

# La produzione del cartone ondulato

**Di Carlo Piero**  
(*Cardella*)

Relazione finale  
7° Corso di Tecnologia per tecnici cartari  
**1999/00**



**Scuola Interregionale  
di tecnologia  
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50  
37138 Verona

## **1- Introduzione**

## **2- Classificazione ed elementi costituenti**

- 2.1 - Introduzione
- 2.2 - Conformazione del cartone ondulato
- 2.3 - Le copertine
- 2.4 - I fogli tesi
- 2.5 - Le ondulazioni
  - 2.5.1 - Profilo dell'onda
  - 2.5.2 - Tipi di onda
  - 2.5.3 - Onda alta
  - 2.5.4 - Onda bassa
  - 2.5.5 - Onda media
  - 2.5.6 - Micro onda

## **3- Tipi di carta utilizzati**

- 3.1 - Introduzione
- 3.2 - Carte per copertina
  - 3.2.1 - Carta kraft
  - 3.2.2 - Liner e test
  - 3.2.3 - Camoscio
- 3.3 - Carte per ondulazioni
  - 3.3.1 - Semichimica
  - 3.3.2 - Medium
  - 3.3.3 - Fluting
  - 3.3.4 - Uso semichimica
- 3.4 - Prove sulla carta
  - 3.4.1 - Prove per copertine
  - 3.4.2 - Prove per onda
  - 3.4.3 - Prove generiche
- 3.5 - Prove sul cartone
- 3.6 - Prove sulle scatole
- 3.7 - Difetti sulle bobine
- 3.8 - Difetti sul cartone

## **4- La macchina ondulatorice**

- 4.1 - Porta bobine
- 4.2 - Pre-riscaldatori
- 4.3 - Pre-condizionatori
- 4.4 - Gruppo ondulatore
  - 4.4.1 - Cilindri ondulatori
  - 4.4.2 - Incollatore
  - 4.4.3 - Cilindro di pressione
- 4.5 - Ponte di immagazzinaggio
- 4.6 - Incollatrice ai piani
- 4.7 - Piani caldi
- 4.8 - Taglia cordona
- 4.9 - Taglierina rotativa
- 4.10 - Raccoglitore impilatore
- 4.11 - Attrezzature complementari

# 1. INTRODUZIONE

Le motivazioni che hanno spinto gli utilizzatori di imballaggi ad orientarsi sempre di più verso l'utilizzazione della carta e del cartone, si possono far coincidere come quelli che sono i requisiti ai quali tali imballaggi devono rispondere; è risaputo che ogni prodotto ha bisogno di un'imballo particolare, il quale a grandi linee deve servire per protezione, trasporto e comunicazione, e che l'imballo ottimale è quello che, trovato il giusto equilibrio fra materiale impiegato e risultati ottenuti, risponde contemporaneamente ai criteri di economicità e di efficacia.

Si può quindi affermare che il **cartone ondulato** è il materiale più adatto a raggiungere questi obiettivi. A confermare quanto detto, ci sono i dati riguardanti l'utilizzo totale degli imballaggi in Europa, i quali vedono al primo posto con il 43% la carta ed il cartone, seguiti dalla plastica, dal vetro ed infine dal legno.

La più importante caratteristica del cartone ondulato, è che il materiale con il quale viene prodotto, è rinnovabile e riciclabile al 100%. La possibilità di riciclare, non solo comporta un vantaggio economico, ma ha anche un buon impatto sull'ambiente, infatti contribuisce a ridurre la quantità di materiale da smaltire nelle discariche.

Il materiale recuperato, cioè il **macero**, ritorna nel ciclo produttivo del cartone ondulato per ben sette volte nel suo ciclo di vita, e rappresenta in Italia l'80% della materia prima impiegata nella sua produzione. È necessario arricchire le fibre del materiale di recupero che hanno perso con l'uso parte della loro originaria resistenza, con nuove fibre vergini per ripristinare le prestazioni e mantenere uno standard di qualità costante.

Lo scopo di questa mia relazione, non è quello di mettere in evidenza i pregi dell'imballaggio con il cartone ondulato, ma quello di scoprire come si produce questo tipo di materiale, da cosa è composto e cercare di puntualizzare quelle che sono le differenze tecniche e di fabbricazione dei diversi elementi che lo compongono. A tale scopo, andremo a conoscere la conformazione del cartone ondulato, poi prenderemo in esame i tipi di carte che sono utilizzate per la sua fabbricazione, con le relative prove alle quali vengono sottoposte, i difetti più comunemente riscontrabili ed infine andremo ad analizzare in tutte le sue parti, la macchina ondulatrice.

## 2. CLASSIFICAZIONE ED ELEMENTI COSTITUENTI

### 2.1 INTRODUZIONE

Il sistema per ottenere il cartone ondulato, è quello di accoppiare tramite collante, tre o più strati di carta ad alcuni dei quali è stata data precedentemente una forma ondulata. Ad operazione finita, avremo quindi un materiale rigido composito utilizzabile in un'ampia gamma legata soprattutto all'imballaggio.

Il primo impiego di carta ondulata, priva di copertine, si ha negli Stati Uniti nel 1871; questa veniva adoperata in sostituzione della paglia e dei trucioli, come protezione di materiali fragili quali bottiglie. Nel 1874 si cominciò ad accoppiare la carta ondulata ad un foglio teso, ottenendo un prodotto che tutt'oggi viene utilizzato per avvolgere e quindi proteggere oggetti di forma strana (questo prodotto è chiamato *canneté*). Solo un'anno dopo si ebbe l'intuizione di aggiungere un'altra copertina, ottenendo così un prodotto particolarmente rigido, dal quale potevano essere ricavati dei contenitori. Da allora l'impiego del cartone ondulato ha conosciuto una vastissima diffusione, infatti si possono ottenere contenitori leggeri, facili da maneggiare, rigidi ma allo stesso tempo capaci di assorbire urti (grazie all'azione ammortizzante degli strati ondulati), che possono essere coperti, riempiti, richiusi e spostati meccanicamente.

### 2.2 CONFORMAZIONE DEL CARTONE ONDULATO

Nella sua struttura più semplice, il cartone ondulato è costituito da due superfici **piane** o **tese** distanziate tra di loro da una superficie di **carta ondulata**, alla quale sono state unite mediante collatura. Avremo in tal caso un cartone ad **onda semplice** o ad una sola onda, più correttamente detto un **cartone semplice**.

Per ottenere una composizione più composita, fermo restando le due superfici piane esterne, all'interno si aggiungerà un'ulteriore onda divisa dalla già esistente superficie ondulata, da una terza superficie piana, detta **foglio teso**. Si avrà in questo caso, un cartone denominato a **doppia onda** o più correttamente, anche se impropriamente detto **triplo**; dovuto appunto dalla presenza di tre superfici piane.

