la sua facilità di estrazione.
Ai sopra descritti requisiti rispondono moltissime specie arboree e poche piante annuali.

2. TIPI DI FIBRA PER L'INDUSTRIA CARTARIA

Le fibre per l'industria cartaria a seconda della loro provenienza si differenziano in legnose e non legnose, cioé che sono state estratte da materiale arboreo o da piante erbacee.

Fibre da foglie

Nel mondo vegetale esistono numerose piante le cui foglie avendo una struttura fibrosa, possono essere utilizzati a scopi cartari; le più conosciute sono: agave, ananas, palma, manilla o abaca, aloe, ecc.

Fibre da steli

Le fibre di questo gruppo provengono da piante erbacee a corto ciclo vegetativo (annuali) coltivate direttamente come piante da fibra cartaria o indirettamente quali sottoprodotti (residui agricoli) da altre attività (alimentari, tessili, agricole, ecc.). Le più conosciute sono: lino, canapa, bambù, kenaf, sparto, ecc.

Fibre legnose o arboree

Provengono dai legni di conifere e latifoglie. Queste le speci più utilizzate :

1. Conifere: larici, abeti, cedri, pini, cipressi.
2. Latifoglie: betulle, faggi, aceri, pioppi, castagni, eucalipti, querce, tigli.

Fibre da semi

La caratteristica di queste fibre è quella di essere in natura già allo stato unicellulare; in genere esse crescono sulla epidermide dei semi della pianta.
Le più note sono: semi del cotone e delle bombacee (alberi tropicali).

Fibre da frutti

La più nota è la fibra della noce di cocco.

3. IL LEGNO E LA SUA TRASFORMAZIONE IN PASTE

La cellulosa, che costituisce la principale costituente dei vegetali, è accompagnata dalle emicellulose e soprattutto dalla lignina, la cui funzione principale è quella di tenere saldate ed unite tra loro le numerose fibre in maniera da conferire resistenza e rigidità ai tessuti legnosi.
Il fine dei vari processi di trasformazione in paste di un vegetale è quindi quello di favorire opportunamente la separazione delle fibre: meccanica, chimica e termica. Con la sola energia meccanica si ottiene la cosiddetta pasta legno: le fibre subiscono uno scollamento in maniera violenta, che provoca la loro separazione in modo imperfetto e pregiudica la loro integrità: si produce una pasta ricca di frammenti di fibre, di schegge e di fino.
In questo caso la lignina, non essendo stata modificata, conferisce ancora rigidità ai frammenti di fibra e alle schegge originatesi dal legno e pertanto non permetterà loro di legarsi e intrecciarsi; la pasta che ne deriva, possiede una resa elevata, circa il 95%, ma darà carte con scarse caratteristiche meccaniche.
Al contrario se viene fornita energia chimica contemporaneamente a quella termica, l'attacco, la degradazione e quindi l'allontanamento della lignina raggiunge valori elevati; le fibre separate le une dalle altre, integre e flessibili hanno buone caratteristiche meccaniche; la resa in questo caso è tra il 45% ed il 60%.

Numerosi sono i processi che si collocano nel mezzo dei due sopra descritti, che avvalendosi di energia chimica e termica, seguita da un trattamento meccanico, a seconda dell'intensità e della durata delle operazioni producono una serie di paste con rese che vanno dal 60% al 80% e che daranno alla carta caratteristiche meccaniche intermedie.
Sono questi i caratteri che distinguono le paste semichimiche in cui l'azione del calore e dei reattivi chimici hanno provocato solo un parziale attacco della lignina; proprio per quest'ultimo fatto è richiesta una successiva azione meccanica per determinare una buona separazione delle fibre.

4. PREPARAZIONE DEL LEGNO

La preparazione del legno comprende una serie di operazioni preliminari necessarie a predisporre il legname per la sua trasformazione in pasta.
Queste operazioni, che differiscono anche notevolmente tra loro, hanno notevole importanza in quanto includono tutti i controlli necessari per il raggiungimento di un buon valore di resa.

4.1 TRASPORTO

Questa operazione può avvenire per via terrestre o per via idrica con vari sistemi la cui adozione è in funzione sia delle distanze da superare, che della natura dei luoghi da attraversare.
Naturalmente il trasporto effettuato per via idrica e in particolare quello per fluitazione è il più economico rispetto a tutti gli altri sistemi, ma ne possono beneficiare solo i paesi in cui la rete fluviale sia molto estesa.

4.2 PARCATURA

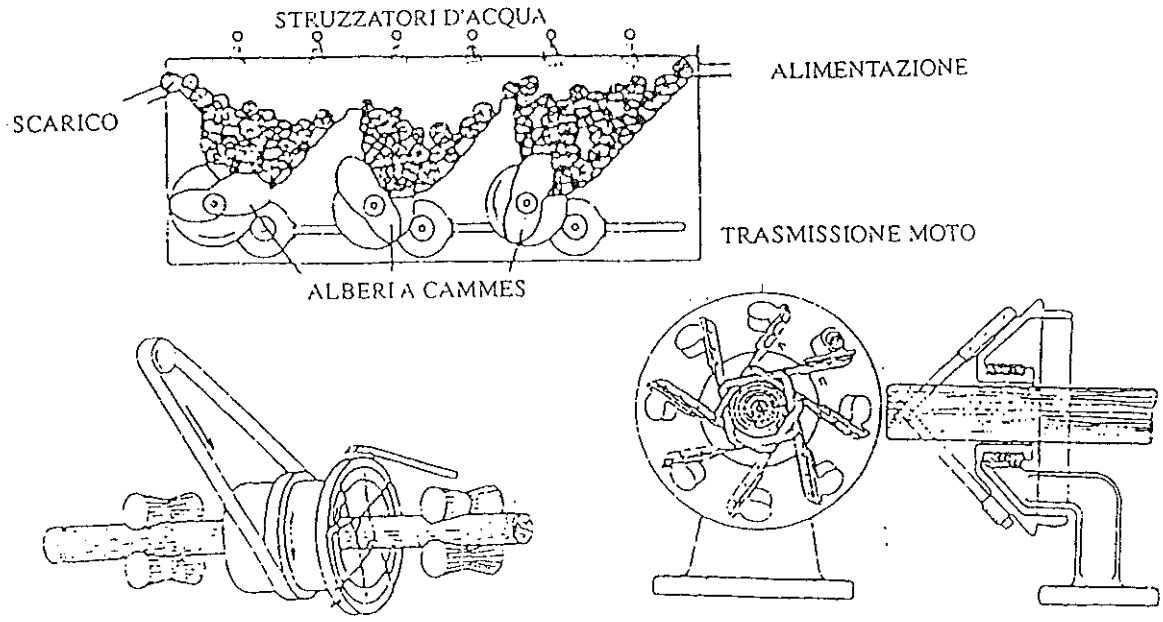
Anche questa operazione è molto importante e consiste nel concentrare in appositi spazi il materiale legnoso sia che si trovi sotto forma di minuzzoli o di tronchi.

La giacenza del legno permette di assicurare materia prima per il normale funzionamento in continuo della cartiera.
All'arrivo dei tronchi, si procede al loro taglio in tondelli della lunghezza da 1 a 3 metri prima di essere mandati in deposito; un tempo, l'accatastamento regolare e ordinato veniva effettuato a mano. Attualmente i tondelli vengono accatastati alla rinfusa con una meccanizzazione spinta.
Si da molta importanza alla conservazione del legname perché in questo modo, si possono evitare alterazioni quali marciume, sviluppo di muffe, che pregiudicherebbero la qualità delle materie fibrose.

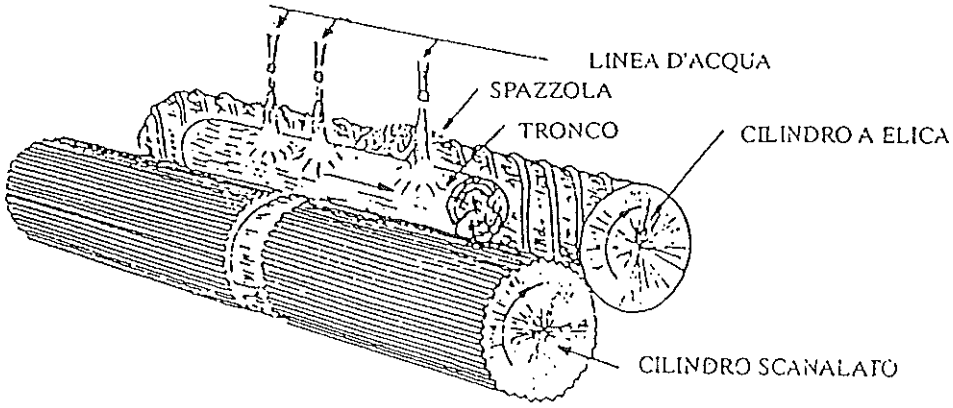
4.3 SCORTECCIATURA

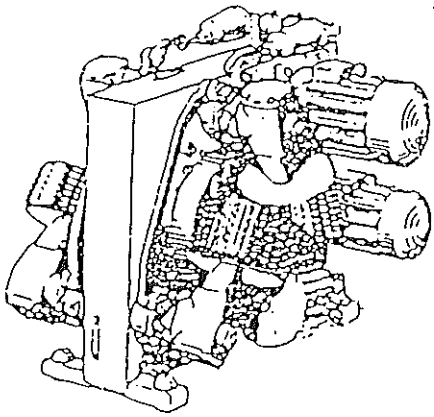
L'allontanamento della corteccia dal fusto vero e proprio è un'operazione indispensabile che consente di realizzare una sensibile economia sui trasporti del legname se quest'ultima viene effettuata in foresta, e consente di ottenere una pasta qualitativamente più pregiata e soprattutto di evitare consumi superflui di reattivi durante la fase di cottura.
Le macchine scortecciatrici possono essere di vario tipo come mostrate nelle figure sotto riportate.