Questi due sono i tipi di cartone ondulato più comunemente e diffusamente prodotti, e comunque vengono fabbricati e commercializzati per usi specifici, strutture ondulate sia più semplici che più composite.

Certamente più semplice è, come abbiamo accennato nell'introduzione, la **carta ondulata**, ottenuta dall'accoppiamento di una superficie piana con una superficie ondulata. L'assenza della seconda superficie piana, non conferisce rigidità al sistema, ed infatti viene commercializzata normalmente in rotoli e trova impiego nella protezione, mediante avvolgimento, di prodotti aventi una forma anomala.

Più composita è invece la composizione del cartone a **tripla onda**; all'interno delle due copertine esterne, le superfici ondulate diventano tre, collegate e divise da due fogli tesi. Si tratta di un prodotto destinato ad usi specifici, la cui diffusione è peraltro al momento limitata (circa il 3-4% della produzione italiana di cartone ondulato). Viene utilizzato per la fabbricazione di casse da trasporto in sostituzione del legno, oppure per contenitori di materiali plastici destinati al settore chimico.

Le carte utilizzate per le superfici vengono chiamate **copertine**; avremo quindi una copertina **esterna** ed una copertina **interna**, identificabili dalla posizione che esse assumono nell'imballaggio. Le carte ondulate che servono da distanziatori tra le due copertine, sono chiamate **ondulazioni** o **onde**. Infine le carte piane intermedie, che hanno il compito, nel cartone a più onde, di collegare le stesse, sono denominate **fogli tesi**.

Ora che siamo a conoscenza della nomenclatura dei vari componenti del cartone ondulato, vediamo di dare un'idea dell'utilità e dell'apporto che ciascuno di essi offre alla struttura finale.

### **2.3 LE COPERTINE**

Ogni imballaggio, va incontro, nel corso della sua vita, e cioè dal momento in cui viene riempito di prodotto, a quello in cui viene svuotato, a tutta una serie di aggressioni, alcune casuali, altre rientranti nella norma e quindi ripetitive, che tendono a ridurre l'efficienza e ad intaccare la resistenza.

Nelle fasi sia di movimentazione che di stoccaggio, un'imballo è certamente soggetto ad urti che provengono dall'esterno ed a pressioni esercitate per forza d'inerzia, sulle sue pareti dal prodotto contenuto, e quindi dall'interno

verso l'esterno; appaiono perciò estremamente utili copertine con adeguate doti di **resistenza allo scoppio**, alla **perforazione** e alla **lacerazione**.

Gli imballaggi di cartone ondulato, sono normalmente accatastati uno sull'altro, ed il peso del loro contenuto, gravando su quelli posti alla base della catasta, richiede all'imballo stesso, specialmente nel caso di prodotto non autoportanti, una buona **resistenza alla compressione verticale**. A ciò contribuiscono copertine sufficientemente rigide e che garantiscono buoni valori di **RCT** (ring crasch test).

Un imballo deve frequentemente affrontare variazioni ambientali e climatiche e poiché tali circostanze incidono sulle sue prestazioni, occorrerà porre attenzione, nella scelta delle copertine, alla resistenza che esse sono in grado di opporre all'assorbimento di umidità e quindi al valore di **COBB**.

Spesso un cartone ondulato, deve fare i conti, presso gli utilizzatori, con sistemi di montaggio e di assemblaggio automatici, tendenzialmente portati sempre a maggiori velocità e spesso inclini ad usare maniere forti; l'uso di ventose, per la loro presa, è ampiamente diffuso e per questo motivo sarà opportuno accertare il **grado di permeabilità all'aria** delle copertine per evitare eventuali inconvenienti. (indice **Gurley**).

Ed infine dobbiamo ricordare che un'imballaggio è spesso apprezzato non soltanto per la funzione protettiva esercitata nei confronti del prodotto, ma anche per la sua capacità di identificarlo, di reclamizzarlo e di essere veicolo pubblicitario.

Ciò viene realizzato attraverso la stampa della copertina esterna, che apparirà tanto più attraente, quanto maggiore risulterà la **stampabilità della carta** e la **planarità del cartone**. Più facilmente ottenibile con carte di buona grammatura accoppiate con onde di piccolo passo.

## **2.4 FOGLI TESI**

Come abbiamo già visto nella conformazione, per la fabbricazione di un cartone ondulato a doppia onda o triplo, il numero di superfici piane passa da due a tre; mentre le prime due e cioè quelle esterne, fanno parte della famiglia delle copertine (prese in considerazione nel capitolo precedente) la terza, cioè quella che viene incollata tra le due ondulazioni, prende il nome di **foglio teso**.

A differenza delle copertine, le quali devono rispondere, a seconda della posizione, ad una serie di requisiti ben precisi, il foglio teso invece data la sua collocazione, oltre a contribuire allo spessore finale del prodotto finito, dovrà avere una **porosità** tale per far penetrare la quantità di collante utile per tenere accoppiate le due ondulazioni.

Infatti se andiamo ad analizzare il tipo di carta utilizzato per questo prodotto, si potrà notare che il 100% della materia prima usata è carta di recupero, cioè macero di qualità scadente, senza nessun trattamento di collatura, sia in massa che in size-press.

## 2.5 LE ONDULAZIONI

Come detto precedentemente nella fase introduttiva, le ondulazioni, sono collocate tra una serie di superfici piane, le quali devono essere tenute alla stessa distanza per più tempo possibile nel corso della vita di un cartone ondulato.

Vedremo più avanti quale e quanto possa essere questa distanza o spessore; per ora prendiamo atto che per mantenere il loro spessore originale le ondulazioni, debbono essere rigide ed avere una **buona resistenza allo schiacciamento in piano**, caratteristiche queste più facilmente ottenibili con l'impiego di carte che abbiano un buon valore di **CMT**.

La tipica struttura delle ondulazioni, consente di sfruttare al meglio le caratteristiche di resistenza proprie delle carte impiegate. È ciò che avviene nel cartone ondulato; ogni ondulazione assume il ruolo di una nervatura o effetto colonna e ciascuna di esse dovrà dare il proprio apporto alla resistenza complessiva del prodotto. La caratteristica forma delle ondulazioni, assicura una certa elasticità che consente di ammortizzare i colpi ricevuti e di agire come cuscinetto fra la sorgente dell'urto ed il prodotto contenuto.

Fra le tante prestazioni normalmente richieste ad un'imballaggio in cartone ondulato, la resistenza all'accatastamento o alla compressione verticale, assume particolare importanza. Il contributo offerto dalle ondulazioni a tale caratteristica, spesso essenziale, è sicuramente notevole ed appare evidente se si considera che ogni ondulazione agisce come un pilastro e che sono tante le ondulazioni, e quindi i pilastri collegati tra loro dalle due copertine, a conferire al tutto la resistenza richiesta. Importante a tale scopo, che le carte impiegate abbiano congrui valori di **RCT** o, in alternativa **CCT**.

### 2.5.1 PROFILO DELL'ONDA

Per quanto concerne **la forma o il profilo** delle ondulazioni si può ritenere, almeno in via teorica, che una forma triangolare, a “V” per essere più chiari, potrebbe rappresentare la soluzione ideale per far convivere esigenze di consumo di carta e di resistenza.

L'attuale tecnologia delle macchine continue per la produzione di cartone ondulato, non consente la formazione di angoli acuti o retti; i costruttori di macchine si sono quindi orientati verso un'arrotondamento del vertice della “V”, ipotizzando varie geometrie dei profili delle ondulazioni, in grado di essere sagomate dai denti di ingranaggi meccanici e di consentire l'apposizione, sul loro vertice, della quantità di collante, necessaria e sufficiente ad assumere la perfetta adesione delle copertine all'ondulazione.

Il profilo dell'ondulazione ne determina quindi:

- L'ALTEZZA: è misurata dalla distanza intercorrente tra la sommità e la cavità dell'onda. L'altezza dell'onda non coincide con lo spessore del cartone, in quanto occorre considerare anche lo spessore delle carte che lo compongono.
- IL PASSO: è la distanza tra la sommità di due onde contigue.
- IL NUMERO: è la quantità di ondulazioni contenute in un metro lineare di cartone.
- IL COEFFICIENTE DI ONDULAZIONE: è il rapporto intercorrente fra la lunghezza della carta da ondulare impiegata per ottenere la lunghezza della copertina e la lunghezza della copertina stessa. Tale coefficiente indica il consumo di carta da ondulare.

### 2.5.2 TIPI DI ONDA

A seconda del profilo impiegato si otterranno quindi i vari tipi di onda, quattro in totale, universalmente impiegati e precisamente:

- Onda alta (A);
- Onda media (C);
- Onda bassa (B);
- Microonda (E);

### 2.5.3 ONDA ALTA

Determina un cartone con spessore superiore a 4,5 mm. Lo spessore del cartone influisce direttamente sulla resistenza alla compressione verticale degli imballaggi, così come ne accresce il potere ammortizzante. Minore, rispetto ad altri tipi di onda, risulta invece la resistenza alla compressione in piano. Stampabilità non eccessiva, in quanto il passo dell'onda non facilita una perfetta planarità alla copertina.

### 2.5.4 ONDA MEDIA

Determina un cartone con spessore compreso tra 3,5 e 4,4 millimetri. Questo tipo di onda, di uso relativamente recente, si è rapidamente diffuso ed il suo impiego è ormai generalizzato, in quanto rappresenta un'ottimo compromesso tra il consumo di carta (prezzo) e la qualità delle prestazioni (resistenza). Offre una stampabilità migliore, a parità di grammatura della copertina e garantisce una buona resistenza sia alla compressione in piano che a quella verticale, in quanto subisce, nel corso delle normali operazioni di trasformazione, imballo e spedizione, uno stress minore di quello cui è sottoposto il cartone in onda "A".

### 2.5.5 ONDA BASSA

Determina un cartone con spessore compreso tra i 2,5 e 3,4 millimetri. Il numero di onde contenuto in un metro lineare, assicura una buona resistenza alla compressione in piano ed una buona stampabilità. Il suo ridotto spessore non favorisce la resistenza alla compressione verticale.

### 2.5.6 MICRO ONDA

Determina un cartone con spessore inferiore a mm. 2.5. Minimo il suo utilizzo nell'imballaggio tradizionale, anche se sta trovando impiego nel cartone **minitriplo**, ottenuto dall'accoppiamento di una onda "E" con una onda "B". Eccellente stampabilità grazie alla planarità della copertina, determinata dall'alto numero di onde contenute in un metro lineare. Detto materiale è concorrenziale con il cartoncino compatto nella produzione di astucci o similari, ove viene largamente utilizzato.

Nel prospetto che segue sono indicate le caratteristiche delle singole onde.

PROFILO DELL'ONDULAZIONE	SPESSORE DEL CARTONE ONDULATO (mm)	PASSO (mm)	NUMERO DI ONDE (m)	COEFFICIENTE DI ONDULAZIONE
onda alta "A"	> a 4,5	da 8,6 a 9,1	da 110 a 116	da 1,48 a 1,52
onda media "C"	compr. tra 3,4 e 4,4	da 7,3 a 8,1	da 123 a 137	da 1,41 a 1,45
onda bassa "B"	compr. tra 2,5 e 3,4	da 6,3 a 6,6	da 152 a 159	da 1,33 a 1,36
micro onda	< a 2,5	da 3,2 a 3,4	da 294 a 313	da 1.23 a 1.30

## **3.TIPI DI CARTA UTILIZZATI**

### **3.1 INTRODUZIONE**

Come si è potuto vedere nel capitolo precedente, gli elementi che compongono un foglio di cartone ondulato, sono nella formazione più semplice tre, e cioè la copertina interna, la copertina esterna e l'ondulazione; mentre vengono utilizzati ulteriori superfici tese quando si realizzano cartoni a doppia o tripla onda.

Data la loro posizione, si è visto anche che ogni elemento deve avere caratteristiche specifiche, quindi è facilmente deducibile, che in ogni singola posizione, si ha bisogno di un diverso tipo di carta.

Ed è a tale proposito che le carte utilizzate, si dividono in tre famiglie;

- carte per copertina,
- carte per onda,
- carte per fogli tesi.

### **3.2 CARTE PER COPERTINA**

Le carte utilizzate per la fabbricazione di copertina, si possono dividere principalmente in tre tipologie:

- Kraft, simbolo "K" e kraft bianco "Kb"
- Liner e Test, simboli "L" e "T", liner bianco "Lb" e test bianco "Tb",
- Camoscio, simbolo "C" e camoscio bianco "Cb".

Le fibre necessarie per la fabbricazione di carta kraft, sono fibre vergini, cioè prodotte partendo da vegetali naturali (legno e piante annuali) e più precisamente

da piante di conifere all'80%, le quali, rispetto alle latifoglie (è ammesso max. il 20%) hanno fibre ben più lunghe.

Valori indicativi della lunghezza delle fibre di conifere e latifoglie:

	<b>LUNGHEZZA (mm)</b>
<b>CONIFERE</b>	
Abete bianco	3,5
Abete Douglas	2,5 - 4
Pino silvestre	3 - 3,5
Pini meridionali (USA)	4 - 4,5
<b>LATIFOGIE</b>	
Betulla	1,2 - 1,5
Eucalipto	1
Faggio	1,2 - 1,5
Pioppo	1 - 1,3
Quercia	1,4 - 1,6

### 3.2.1 CARTA KRAFT

L'energia impiegata, per ottenere paste utili alla fabbricazione di carte kraft, è di origine meccanica, chimica e termica. L'insieme di queste tre energie, danno origine alla produzione di **paste al solfato o kraft**.