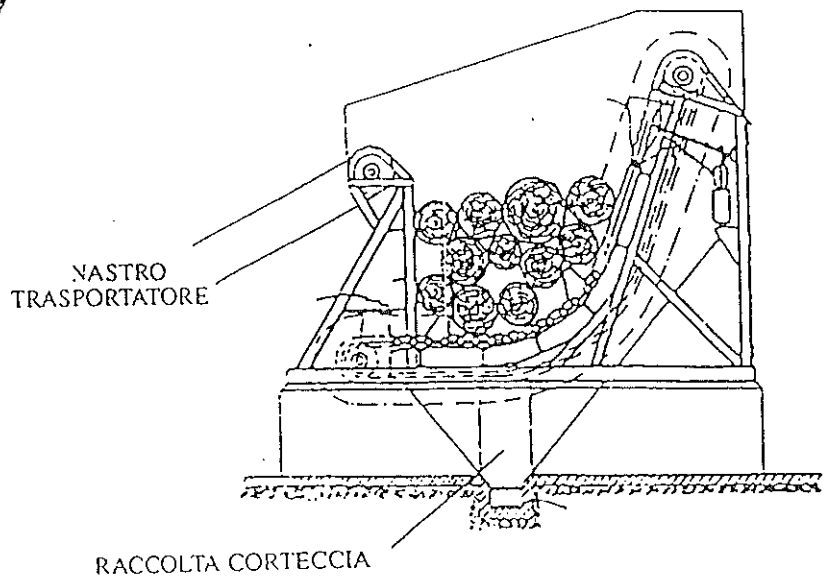
MACCHINE SCORTECCIATRICI:



La pasta meccanica da mola e da raffinatore


LINEA D'ACQUA
SPAZZOLA
TRONCO
CILINDRO A ELICA
CILINDRO SCANALATO

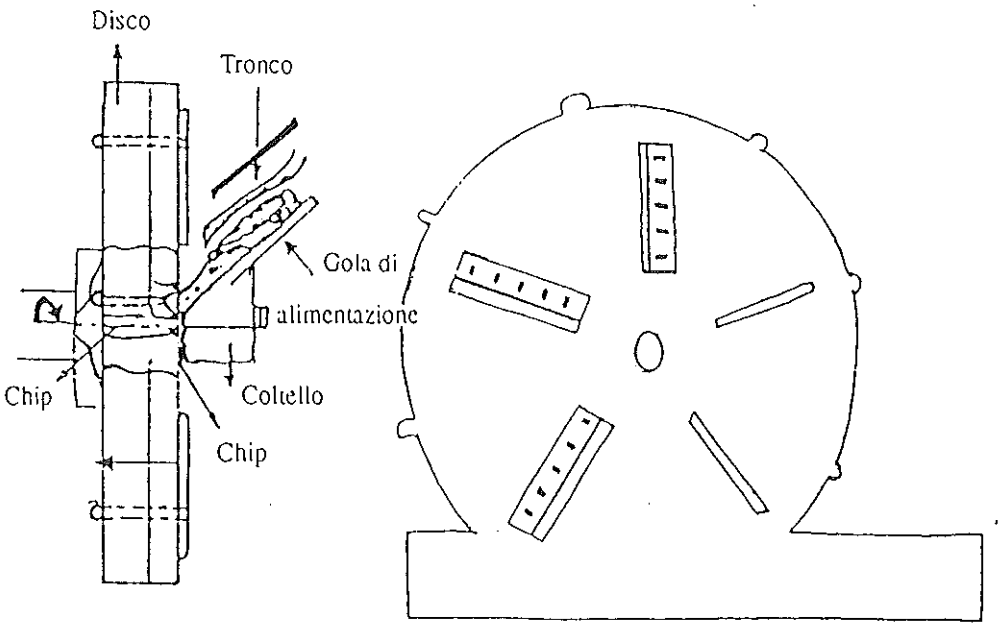



NASTRO
TRASPORTATORE
RACCOLTA CORTECCIA

4.4 SMINUZZATURA

Con tale termine si vuole indicare l'operazione con la quale i tronchi, per mezzo di apposite macchine, vengono ridotti in frammenti (chip).
Questa operazione è necessaria per migliorare la penetrazione dei reattivi all'interno dei minuzzoli.
Le macchine sono costituite da un disco metallico rotante ad alta velocità con un diametro di alcuni metri; esso è equipaggiato con un numero variabile di coltelli radiali (da 4 a 8), la cui lama sporge dal piano stesso del disco.
Naturalmente questa lavorazione danneggia irreparabilmente le fibre; questo danneggiamento sarà tanto più accentuato quanto più la lunghezza dei chips diminuirà.
Conseguenza di questo fatto sarà, quindi, un abbassamento delle caratteristiche meccaniche del foglio.

CHIPPATRICE
ORGANI PRINCIPALI



DISCO IN SEZIONE

DISCO CON I COLTELLI

5. Generalità sulle paste ad alta resa

Con tale definizione si intendono tutti quei tipi di pasta con resa elevata, la cui caratteristica principale è quella di essere state pochissimo raffinate e per nulla (o minimamente) delignificate.
Esse si distinguono esclusivamente per il processo di produzione, che in molti casi non è solo meccanico ma ricorre, qualche volta, anche all'ausilio di piccole quantità di reattivi ed a brevi trattamenti termici; ciò facilita la separazione senza profondi danneggiamenti delle fibre, come invece avviene per la pasta meccanica.
Molti di questi processi, come il TMP (di cui se ne parlerà in seguito) o il CTMP in questi ultimi anni hanno assunto notevole importanza. Il successo di queste paste è da attribuire alle migliori caratteristiche meccaniche mostrate rispetto alla pasta legno che rimane al momento la pasta più conosciuta.

6. Pasta meccanica

Tra le paste ad alta resa è stata la prima ad essere prodotta.
Comunemente va sotto il nome di pasta legno, proprio per la sua natura ancora integralmente legnosa. Si fabbrica esclusivamente per azione meccanica sul legno, ridotto in tronchetti, ad opera di sfibratori a mola (SGW= Stone Ground -Wood) oppure in minuzzoli, ad opera di raffinatori a disco (RMP= Refiner mechanical pulp).
Tali sistemi, da una parte hanno il vantaggio di produrre la pasta ad un costo contenuto ma generano dei materiali dalle scarse caratteristiche meccaniche che non possono essere impiegati mai da soli per la fabbricazione della carta, ma devono essere in miscela con altri tipi di paste.
Altro non trascurabile difetto è la facilità con cui la pasta legno si altera per effetto della luce, del calore e dell'invecchiamento. Tale inconveniente non è grave quando si impiega questa materia fibrosa per carte destinate a pubblicazioni che hanno vita effimera, ma lo diventa se si adopera pasta meccanica all'interno dei supporti per la stampa di libri o per documenti destinati a durare decenni o magari secoli.

In ogni caso le paste meccaniche sono particolarmente apprezzate, non solo per l'aspetto economico ma anche perché la loro presenza in un impasto conferisce alla carta una buona opacità ed una buona ricettività agli inchiostri di stampa.
In virtù di tali proprietà essa costituisce un componente essenziale di tutte le carte mezzo fini ed andanti, da stampa e da scrivere: in particolare è presente in preponderanza nella carta da giornale.
Le fasi operative della lavorazione sono le seguenti:

sfibratura;
epurazione
addensamento (se il prodotto viene venduto ad altri stabilimenti).