La denominazione "solfato", deriva dal fatto che nel processo di recupero dei liscivi, viene introdotto del solfato di sodio per rigenerare soda e solfuro. Sono dette anche paste kraft per indicare la loro principale caratteristica di resistenza in quanto kraft significa forte, resistente.

I reattivi di natura basica sono costituiti da idrossido di sodio o da solfuro di sodio, in quantità variabili, che si esprimono come "alcali attivo" cioè la somma delle quantità di soda o di solfuro e "solidità", cioè il rapporto tra quantità di solfuro e l'alcali attivo.

I maggiori vantaggi di questo processo stanno nel fatto che l'aggiunta di solfuro di sodio si è dimostrata determinante, poiché si sono abbreviati i tempi di delignificazione e quindi attenuati i danni della cellulosa, derivati dal prolungato contatto con la soda.

Durante il processo la lignina reagisce con gli ioni  $\text{OH}^-$  e  $\text{SH}^-$  presenti nella soluzione, spezzandosi in frammenti che gradualmente si solubilizzano. Nello stesso tempo l'alcalinità attacca anche, in certa misura, cellulosa ed emicellulosa, degradandole e solubilizzandole parzialmente.

In una cottura kraft tipica ( $170^\circ\text{C}$  e da una a tre ore) vengono disciolti approssimativamente l'80% della lignina, il 50% delle emicellulose e il 10% della cellulosa originariamente presenti nel legno.

Rispetto al processo alla soda, questo processo consente di ottenere rese più elevate e paste dotate di caratteristiche meccaniche nettamente migliori.

Inoltre, importantissimo è che questo processo può disporre di un sistema molto efficiente di recupero dei reattivi chimici di cottura, con la possibilità contemporanea di produrre quantità tali di energia, da renderlo, sotto questo aspetto, praticamente autosufficiente oltre a ricavare dal recupero anche sottoprodotti chimici di pregio, come tallolio e trementina.

Molte volte, a questo tipo di processo, ne segue un altro detto di sbianca, necessario per ottenere della pasta bianchita con grado di bianco tra il 85 e il 90%.

I procedimenti di sbianca, fino a poco tempo fa, erano del tutto basati sull'impiego di cloro, sia sotto forma di cloro gassoso per la prima clorurazione della pasta e trasformazione della lignina presente in clorolignina, sia come ipoclorito per l'eliminazione delle sostanze coloranti nella fibra.

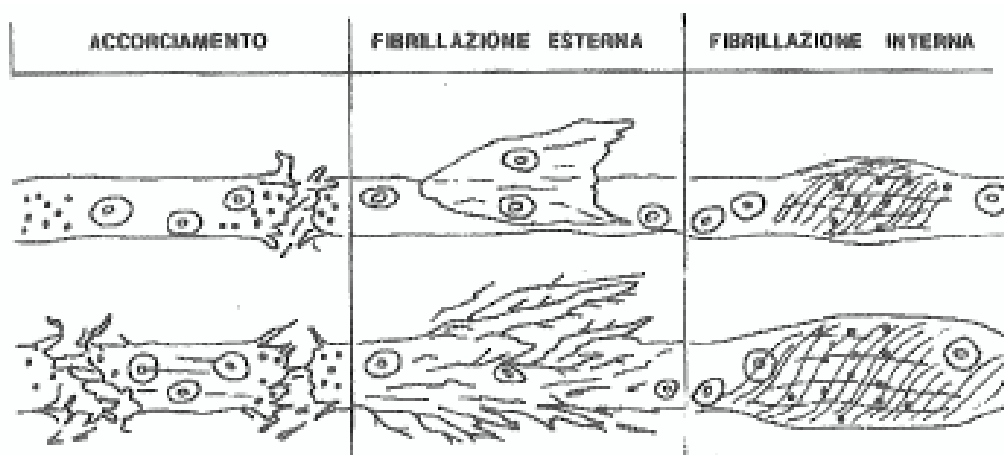
La presenza di sostanze organiche clorite nelle acque di scarico delle fabbriche di cellulosa ebbe, alcuni anni fa, dei riscontri negativi sull'opinione pubblica, dal momento in cui si scoprì che potevano contenere, anche se in minime quantità, sostanze nocive come le diossine.

Esiste quindi, da parte del mercato, la richiesta di materie prime "Chlorin free" cioè completamente esenti da cloro, in modo da eliminare l'AOX delle acque di scarico. Per AOX si intende il contenuto in "Kg. Alogeni organici" assorbibili in carbone attivo nelle acque di scarico.

Per ovviare a questi problemi si è ricorso alla sbianca per opera del biossido di cloro o acqua ossigenata ed all'ossigeno, nascenti da soli o in combinazione ed a più stadi.

Un ruolo importante nella fabbricazione di questo tipo di carta, lo gioca la raffinazione, la quale nel suo complesso, produce profonde trasformazioni nella fibra cellulosa. In conseguenza del trattamento meccanico la fibra raffinata risulta strutturalmente diversa dalla fibra originale. Qualsiasi trattamento di raffinazione provoca sulla fibra i seguenti effetti, che possono verificarsi in misura relativamente più o meno intensa in dipendenza delle condizioni adottate nel trattamento:

- fibrillazione interna
- fibrillazione esterna
- formazione di parti fini
- accorciamento delle fibre.



Quando si parla di **fibrillazione interna**, si vuole spiegare quello che è l'effetto più importante che la raffinazione provoca sulla fibra: esso comprende tutte quelle modifiche che avvengono nell'interno della parete fibrosa, determinando l'allentamento, l'apertura o lo snervamento della sua struttura fisica. Quando la fibra in sospensione acquosa viene sottoposta all'azione del raffinatore, essa subisce una serie ripetuta di sollecitazioni meccaniche di flessione e schiacciamento che si ripercuotono sulla struttura fisica della parete fibrosa.

Si verifica così una rottura dei legami idrogeno esistenti nell'interno della parete fibrosa, che vengono sostituiti con legami idrogeno tra fibra e acqua. Questo significa che avviene una separazione tra le microfibrille, tra le fibrille e tra gli strati lamellari coassiali in cui è strutturata la parete della fibra. Il risultato è un allentamento e un'apertura della struttura che consente alla fibra di rigonfiare per l'aumentata capacità di imbibire acqua; la fibra perde quindi la sua rigidità originaria, diventa più flessibile, plastica e conformabile creando i presupposti per la formazione di aree molto ampie su cui possono stabilirsi legami tra fibra e fibra.

È indubbio che questo sia l'effetto più importante della raffinazione, perché è quello che ha la responsabilità principale nell'ottenimento di un foglio compatto e robusto.

La **fibrillazione esterna** è provocata dalle continue azioni di sfregamento delle lame ravvicinate del raffinatore, sulle fibre nel momento in cui esse vi passano attraverso. Questa azione fa sì che la superficie della fibra subisca inevitabili danneggiamenti, che si manifestano nella creazione di parti della fibra che sporgono dalla sua superficie. Il materiale strappato dalla superficie della fibra, ma ancora attaccato ad essa per la base, si presenta sotto forma di membrane e filamenti.

La formazione di questa peluria fibrillante, apporta un suo contributo alla resistenza del foglio in conseguenza del reciproco intreccio meccanico con conseguente aumento del numero di legami che si stabiliscono tra le fibre.

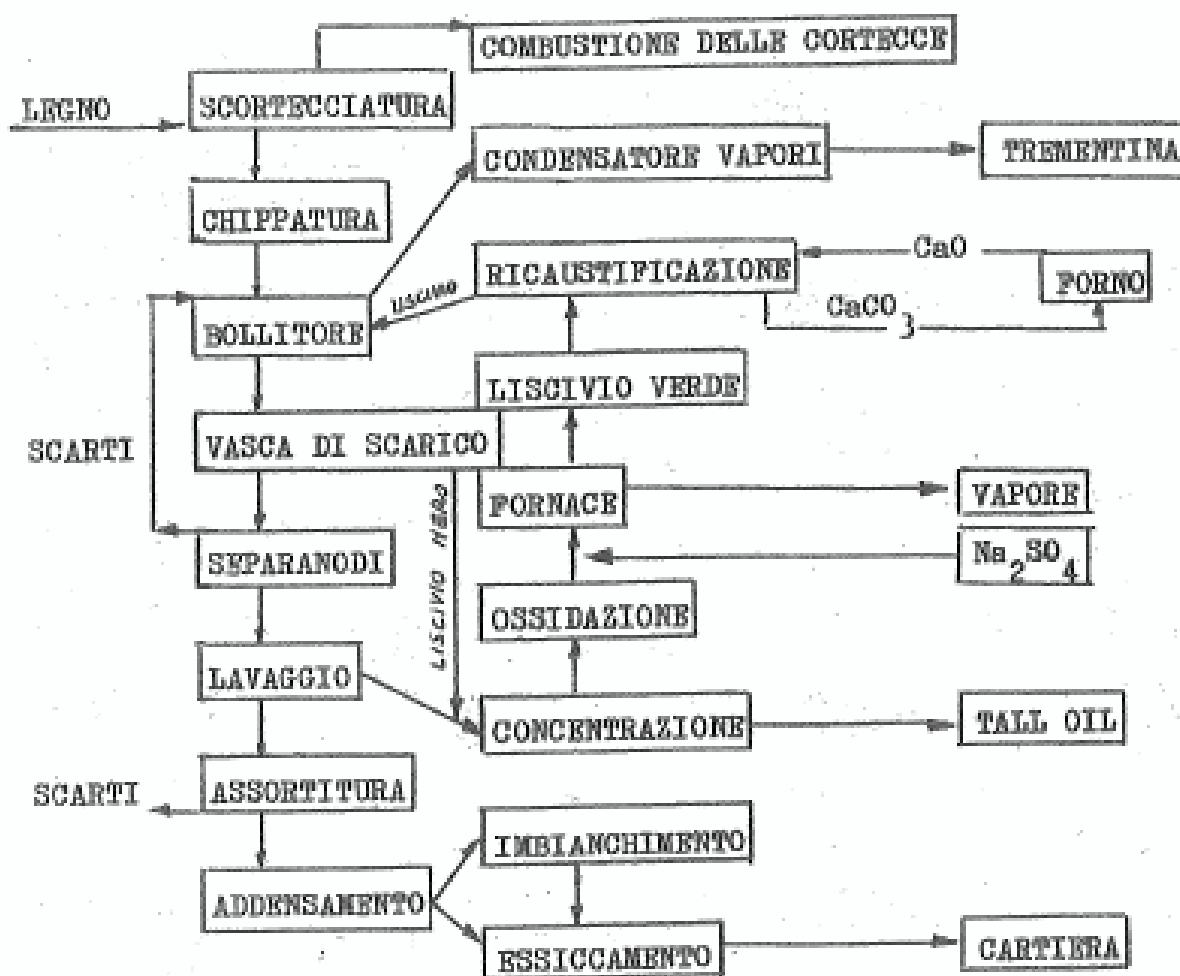
Quando i fenomeni, conseguenti al trattamento meccanico, sono spinti ancora più avanti, si ha il distacco completo di membrane e fibrille dalla superficie della fibra e cioè la formazione di parti fini.

Esse sono costituite principalmente da frammenti di parete primaria e di strato esterno della parete secondaria della fibra, che vengono strappati dall'azione di sfregamento delle lame del raffinatore, oltre che da frammenti fibrosi che si formano con l'accorciamento delle fibre.

Le parti fini hanno un effetto decisivo sulle caratteristiche di scolantezza della pasta raffinata: infatti la raffinazione è sempre accompagnata da una diminuzione progressiva di scolantezza che è dovuta principalmente alla formazione crescente di parti fini.

Trattandosi di un trattamento meccanico, per sua natura non è selettivo nelle sue modalità di azione sulla fibra, quindi la raffinazione determina inevitabilmente accorciamenti più o meno spinti delle fibre.

Se si prescinde da alcuni aspetti favorevoli, connessi col miglioramento della spera del foglio, questi effetti devono considerarsi negativi nei riguardi delle sue proprietà meccaniche. La lunghezza della fibra riveste un'importanza primaria, soprattutto nei riguardi della resistenza della carta alla lacerazione e anche alla piegatura, mentre il suo contributo alle altre proprietà meccaniche ha una rilevanza minore.



### 3.2.2 LINER E TEST

Quando parliamo di Liner e Test, si fa riferimento a carte prodotte, in uno o più strati, con materie fibrose provenienti da carta riciclata, (la quale a sua volta è composta da percentuali diverse di macero selezionato) che garantiscano le caratteristiche meccaniche, come indice di scoppio, indicate in una tabella prevista dalle normative che certificano la produzione del cartone ondulato. L'organo che stabilisce queste norme è il GIFCO (Gruppo Italiano Fabbricanti Cartone Ondulato), il quale prevede:

SIMBOLI DI IDENTIFICAZIONE	CLASSI DI GRAMMATURA		
	2/3	4/8	9/02
L	2,5	2,3	=
T	1,7	1,5	=

I valori di indice di scoppio sono espressi in kPa m<sup>2</sup>/g (1 kPa m<sup>2</sup>/g = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>), oltre i 337 g/m<sup>2</sup> non è contemplato un valore di scoppio minimo. I valori indicati nella tabella valgono per le carte avana, per quelle bianche o diversamente colorate, è accettato un indice di scoppio minimo inferiore del 10%. Per la loro identificazione nel marchio dovrà essere aggiunta, in lettera minuscola, l'iniziale del colore, per esempio Lb, Tb, cioè Liner bianco e Test bianco.

Dal momento in cui questi tipi di carta, come detto nelle righe iniziali, vengono prodotti con fibre riciclate e cioè "il macero", mi sembra giusto prendere in considerazione come la carta da macero viene suddivisa e quali sono i tipi di macero.