6.1 LA SFIBRATURA

Tale operazione che avviene con l'aiuto di una mola abrasiva in presenza di acqua può influire sulle caratteristiche della pasta ottenuta a parità di essenza legnosa. Una pressione maggiore o minore del tondello sulla pietra, può provocare una produzione maggiore o minore ma soprattutto porta alla produzione di pasta con caratteristiche diverse. Nella sfibratura si distinguono pertanto i seguenti fattori che influenzano in modo più o meno marcato la quantità e/o la qualità della produzione:

- **Pressione** di esercizio

- **Granulometria** della mola

- **Velocità** della mola (velocità di rotazione)

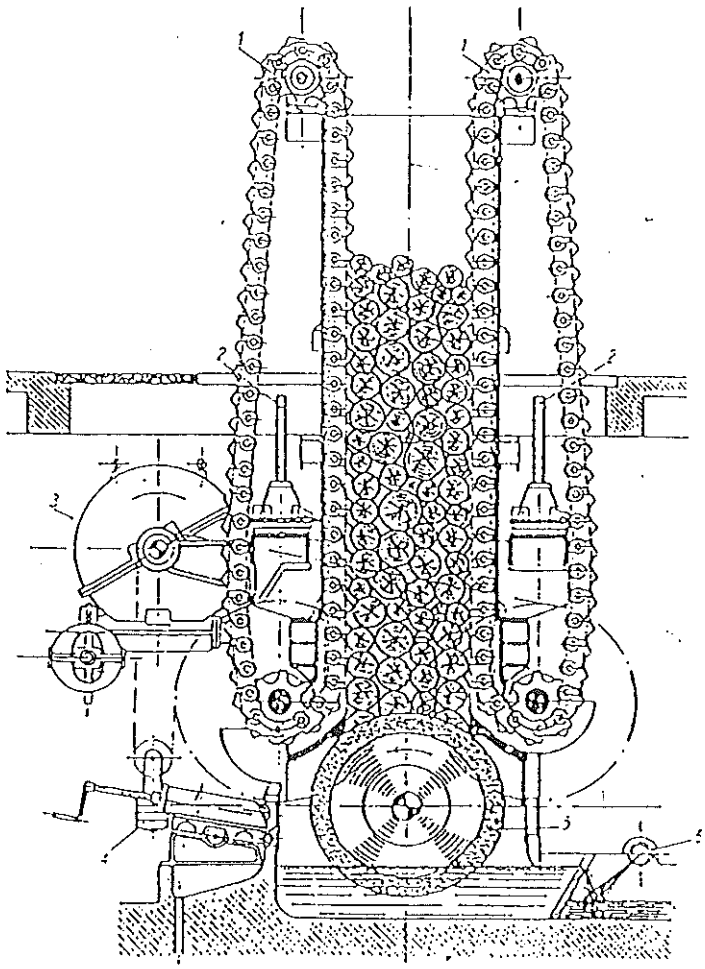
- **Temperatura** dell'acqua

- **Ravvivamento** della mola

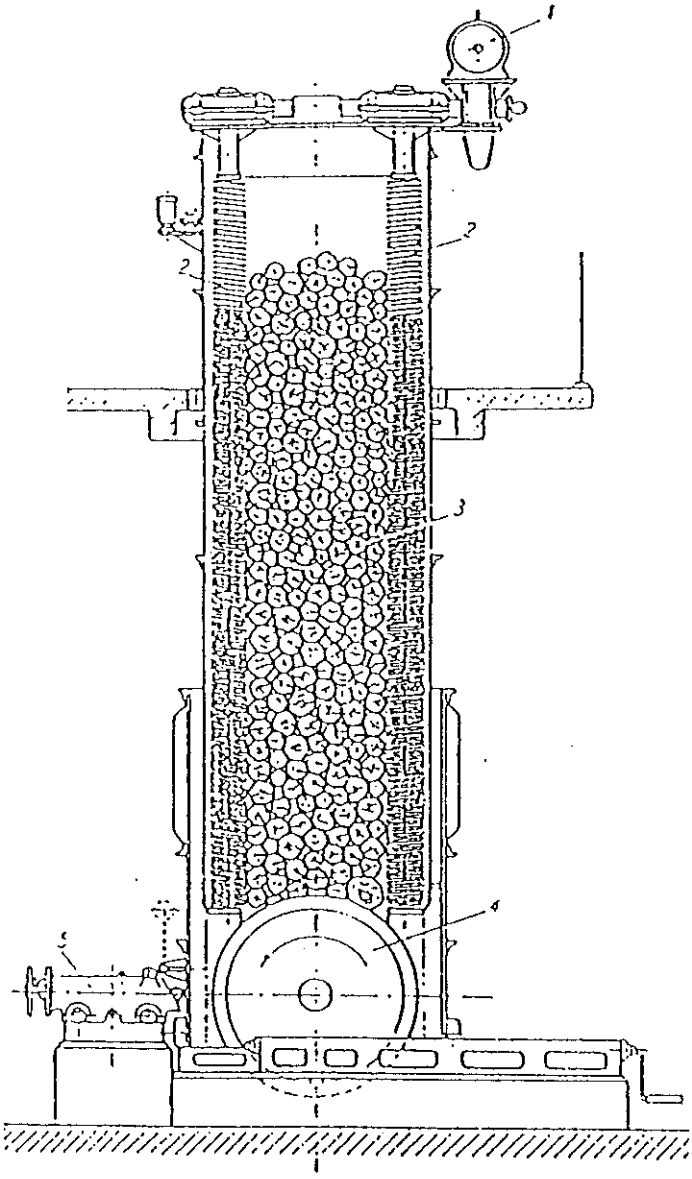
Vista l'influenza dei fattori citati, è evidente che si sono cercate le condizioni ottimali per poter ottenere da una data essenza legnosa una produzione con caratteristiche costanti e della miglior qualità.

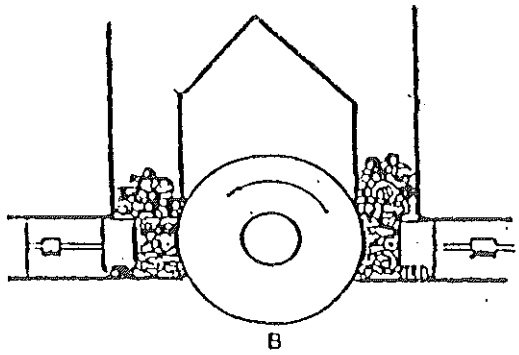
Per qualità migliore di una pasta legno, si intende in assoluto una pasta in cui le fibre siano il più possibile elementarizzate e abbiano la massima lunghezza compatibile con l' essenza legnosa in uso.
A parità di superficie del legno in contatto con la mola, una maggiore pressione porterà al distacco di fascetti più copiosi a numero maggiore di fibra e, se la produzione in questi casi può essere maggiore, è certamente di peggior qualità dovendo poi, ad assortimento effettuato, procedere alla raffinazione dello scarto così ottenuto.
Per contro, una minore pressione del tondello sulla mola, porta alla produzione di una pasta più fine, che se può presentare, come vantaggio, una buona elementarizzazione, potrebbe avere minori caratteristiche di scolantezza (poco scolante - più grassa) con comparsa, inoltre, di una frazione troppo abbondante di fini, senza contare il consumo specifico di energia che in questo caso risulta maggiore.
Quanto detto finora è confermato dalla microfotografia fotografia qui sotto riportata che fa notare, quali siano i trattamenti che la fibra riceve e la quantità di fini che viene prodotta nell'operazione di sfibratura:

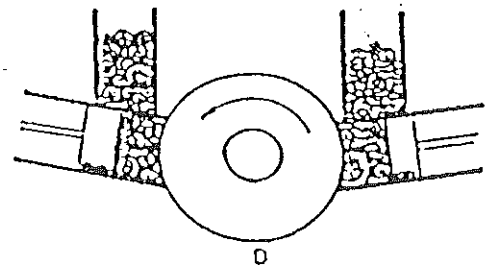
Al fine di ottenere un prodotto avente le caratteristiche volute si sono messi a punto vari tipi di sfibratori dove la pressione applicata è costante e dipende dalla velocità della mola e dalla potenza installata.
In linea di principio per avere il massimo rendimento si cerca di far funzionare lo sfibratore al massimo della potenza regolando l'abrasività della mola con un opportuno trattamento della superficie.
Onde evitare che la pressione sul legno possa variare, causando variazioni nelle qualità della pasta, si sono abbandonati gli sfibratori discontinui a cassetta, per passare a sfibratori a cassette multiple, agli sfibratori continui (a vitoni e/o catene) e agli sfibratori tipo KAMIR con cassette di precaricamento (Great-Northan).