La prima suddivisione viene fatta in base alla qualità in quattro gruppi (A,B,C,e D), e successivamente ognuno di questi gruppi è suddiviso in sottogruppi numerati a seconda delle caratteristiche, della presenza di materiali differenti dalle fibre (dorsi collati, corde, plastiche, regge ecc.) e dagli eventuali trattamenti chimici subiti.

## **GRUPPO A - Qualità inferiori.**

- A0- **cartaccia mista non assortita**: materiali misti non cerniti provenienti dalle famiglie, senza garanzia di materiali estranei.
- A1- **cartaccia e cartoni misti non assortiti**: consiste in un misto di cartacce e cartoni di diverse qualità senza limitazioni di carte in genere a base di fibre corte.
- A2- **cartaccia e cartoni misti assortiti**: misto di cartacce e cartoni contenenti meno del 40% di giornali illustrati.
- A3- **fustellati di cartone**: rifili e altri cascami nuovi di cartoni grigi o di cartoni misti senza cartone paglia o ondulado.
- A4- **cartone ondulado non selezionato**: imballaggi provenienti da grandi magazzini, contenenti almeno il 60% di cartone ondulado, il resto è costituito da cartoni pieni e carte da imballaggio.
- A5- **cartone ondulado**: casse e fogli usati, rifili di cartone ondulado
- A6- **giornalame**: opuscoli, riviste, cataloghi, stampati, quotidiani, annuari letti o usati, mischiati, con o senza punti metallici ed esenti da libri rilegati.
- A7- **resa illustrata invenduti**: opuscoli e riviste invenduti, con o senza collanti.
- A8- **resa illustrati invenduta senza dorsi collati**: sono uguali ai precedenti, ma sono senza dori collati.
- A9- **resa quotidiani e riviste**: macero misto di quotidiani e riviste letti, contenenti almeno i 50% di quotidiani con o senza dorsi collati.
- A 10 - **resa quotidiani e riviste senza dorso**: differiscono dai precedenti per l'assenza dei dorsi collati.
- A 11 - **quotidiani e riviste**: misto di vecchi periodici e riviste, cataloghi, materiali stampati, annuari e quotidiani con o senza copertine dure.
- A 12 - **carta d'ufficio triturata non cernita**: carta d'ufficio triturata non cernita.

## **GRUPPO B - Qualità medie.**

- B1 - **resa quotidiani**: quotidiani letti contenenti meno del 5% di inserti colorati o prospetti pubblicitari.
- B2 - **resa quotidiani invenduti**: giornali invenduti tipo quotidiani, stampati su carta da giornale bianca, esenti da inserti o illustrati aggiunti a posteriore.

- B3 - **fustellati di cartone multistrato con una copertina bianca**: rifili ed altri cascami di cartone duplex e multiplex con almeno una copertina bianca e l'interno o il retro grigio, con o senza stampa.
- B4 - **rifili colorati misti**: rifili di tipografia o di riviste senza limitazione di colori, di carte a base di pasta meccanica o patinate.
- B5 - **rigatino di edizione senza colla**: rifili bianchi, stampati di colore misti, composti in massima parte da carte a base di pasta meccanica, con o senza dorsi collati.
- B6 - **rigatino di edizione senza colla**: differiscono dai primi per l'assenza di dorsi collati.
- B7 - **archivio colorato**: carta da stampa e da scrivere già usata con o senza stampa, colori misti, esenti da copertine dure e carta carbone.
- B8 - **libri bianchi scartonati senza legno**: libri scartonati senza legno, stampati soltanto in nero, 10% max. di carte patinate.
- B9 - **book quire**: libri senza legno stampati in bianco e nero, senza copertine.
- B10 - **periodici e riviste colorate**: periodici e riviste patinate e non, colorate o bianche, senza copertine rigide, dorsi collati, senza inchiostri non disperdenti, adesivi e carta da manifesti.
- B11 - **carta bianca autocopiante**: carta bianca copiativa senza carbone.
- B12 - **carta colorata autocopiante**: carta colorata copiativa senza carbone.
- B13 - **cartone bianco politenato**: cartone bianco politenato derivante dalla lavorazione dell'impacchettamento dei liquidi.
- B14 - **cartone politenato**: cartone politenato nel quale ci può essere cartone non bianchito,
- B14b - **cartone politenato usato**: cartone politenato bianchito e non, derivante dalle scatole, raccolto separatamente dagli altri tipi di macero.
- B15 - **moduli continui da cartoleria contenenti legno**: moduli continui da cartoleria, possono contenere fibre riciclate.

## **GRUPPO C - Qualità superiori.**

- **C1 - rifili misti di tipografia, colori chiari:** rifili di carte da stampa e da scrivere, di colori chiari misti, contenenti almeno il 50% di carte senza legno.
- **C2 - rifili senza legno colori chiari:** rifili di carte da stampa e da scrivere, contenenti almeno il 90% di carte senza legno.
- **C3 - schede meccanografiche a colori misti:** schede meccanografiche a colori misti e stampati.
- **C4 - schede meccanografiche classificate per tinta:** schede meccanografiche senza legno classificate per tinta e stampati.
- **C5 - schede meccanografiche color naturale:** schede senza legno color naturale chiaro, stampate, max. l'1% schede colorate.
- **C6 - archivio bianco n.1 e n.2 con e senza legno:** carte bianche selezionate provenienti da archivi d'ufficio, contenenti un min. per balla del 60% di carte senza legno, esenti da blocchi di cassa, da carta carbone, da dorsi collati insolubili in acqua, con un max. del 3% di carte coloranti autocopianti.
- **C7 - archivio bianco n.1 senza legno:** differiscono dalle precedenti per l'assenza di carta fatta con pasta legno.
- **C8 - tabulati in continuo bianchi senza legno:** blocchi tabulati in continuo, senza legno, bianchi, con un max. del 3% di carte autocopianti.
- **C9 - tabulati in continuo senza legno e senza coloranti:** blocchi e tabulati in continuo, senza legno, bianchi, senza carte autocopianti coloranti.
- **C10 - cartone bianco multistrato stampato:** ritagli di cartone bianco multistrato nuovo, senza strati grigi con leggere tracce di stampa.
- **C11 - cartone bianco multistrato senza stampa:** è analogo al precedente ma è esente da qualsiasi tipo di stampa.
- **C12 - bianco giornale da quotidiani:** rifili e fogli di carta bianca per giornale non stampati, esente da carta per periodici.
- **C13 - bianco giornale per periodici:** rifili e fogli di carta per riviste, bianca non stampata, esente da carta per quotidiani.
- **C14 - bianco patinato con legno:** rifili e fogli di carte patinate bianche con legno e non stampate.
- **C15 - bianco patinato senza legno:** come il precedente, solo che è esente da pasta legno.