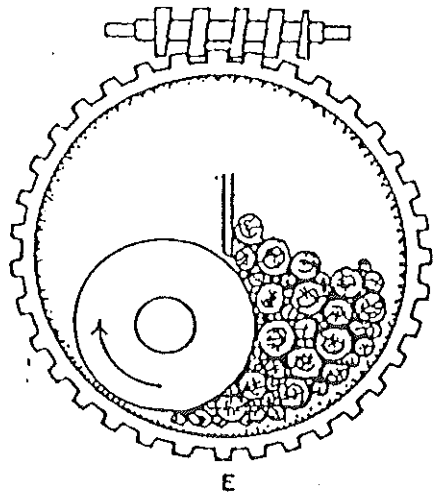


Schema di sfibratore a catene









Sfibratore a vitoni

1. Riduttore di velocità
2. Vitoni verticali
3. Tondelli di legno
4. Mola
5. Martellina

B) Sfibratore a magazzino

D) Sfibratore a cassette

E) Sfibratore ad anello

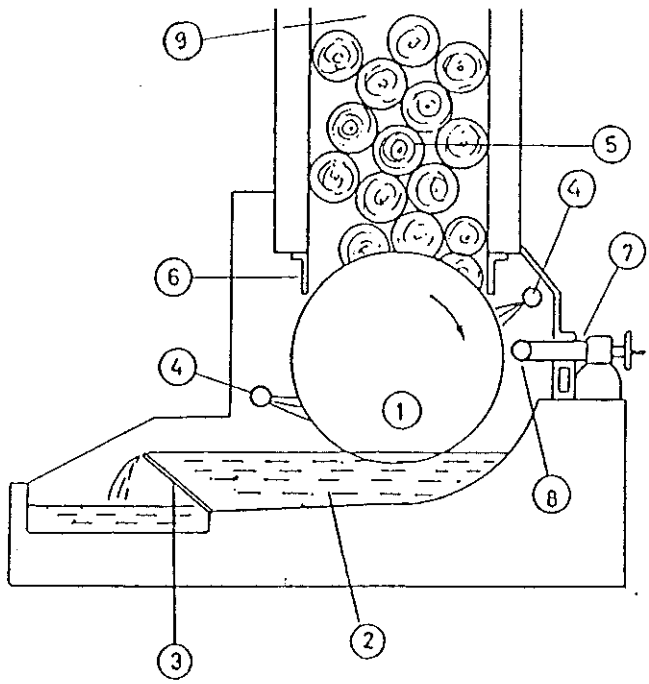
Si è cercato insomma di avere una produzione avente caratteristiche il più possibile costante nel tempo.
Le mole, o pietre, sono costituite da materiale abrasivo ed anche in questo settore si sono fatti notevoli progressi per ottenere una costanza di superficie abrasiva e quindi di qualità del prodotto.
Si sono abbandonate da tempo le mole naturali, e sono ormai rari i manufatti, costruiti con materiale naturale in granuli, e agglomerato.
Si ricorre oggi a materiali analoghi alle mole smeriglio (carborundum oppure graniti artificiali) dove la granulometria, la durezza e l'abrasività sono caratteristiche rigorosamente controllate.
La superficie della mola è poi costruita a settori opportunamente ancorati al corpo del cilindro, ed in grado di sopportare le forti sollecitazioni originate dalla velocità, dalla pressione e dalla temperatura di esercizio.
Vanno osservate tuttavia condizioni ben precise di avviamento e di fermata delle mole specie per quanto riguarda le variazioni di velocità e di temperatura onde evitare rapide ed incontrollabili dilatazioni nocive all' integrità della mola e della macchina stessa.
Le mole oggi sul mercato sono di tipo diverso a seconda che siano destinate alla sfibratura del pioppo o dell'abete. Anche la stagionatura media del legno da sfibrare può determinare la scelta di un opportuno tipo di mola.
La superficie della mola deve essere, inoltre, tenuta il più possibile a costante abrasività una volta determinata la condizione ottimale per una data essenza legnosa.
L'approntamento della superficie della mola od il suo ravvivamento viene fatto con particolari bocciarde o martelline, costituite da un cilindro di acciaio molto duro. Vi si distinguono due fasi:

1) Quella iniziale di approntamento che viene fatta con una bocciarda ad incisione di tipo particolare (normalmente quadrettata) e che ha lo scopo di aggredire la superficie predisponendola a ricevere poi la rifinitura, mettendo in evidenza la grana abrasiva sotto la superficie generalmente liscia della mola nuova.
2) La martellinatura vera e propria fatta con bocciarde a superficie incisa a solchi inclinati in modo tale da lasciare sulla pietra un'impronta dal disegno ben presiso.

Tale impronta deve essere mantenuta il più possibile costante e va ripetuta in funzione del tipo di produzione e dal tipo di legno in uso.
Per ottenere una costanza di martellinatura un particolare dispositivo permette di procedere all'avanzamento della bocciarda e alla sua pressione contro la mola che ruota a velocità costante.
L'intervallo tra una martellinatura e l'altra è variabile in funzione della essenza legnosa.
Tuttavia quando le asperità cominciano ad attenuarsi (produzione in diminuzione) prima di procedere ad una successiva martellinatura si effettua una spazzolatura della mola con una spazzola metallica in modo da ravvivare la mola con una energica pulizia per altro normalmente mantenuta dagli spruzzi di lavaggio.

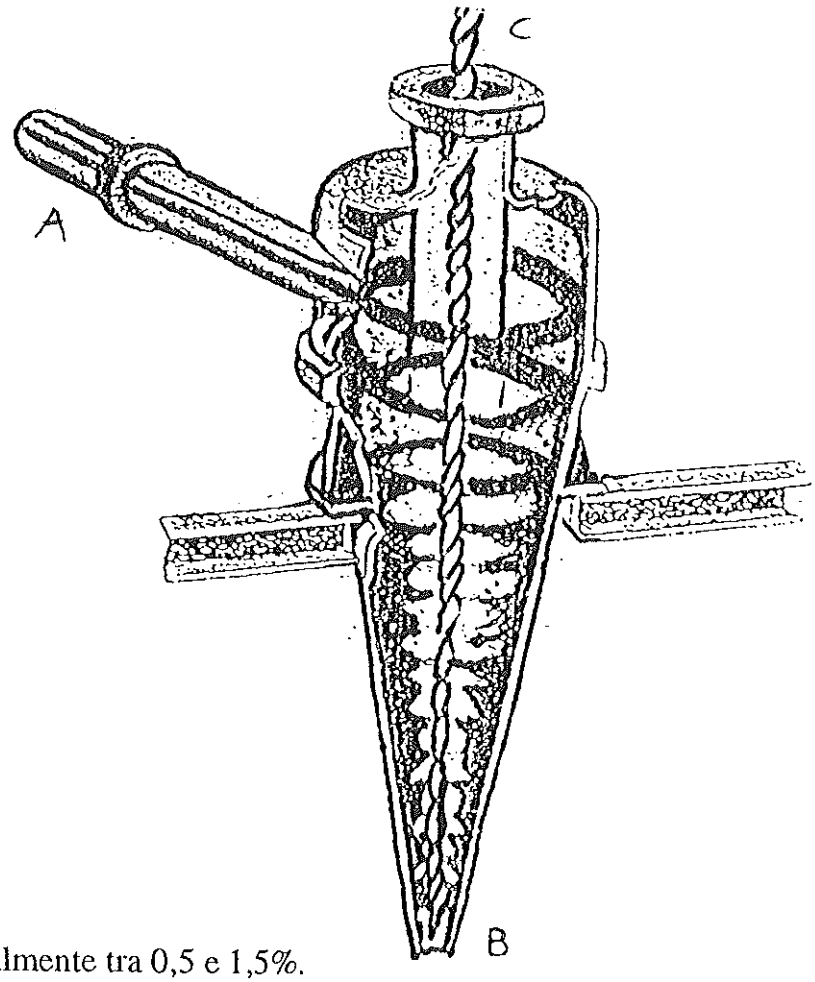
SCHEMA DI SFIBRATORE

1. Mola
2. Pozzetto
3. Diga
4. Spruzzatori
5. Legno in tronchi
6. Paratia di sbarramento
7. Dispositivo di avanzamento martellina
8. Martellina
9. Magazzino legno



È chiaro che a parità di altri fattori anche la temperatura ha notevole importanza nella produzione della pasta legno.
Infatti con aumenti di temperatura si sono ottenute paste di legno con caratteristiche migliorate (TMP). Già nella produzione della sola pastalegno tradizionale questa variabile è di importanza notevole.
Il mantenimento di un'elevata temperatura, poiché durante la sfibratura si sviluppa calore, permette un certo rammollimento dei legami tra i fascetti fibrosi per cui la elementarizzazione delle fibre ne rimane avvantaggiata.
È buona cosa pertanto mettere in atto tutti gli accorgimenti quali, coibentazioni, chiusure dei cicli, ecc.,che permettono di mantenere una elevata temperatura (circa 80°) che si ha in un normale circuito di pasta legno. Va da sé che variazioni di temperatura, dovute ad immissione di acqua fredda, possono portare ad uno scadimento qualitativo della produzione, (oltre ad alcuni seri pericoli per l'integrità delle mole).
È bene ricordare che la sfibratura è un'operazione che avviene con notevole consumo di energia.
Normalmente il consumo di energia specifico si aggira intorno ai 130÷150 KW ogni 100 Kg. di pasta prodotta (1300÷1500KW/ton.).
Il consumo è maggiore per sfibratori a freddo (T°< 60°) e negli sfibratori a bassa potenzialità. Tenendo invece conto anche di tutte le operazioni che costituiscono l'intero ciclo, assortimento, raffinazione, addensamento ed imbianchimento, il consumo di energia per quintale di pasta legno prodotta si posiziona tra i 145÷165 KW/ 100 Kg.
Successivamente al processo di sfibratura gli impianti prevedono un separascheggie che ha il compito di separare dalla sospensione fibrosa (intorno allo 0,5%) i frammenti di legno e le schegge grossolane che vengono trattenute dalle piastre forate del separatore.
Negli impianti di una certa potenzialità tali schegge vengono mandate in un trituratore e la pasta così ottenuta segue una propria linea di lavorazione e assortimento prima di essere mescolata al resto della produzione.
I fascetti o le scheggette ancora grossolane, pur essendo relativamente fini, vengono separate per assortimento con assortitori rotanti a tamburo dotati di tele forate con diametro dei fori di 6 - 8 - 10 decimi di millimetro e che indicano poi la finezza della pasta legno.

Per le lavorazioni di pasta legno di pioppo normalmente si usano tele 6/10 mentre per pasta legno di abete sono in esercizio tele da 8-10/10.
In molti impianti gli stadi di assortimento sono più di uno.
Si può avere un primo stadio di preassortimento seguito da uno o due stadi di assortimento, mentre gli scarti derivati dai vari stadi possono essere ulteriormente assortiti a parte. Gli impianti sono poi dotati di più stadi di epurazione dove gli epuratori centrifughi (tipo Cycleanx) separano le impurità costituite da sabbia, cortecce, e frammenti di legno.



IDROCICLONE
A. Tubo d'entrata della pasta
B. Scarico impurezze
C. Tubo della pasta depurata

Questo scarto si aggira normalmente tra 0,5 e 1,5%.
Si procede poi all'addensamento della pasta con addensatori che sono normalmente a tamburo con tela filtrante (tipo VOITH o MAULE) e la densità della pasta passa da 0,5 a 3,5-4,5%.
Un discorso a parte deve essere fatto per la pasta legno che deve andare all'imbian-chimento poiché tale operazione deve avvenire a densità molto maggiori (20% e oltre).

6.2 VARIABILI DEL PROCESSO DI SFIBRATURA

Differenti caratteristiche in funzione del tipo di mola

Le mole artificiali differentemente da quelle naturali ormai in disuso, danno paste meno danneggiate e quindi con un grado di scolantezza più elevato.
La mola viene caratterizzata da alcuni fattori come la grandezza dei granuli abrasivi e la durezza del legante,. Ne esistono una grande varietà di combinazioni in funzione del tipo di legno da lavorare e da altre caratteristiche legate alla conduzione dello scortecciatore in produzione.
Anche la gamma della loro durata d'esercizio danno un'immagine molto più ampia di quella che è l'importanza del differente tipo di mola.
Infatti le mole artificiali hanno una durata molto più elevata rispetto a quelle naturali. Questo fatto è dimostrato da valori ben diversi di tempo di lavoro: 30.000 metri cubi di legno per le mole artificiali contro i 4.000 metri cubi delle naturali.

Temperatura di sfibratura

Questo fattore è molto importante poiché il raggiungimento di elevati valori nel punto di contatto della mola con il legno (185 °C) determina la plasticizzazione della lignina diminuendo i danni provocati alle fibre.
La temperatura, tuttavia, non può essere troppo elevata in quanto si provocherebbero troppi danni al legno; si evita ciò usando quantità ben dosate d'acqua che provocano il raffreddamento della mola stessa.
Bisogna però fare attenzione in quanto, un elevato quantitativo d'acqua, provocherebbe una diversa diluizione dell'impasto che non si deve allontanare da valori intorno al 4-8%.
In base alla quantità d'acqua utilizzata si distinguono due tipi di sfibratura.
Se l'apporto di acqua è alto la temperatura di esercizio oscilla tra i 50-60 °C e la densità raggiunge valori intorno al 4%: si parla di sfibratura fredda; contrariamente se la quantità d'acqua è poca, la temperatura sale a 65-90 °C e la densità arriva all' 8%. Si parla in questo caso di sfibratura a caldo.
Quest'ultima da sicuramente risultati migliori.
L'innalzamento della temperatura determina un minore attrito e quindi una diminuzione del consumo di energia.

Con la sfibratura calda si ottiene una pasta meno danneggiata e con migliori caratteristiche rispetto a quella della sfibratura a freddo.

Energia specifica

Sicuramente non tutta l'energia di esercizio viene spesa per la sfibratura vera e propria. Infatti la massima parte di questa viene dissipata per vincere le resistenze dovute all'attrito tra mola e legno con conseguente produzione di calore.
I consumi sono in relazione sia al tipo di pasta che al tipo di legno: in genere essi vanno dai 1.000 ai 1.500 KWh/ tonnellata di pasta.
I valori bassi si realizzano per produrre paste da impiegare nella produzione di carte da parati, mentre i valori più alti per carte da stampa in genere.

Pressione di sfibratura

È la pressione che deve essere esercitata sul legno affinché l'attrito provochi la sfibratura del legno. Questa deve essere compresa tra i 150 KPa e i 700KPa.
Secondo diversi studi si è notato che la pasta migliore si ottiene intorno ai 250 KPa.
I diversi valori di pressione determinano diversi tipi di carta: infatti le basse pressioni sono indicate per carta da giornale, mentre le alte per copertine e cartoni vari.

Tipo di legno

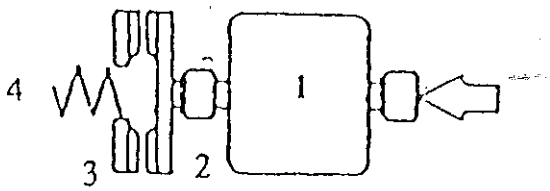
Importantissimi sono i requisiti che il legno deve avere per la produzione della pasta meccanica. Tra questi sono molto importanti il colore e il valore della densità basale.
Per quel che concerne il primo, la pasta meccanica conserva il colore del legno da cui si ricava e pertanto per le carte da stampa sono usati tutti i legnami molto chiari.
Una specie di pianta che permette l'ottenimento di pasta meccanica ad alto livello qualitativo è sicuramente l'abete.
Anche i pini potrebbero entrare in questa categoria, ma, la presenza di abbondanti quantità di resine ne sconsigliano l'utilizzazione a causa di eventuali inconvenienti che si posson verificare durante il processo di fabbricazione.

Per quanto riguarda le latifoglie, solo il pioppo e la betulla presentano un legno di colorazione abbastanza chiaro.
Per la densità basale, invece, sono preferiti tutti quei legni che hanno valori non elevati (da 300 a 450 Kg/m3) quali quelli delle conifere in genere.
Le latifoglie dovrebbero essere quindi escluse dalla produzione di pasta meccanica perché presentano una densità basale più elevata delle conifere.
Fa però eccezione il legno di pioppo che presenta valori che eguagliano quelli delle conifere.
La tabella qui sotto riportata evidenzia le differenze delle caratteristiche di una media ponderale di valori tra PL di pioppo e abete:

CARATTERISTICHE		PIOPPO	ABETE
INDICE DI SCOLANTEZZA	SR	70,3	80,6
INDICE DI SCOLANTEZZA	CSF	66,5	45,2
TEMPO DI SCOLAMENTO	s	195	270
TEMPO DI DRENAGGIO FOR. FO	s	7	11,2
LUNGHEZZA DELLE FIBRE	mm	0,58	0,68
LUNGHEZZA FIBRE ULLMAN	mm	0,52	0,56
DENSITÀ' APPARENTE	g/cm3	0,372	0,445
ALLUNGAMENTO	%	1,02	1,21
LUNGHEZZA DI ROTTURA	m	1300	2720
FATTORE DI SCOPPIO		5,2	11,8
FATTORE DI LACERAZIONE		16	35
RUVIDITÀ' BENDSTEN	cm3/min.	583	462
PERMEABILITÀ' BENDSTEN	cm3/min.	1020	224
OPACITÀ' DI STAMPA	%	95,8	96,2
COEFFICIENTE DI DIFFUSIONE	cm2/g	680	684
COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO	cm2/g	45,6	50,2