- C16 - **rifili bianchi n.2 con legno**: rifili e fogli di carta bianca non stampata con legno, escluso bianco giornale da quotidiani e periodici. Possono contenere al max. 20% di carte patinate.
- C17 - **rifili bianchi n.1 e n.2 con e senza pasta meccanica**: rifili e fogli di carta bianca non stampata esente da bianco giornale da quotidiani e periodici, con un min. di 60% di carta senza legno. max. 10% di carte patinate.
- C18 - **rifili bianchi n.1 senza pasta meccanica**: rifili e fogli di carta bianca senza legno non stampata, con un max. del 5% di carte patinate.
- C19 - **rifili bianchi senza legno non patinati**: rifili e fogli di carta bianca senza legno, non stampata, esente da carta patinata.
- C20 - **rifili bianchi**: rifili bianchi di libri o opuscoli leggermente stampati con dorsi collati. max. 50% di legno.
- C21 - **rifili bianchi senza dorsi collati**: rifili di carte da stampa e da scrivere poco stampate senza dorsi collati, max. 10% di legno.

#### **GRUPPO D - Qualità Kraft.**

- D1 - **ondulato kraft II**: casse, fogli e ritagli di cartone ondulato con le copertine in kraft o test liner.
- D2 - **ondulato kraft I**: casse, ritagli e fogli di cartone ondulato con le copertine in kraft e l'interno ondulato in pasta chimica o semichimica.
- D3 - **sacchi kraft usati**: sacchi kraft usati, non spolverati. Utilizzati ad esempio per contenere materiali da costruzione o concimi chimici, ad esclusione di materie coloranti e/o ad odore persistente.
- D4 - **sacchi kraft usati e puliti**: sacchi kraft usati, puliti, la cui utilizzazione precedente non necessita di spolveratura, o che sono stati spolverati meccanicamente.
- D5 - **kraft usato**: carta e cartone kraft usato, di colore naturale o bianco.
- D6 - **kraft nuovi**: ritagli ed altri scarti di carta e cartone kraft nuovi di colore naturale.
- D7 - **kraft avana**: kraft avana, stampato e non politenato da un solo lato.

Viste le notevoli differenze qualitative fra le varie tipologie di macero, è evidente che si potranno ottenere prodotti con caratteristiche notevolmente differenti, a secondo della miscela utilizzata.

Nella produzione di Test ad esempio, nella fase di preparazione dell'impasto, andremo a fare una miscela composta da:

- 20% di A4 (cartone ondulato non selezionato)
- 40% di A5 (cartone ondulato)
- 30% di A6 (giornalame)
- 10% di A2 (cartaccia e cartoni misti assortiti).

Come si può notare, la percentuale di macero con caratteristiche migliori, ricopre solo il 40%, mentre il restante 60% è formato da una miscela di cartaccia e cartone non selezionato; questo perché a questo tipo di carta, rispetto al liner, è richiesto un indice di scoppio inferiore, come si può notare dalla precedente tabella.

Abbiamo detto, parlando dell'indice di scoppio, che esso varia a seconda della grammatura della carta, quindi mi sembra giusto elencare le diverse grammature e le diverse classi, utilizzate per le carte da copertina:

<b>g./m<sup>2</sup></b>	125	150	175	200	225	275	300	337	400	440
<b>Classe</b>	2	3	4	5	6	8	9	02	04	06

Guardando le diverse grammature usate per la fabbricazione di questi tipi di carta, appare subito evidente che, dato il loro elevato spessore, non è possibile ottenerle usando una sola tavola piana. Infatti parlando di liner e test, si parla di carte prodotte in uno o più strati, questa stratificazione, si può ottenere con due tipi di macchine continue:

- macchina a più tamburi
- macchina composita

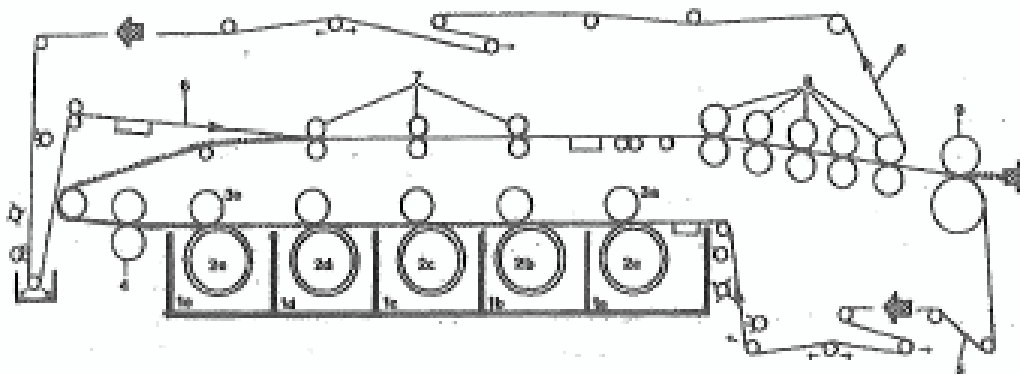
La fabbricazione di una carta di elevata grammatura, necessita di una erogazione piuttosto elevata di sospensione fibrosa sulla tela della tavola piana o

su quella di un tamburo formatore, il che comporta una riduzione di velocità, a causa della difficoltà di drenaggio dell'acqua, oppure un aumento della lunghezza della tavola piana o del diametro del tamburo. Per superare questo inconveniente si fabbricano su tamburi diversi getti separati che poi vengono sovrapposti allo stato bagnato, compressi ed asciugati in modo da formare un tutto compatto definito "multistrato".

Per avere un manufatto di buone prestazioni è essenziale una completa adesione tra i getti; infatti è molto importante che le fibre che ritrovano all'interfaccia tra i getti a contatto, si intreccino fra loro (azione feltrante) e formino legami con conseguente aumento della resistenza alla delaminazione dei getti stessi.

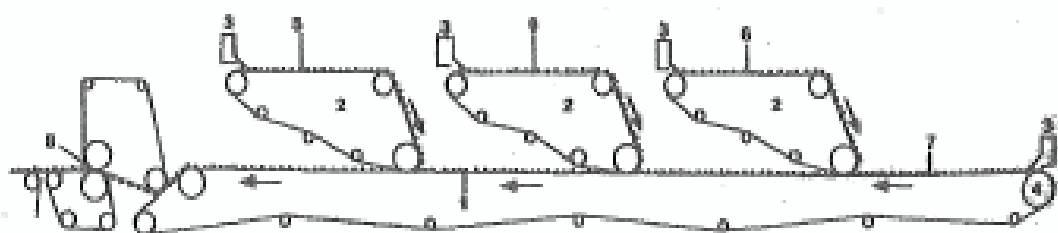
Variando i tipi di impasti differenti, per composizione o per raffinazione, impiegati per gli strati esterni ed interni e lo spessore di questi strati, si ottiene un miglioramento delle prestazioni del prodotto, perché lo strato esterno deve rispondere più che altro ad esigenze di estetica, di assorbimento verso i liquidi e di stampabilità, mentre il centro deve soddisfare le esigenze di resistenza, di rigidità, di macchinabilità in fase di trasformazione e di impiego.