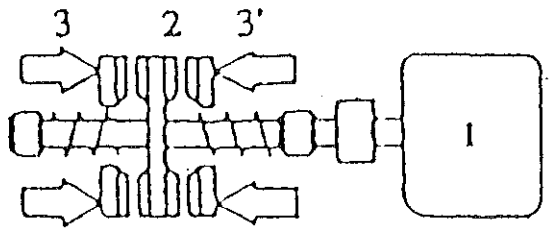
7. PRODUZIONE DI PASTA MECCANICA MEDIANTE RAFFINATORI A DISCHI

Questo processo (RMP) è stato messo a punto negli USA intorno al 1950.
Mentre per alimentare lo sfibratore a mola è necessario disporre di tondelli che, per ragioni di rendimento delle macchine, presentino il minimo di incurvamenti, nel caso dello sfibratore a dischi si utilizza legno ridotto in chip.
L'utilizzo del raffinatore a dischi per la produzione di pasta meccanica deriva dal fatto che, già nell'impianto con sfibratore a mola, il raffinatore a dischi viene utilizzato per ridurre in fibre gli scarti ottenuti nella fase di assortimento della pasta proveniente dallo sfibratore: quanto prodotto per raffinazione viene reinserito nel processo evitando perdite di resa.
Questo processo consente l'impiego anche di materiale di scarto di altre industrie del legno (segheria, compensato etc.), oltre che la ramaglia, con un'utilizzazione più completa della pianta e notevole riduzione degli scarti relativi.
Tre sono i tipi di macchine cui si fa ricorso e cioè:
1) raffinatore dotato di un disco rotante contro un disco fisso;
2) raffinatore dotato di due dischi rotanti in senso opposto;
3) raffinatore dotato di disco rotante posto in mezzo a due dischi fissi.
Normalmente il processo prevede l'impiego di due raffinatori posti in serie dotati di piastre di disegno diverso: più idonee le prime a produrre un materiale sfibrato grossolanamente, mentre le seconde devono prestarsi maggiormente a "raffinare" un materiale già sufficientemente elementarizzato.



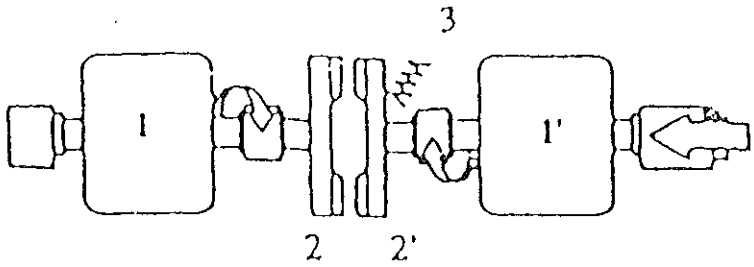
RAFFINATORE A DISCO SEMPLICE:

1 Motore, 2 Disco rotante, 3 Disco fisso,
4 Alimentazione chips.



RAFFINATORE A DOPPIO DISCO:

1Motore, 2 Disco rotante, 3 e 3' Dischi fissi.



RAFFINATORE A DISCHI CONTROROTANTI

1 e 1' Motori, 2 e 2' Dischi rotanti in senso contrario, 3 Alimentazione chips.

8. PRODUZIONE DI TMP, CMP E CTMP

Sono comparse sul mercato molti tipi di pasta le cui sigle sono TMP, CMP e CTMP. La produzione di queste paste non segue più l'iter descritto per la pura sfibratura. In ogni caso il legno viene trasformato in minuzzoli (chips) che consentono una miglior impregnazione del legno con vapore o con additivi.

E' chiaro che dopo il trattamento chimico che avviene eventualmente sotto pressione e ad alta temperatura i minuzzoli vengono aperti con speciali disintegratori e poi la pasta viene raffinata in due o più stadi proseguendo poi all'assortimento e alle epurazione solite.

Il risultato è l'ottenimento di una pasta con caratteristiche di resistenza migliorate sensibilmente rispetto alla pasta meccanica standard.

Si può dire che tali trattamenti portano a consumi maggiori di energia: per le TMP fino a 2000 KW/ton., ma il risultato è conveniente se si pensa che oggi la carta per giornali, per esempio, può essere prodotto con 2÷3% di cellulosa e TMP contro il 16÷18% di cellulosa e pasta legno standard.

E' opportuno studiare e sviluppare nuovi processi di separazione delle fibre che siano in grado di produrre paste dotate di migliori proprietà di resistenza conservando nel contempo la resa a livelli quanto più possibile vicino a quelli delle paste meccaniche. Lo sviluppo del processo termomeccanico ha portato un miglioramento rispetto alle paste meccaniche, ma non ha eliminato totalmente gli altri problemi.

Si è quindi cercato di usare dei trattamenti chimici tali da provocare una parziale dissoluzione del materiale intercellulare, determinando l'allentamento dei legami tra le fibre nel legno, oltre a modificare la struttura della lignina rendendola più idrofila.

A questi trattamenti deve inevitabilmente seguire un trattamento meccanico che completi l'opera iniziata dal reattivo chimico.
Quindi si tratta sempre di processi in due stadi consistenti nell'impiego di:

- energia chimica in genere con ausilio termico;
- energia meccanica per l'operazione di riduzione del materiale cellulosico in fibre elementari, con un impiego quantitativo che è inversamente proporzionale all'intensità del trattamento chimico.

La resa di questi processi dipende quindi dalla drasticità del trattamento chimico e presenta una variabilità molto ampia, essendo compresa tra i livelli minimi di 60/65% e livelli massimi di 85/95%.
Le paste prodotte con questi sistemi sono costituite da fibre la cui integrità fisica è in relazione diretta con l'intensità del trattamento chimico subito e perciò in relazione inversa con l'entità del trattamento meccanico: ovviamente il confine tra paste semichimiche e chemimeccaniche non può essere definito in modo netto.

8.1 PROCESSO TMP

Questo processo assomiglia molto al processo di sfibratura con raffinatori a dischi, in quanto utilizza il legno nello stesso stato fisico (chip) e impiega lo stesso tipo di macchine per l'operazione di riduzione del legno a pasta fibrosa. Esso differisce però per due aspetti fondamentali:
1) precedentemente al primo stadio di sfibratura i chip sono sottoposti a un trattamento con vapore sotto pressione a temperatura compresa tra 110°C e 130°C.
2) questo primo stadio di sfibratura dei chip con raffinatori a dischi viene effettuato sotto pressione invece che a scarico aperto.
Il trattamento di vaporizzazione sotto pressione ha lo scopo di rammollire la lignina e le emicellulose del legno favorendo l'ottenimento di un materiale fibroso meno frammentato, i cui elementi costituenti sono caratterizzati da una capacità di formare legami gli uni con gli altri che è superiore a quanto succede per la pasta meccanica ottenuta con lo sfibratore a mola o con i raffinatori a dischi a scarico aperto.
Una linea di produzione per pasta termomeccanica consiste pertanto di due fasi separate e può essere raffigurata essenzialmente con la serie di passaggi indicati nello schema:

lavaggio chip

⌄

vaporizzazione chip

⌄

1°stadio: sfibratura con raffinatore pressurizzato

⌄

separazione pasta-vapore

⌄

2 ° stadio: sfibratura con raffinatori a scarico aperto

⌄

assortimento

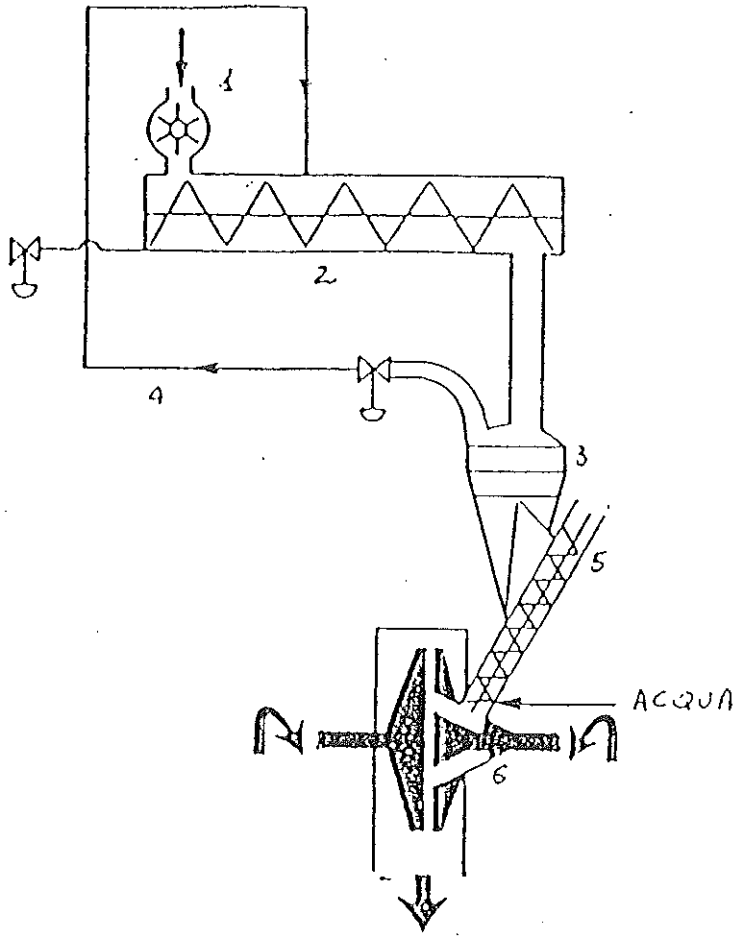
I risultati molto soddisfacenti ottenuti con questo processo ne hanno determinato una rapida e diffusa affermazione: esso si è dimostrato particolarmente efficace con i legni di conifera; assai meno soddisfacenti sono stati i risultati con le latifoglie, in particolare con quelle a densità basale media o alta.
Possiamo adesso confrontare le caratteristiche di paste meccaniche prodotte con differenti sistemi:

PARAMETRI	PL da sfibratore	PL da raffinatore	PL Termomeccanica
Scolantezza SR°	71	70	67
Lung. di rottura	2800	2900	3400
Fatt. di strappo	37	50	62
Fatt. di scoppio	1,4	1,6	1,9
Grado di bianco	62	61	61
Scheggiosità %	0,2	0,1	0,04

Schema di fabbricazione di pasta termomeccanica

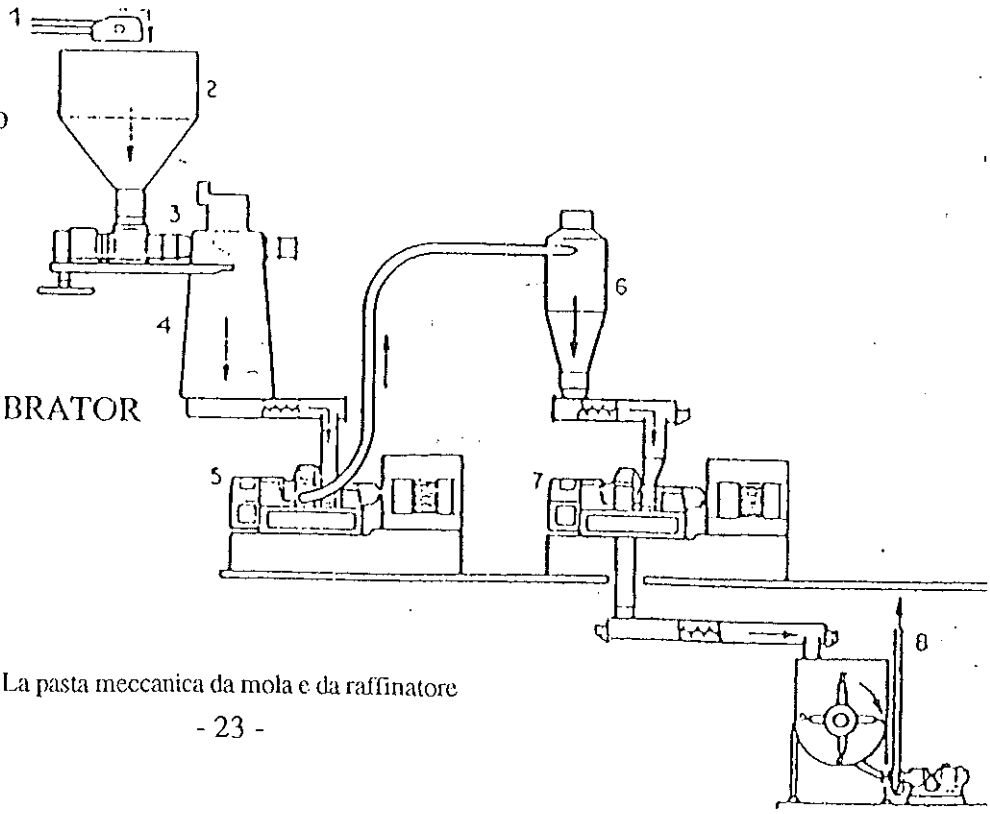
1. Valvola stellare
2. Bollitore
3. Ciclone
4. Linea di vapore
5. Coclea di alimentazione
6. Raffinatore pressurizzato

IMPIANTO S.C.A.



1. Nastro di trasporto
2. Tramoggia di carico
3. Pressa a vite
4. Bollitore
5. Raffinatore pressurizzato
6. Ciclone
7. Raffinatore
8. Tina di raccolta pasta

IMPIANTO DEFIBRATOR



8.2 PROCESSO CHEMIMECCANICO

Per ovviare agli aspetti negativi delle paste semichimiche, cioè opacità scadente, incarto elevato e limiti del grado di bianco, che ne hanno precluso l'impiego di massa nel grande campo delle carte da stampa, si è pensato di produrre paste ad alta resa con caratteristiche cartarie il più possibile vicine a quelle delle paste meccaniche, ma dotate di migliori resistenze meccaniche.
Per realizzare questo si è innalzata la resa delle paste semichimiche di una decina di punti (all'incirca tra 85 e 95%), ottenendo le paste chemimeccaniche (CMP).
Importante è notare che le paste CMP differiscono dalle paste semichimiche in quanto è mutata l'entità relativa dei trattamenti chimico e meccanico: il primo è assai più blando, mentre la fase meccanica ha assunto un ruolo più importante.
Come reattivo di cottura si può impiegare solfito sodico in quantità alquanto ridotta (2-5% sul legno) con temperature comprese tra i 130°C e i 160 °C e durate non superiori all'ora. Il processo si presta bene per i legni di conifera, mentre sembra meno idoneo per le latifoglie, per le quali è importante effettuare il trattamento chimico in ambiente sufficientemente alcalino. Risultati migliori con le latifoglie sono ottenibili per impregnazione a bassa temperatura con soda caustica con eventuale presenza di acqua ossigenata per ottenere una pasta già dotata di un buon grado di bianco.
Le paste chemimeccaniche presentano caratteristiche di resistenza sufficientemente elevate da poter essere impiegate in sostituzione, parziale o addirittura totale, della pasta chimica in impasti per carta per giornale o per carte analoghe; in genere non possono essere usate come componente principale degli impasti per carte da stampa in ragione delle insufficienti caratteristiche di opacità che sono sempre inferiori a quelle della pasta meccanica.
Una diversità fondamentale tra paste semichimiche e paste chemimeccaniche è rappresentata dal differente andamento del coefficiente di diffusione della luce (una misura dell'opacità) al procedere della raffinazione.
Mentre per le paste semichimiche, come per le paste chimiche, questo valore diminuisce man mano che la raffinazione progredisce, per le paste chemimeccaniche esso si mantiene stabile o addirittura aumenta con la raffinazione, analogamente a quanto succede per le paste meccaniche, tendenza tanto più simile quanto più elevata è la resa del trattamento.

Possiamo notare, ora, diverse caratteristiche di paste legno da pioppo trattate con i procedimenti visti finora:

CARATTERISTICHE	TMP	CMP
SCOLANTEZZA CSF ml	115	92
SCOLANTEZZA SR	63	70
DENSITA' Kg/m3	348	421
INDICE DI SCOPPIO KPam2/g	0,71	1,76
INDICE DI TRAZIONE Nm/g	26	40,7
INDICE DI LACERAZIONE	2,8	4,7
IRB %	59	60,5
OPACITÀ' %	96,5	92
RESA %	96	92

8.3 PROCESSO CHEMITERMOMECCANICO

Questo procedimento ha ricevuto negli anni recenti, da parte degli studiosi, una particolare attenzione che si è esplicata in importanti applicazioni industriali specialmente con legni di conifera.
Esso non è altro che una variante del processo termomeccanico, nel senso che c'è una perfetta analogia per quanto concerne impiego di macchinari e andamento del processo con la differenza che i chip di legno vengono previamente impregnati con reattivi chimici (solitamente soluzioni diluite di solfito sodico a pH variante da leggermente acido ad alcalino) e quindi riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e 150°C per brevi durate. La resa del trattamento, analogamente a quanto visto per le paste chemimeccaniche, con le quali esistono grandi somiglianze, è compresa tra 87 e 95% in dipendenza principalmente dell'intensità del trattamento chimico.

Rispetto al processo termomeccanico l'intervento chimico determina l'ottenimento di paste caratterizzate da minor scheggiosità, maggior contenuto di fibre lunghe, maggior conformabilità e flessibilità con la possibilità conseguente di produrre un foglio più denso e perciò con migliori proprietà di resistenza, ma opacità e assorbenza minori.
Le paste chemitermomeccaniche (CTMP) conservano ancora molte proprietà tipiche delle paste meccaniche, ma il miglioramento delle loro caratteristiche di resistenza consente di estenderne l'impiego in una gamma più ampia di prodotti cartari, tra i quali si possono citare: le carte "tissue", il tovagliame, gli assorbenti ("fluff") e i cartoni per contenere liquidi.
Un aspetto molto interessante di queste paste, che avrà senza dubbio sviluppi molto importanti, è rappresentato dal fatto che per le paste bianchite si è creato immediatamente un fiorente mercato. Nel 1989 esso riguardava già un terzo della produzione mondiale totale con previsioni molto favorevoli per il futuro in considerazione del grande interesse che i tecnici hanno riservato a questo tipo di paste quali sostituti parziali o totali delle più costose paste chimiche in molte applicazioni cartarie.
Confrontiamo, per ulteriori chiarimenti, i parametri dei processi produttivi per paste TMP e CTMP:

PARAMETRI	TMP	CTMP
VAPORIZZAZIONE min	5	15
REATTIVI	/	Presenti
PRESSIONE DI VAPORIZ.	3	3
QUANTITA' REATTIVI %	1	5
pH	conifere >7	latifoglie <7
TEMPO DI IMPREGNAZIONE	/	3
TEMPO DI COTTURA Min.	3	10
TEMPERATURA DI COTTURA	125	125
PRESSIONE NEL BOLLITORE	2	2

Un' altra interessante questione è l'influenza del tipo di fibra sulle caratteristiche delle paste CTMP:

FIBRA LUNGA:

- Resistenza alla laccrazione elevata
- Negativa ai fini della stampa
- Aumenta la trasparenza

FIBRA CORTA:

- Migliora il liscio e l'opacità
- Debole resistenza alla lacerazione

DIAMETRO PICCOLO DELLE FIBRE:

- Migliora la stampa e l'opacità
- Migliora la morbidezza

DIAMETRO GRANDE DELLE FIBRE:

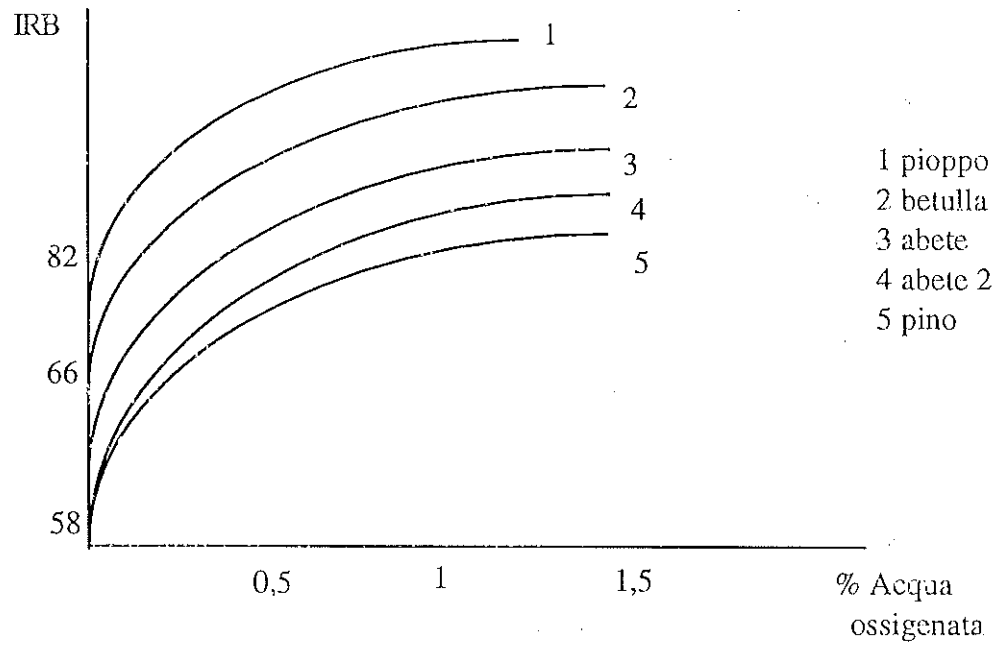
- Migliora la mano del foglio
- Riduce il liscio e quindi peggiora la stampa

PARETE SPESSA DELLE FIBRE:

- Riduce la resistenza meccanica
- Diminuisce il liscio e aumenta lo spolvero

DENSITÀ BASALE ELEVATA:

- Richiede energia maggiore, aumento di reattivi, aumento dei tempi di trattamento



10. Caratteristiche della pasta meccanica

Innanzi tutto bisogna osservare che le paste meccaniche sono caratterizzate da buona scolantezza e cioè drenano facilmente sulla tela della continua, anche se la misura in laboratorio di questa proprietà dà indicazioni del tutto opposte, e quindi si prestano a essere impiegate su continue molto veloci, per es. per carta per giornale. Inoltre il loro grado di bianco, in assenza di imbianchimento, dipende totalmente dall'essenza legnosa impiegata, ma non raggiunge mai livelli molto elevati e stabili nel tempo, anche se accettabili per molti tipi di carte, come quelli tipici delle paste chimiche bianchite.

Come si è detto in precedenza il processo meccanico non modifica la composizione chimica del legno, per cui sotto questo aspetto la pasta prodotta non presenta sostanziali differenze rispetto alla materia prima originaria. La superficie della fibra è quindi ricoperta di lignina e di conseguenza poco adatta a formare legami idrogeno con le superfici fibrose adiacenti. Inoltre gli elementi fibrosi mantengono la rigidità originaria dovuta alla presenza di lignina per cui sono nella condizione fisica meno idonea a stabilire tra loro estese aree di contatto.

Infine il danneggiamento subito dalle fibre dà un ulteriore contributo negativo al fatto che le paste meccaniche possano dare fogli con buoni valori di resistenza. D'altra parte la presenza della frazione fine, specie se di forma fibrillare, contribuisce in modo positivo alle proprietà di resistenza della pasta.
La presenza elevata di lignina è responsabile anche di un altro aspetto negativo: la pasta meccanica ingiallisce con facilità e si deteriora piuttosto rapidamente con la conseguenza di pregiudicarne l'impiego in carte destinate a durare nel tempo.
A questi elementi negativi si contrappongono qualità proprie delle paste meccaniche che le rendono molto valide per molti tipi di carte. Esse danno un foglio voluminoso, caratterizzato da ottima opacità, molto stabile dimensionalmente, poroso e quindi assorbente, sufficientemente liscio, comprimibile e resiliente: tutte proprietà che contribuiscono a determinare ottime caratteristiche di stampabilità alla carta.
Infine la produzione di pasta meccanica consente l'utilizzazione più completa della materia prima legnosa con il risultato di tenere l'inquinamento idrico a livelli minimi.
Gli impieghi delle paste meccaniche nei prodotti cartari sono una conseguenza logica delle proprietà dette sopra. Per questo motivo esse trovano ampia utilizzazione in carte la cui qualità non può essere molto fine a motivo del grado di bianco (non molto elevato e non stabile nel tempo) e dei bassi livelli di resistenza. Quindi:

- carte per giornale
- rotocalco e parati
- carte non pregiate per scrivere e per stampa
- supporti da patinare
- cartoni per astucci, ecc.

In conseguenza delle limitate proprietà di resistenza la pasta meccanica non può essere impiegata come componente unico dell'impasto per le carte suddette, ma deve essere necessariamente associata con quantità più o meno rilevanti di paste chimiche così da poter far fronte alle condizioni imposte dai requisiti operativi di fabbricazione o di trasformazione, oltre che dagli impieghi finali.
Nella carta per giornale, che è quella dove la pasta meccanica trova l'impiego più elevato, si rende necessario la presenza di quantità di pasta chimica comprese tra

il 15 e 30% in dipendenza della qualità della pasta meccanica e delle condizioni operative impiegate per la fabbricazione della carta.
Le scadenti proprietà di resistenza delle paste meccaniche rappresentano un aspetto negativo di grande importanza in quanto costituiscono l'impedimento principale a un'utilizzazione più ampia di queste paste, che sono indubbiamente le più a buon mercato.
Ulteriore aspetto negativo del processo meccanico è quello costituito dagli elevati consumi energetici necessari per la produzione delle paste relative.
Essi variano in dipendenza del tipo di legno impiegato, ma soprattutto dalla qualità della pasta prodotta.
Nel tentativo di superare gli inconvenienti citati, ma soprattutto quelli relativi alle basse resistenze, sono in fase di studio modifiche al sistema di produzione basato sulla sfibratura con la mola.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.; *Introduzione alla fabbricazione della carta*
"Associazione Tecnica Italiana per la Cellulosa e la carta"ATICELCA.

- D. Nisi; *Relazione tenuta presso il Corso Cartari 1995/96*
OVER Meccanica.

- Documentazioni tecniche della cartiera Burgo di Germagnano.