Il primo metodo per fabbricare un manufatto multistrato è quello che ricorre all'impiego di più tamburi formatori, disposti uno di seguito all'altro e forniti di vasche proprie. Un unico feltro prenditore, molto lungo, sulla cui superficie inferiore aderisce il getto prelevato dalla tela del primo tamburo, passa tra il rullo ponitore e la tela del secondo tamburo, prelevando il secondo getto formato da questo e successivamente nello stesso modo sopra le tele degli altri tamburi.

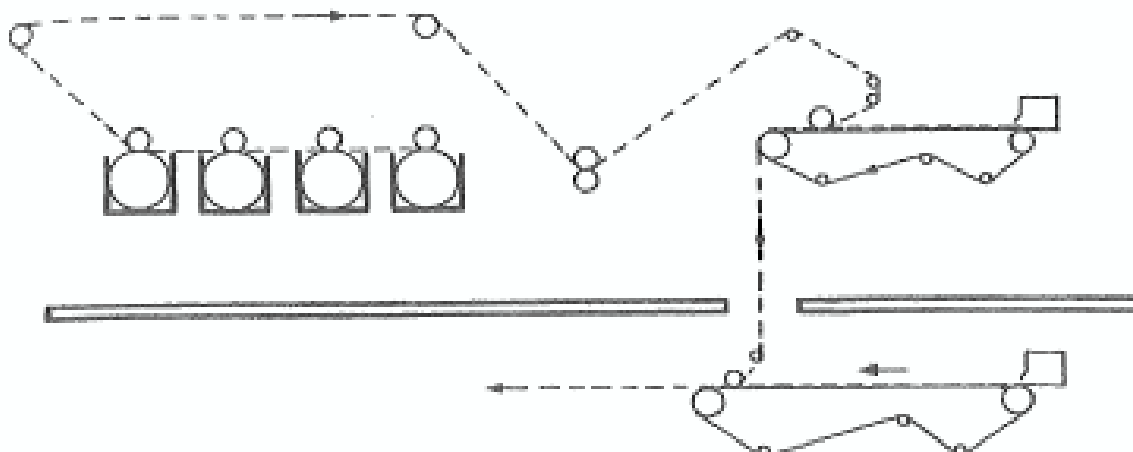


- Schema della parte umida di una macchina in tondo a più tamburi:  
 1<sub>a-c</sub> - casse; 2<sub>a-e</sub> - tamburi creatori; 3<sub>a-e</sub> - cilindri ponitori; 4 - cilindro aspirante;  
 5 - feltro prenditore; 6 - feltro superiore; 7 - pressette; 8 - presse primarie; 9 - 1<sup>a</sup>  
 pressa secondaria.

Un altro modo di fabbricare un manufatto multistrato è quello di sistemare, in modo opportuno, alcune tavole piane in modo da poter sovrapporre sul getto della tavola piana principale i getti provenienti da altre tavole piane detti telini, formando così un nastro composto che procede poi verso la successiva operazione di pressatura. Questo tipo di macchina è più costoso come capitale impiegato e più complesso come processo produttivo, ma ha di vantaggio la migliore qualità del prodotto finito e maggiore tasso produttivo. C'è inoltre da dire che esistono anche combinazioni di tavola piana e tamburi formatori.



- Schema di una macchina composta a tele multiple:  
 1 - tavola principale; 2 - telini; 3 - casse d'afflusso; 4 - cilindro capotela; 5 - getto per la copertina; 6 - getti intermedi; 7 - getto per il retro; 8 - sezione presse.



- Schema di una macchina "combinata" (tamburo tavola piana).

Oltre a dover rispondere a determinate caratteristiche meccaniche, le carte per copertina, devono avere dei requisiti di carattere estetico, cioè devono apparire “pulite”, ovvero con assenza totale di macchie visibili.

Fin quando si utilizzano fibre vergini, questo problema non è molto sentito, in quanto non c'è presenza di corpi estranei e materiali indesiderati, ma quando la materia prima utilizzata è fibra di recupero e cioè macero, le cose cambiano, in quanto, come elencato nel paragrafo precedente, all'interno di una balla di carta di recupero, si possono trovare contaminanti di diversa natura (resine, inchiostri, regge, plastiche ecc.), quindi si dovrà utilizzare, in fase di preparazione impasti dei macchinari adatti ad eliminare o quanto meno a minimizzare questi tipi di contaminanti.

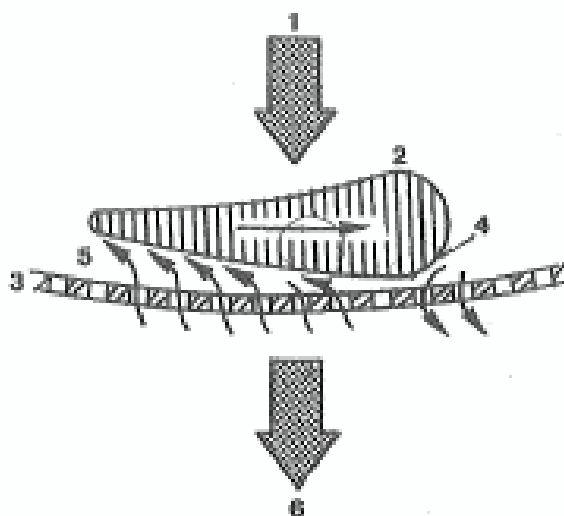
Il passaggio successivo allo spappolamento in pulper, è il depastigliatore, che ha il compito di elementarizzare completamente i grumi di fibra, nel caso di impiego di carta da macero, invece la pasta subisce soltanto l'azione di dispersione nel depastigliatore, se si tratta di carte scelte, mentre se il materiale è misto e quindi più sporco, l'impasto può passare in turboseparatori per l'eliminazione di contaminanti leggeri e pesanti, oppure subire un trattamento a caldo per facilitare la successiva dispersione di prodotti catramosi o resinosi; in altri casi la pasta viene disinchiestrata mediante un apposito trattamento in celle di flottazione. Dopo questi trattamenti, la pasta da macero viene “epurata”, mediante l'eliminazione delle particelle non fibrose.

L'epurazione è effettuata essenzialmente mediante due sistemi:

- uno che allontana le impurità operando sulle dimensioni di queste dirigendo l'impasto su una superficie presentante piccoli fori o fessure (**assortitore**) in modo che possa passare solo quella parte che è così piccola da attraversarli;
- il secondo che sottopone l'impasto a forza centrifuga facendo sì che le particelle di massa volumica superiore rispetto alle fibre sedimentino più o meno rapidamente dando luogo ad una separazione tra il materiale “accettato” e quello di “scarto” (**epuratori a vortice**).

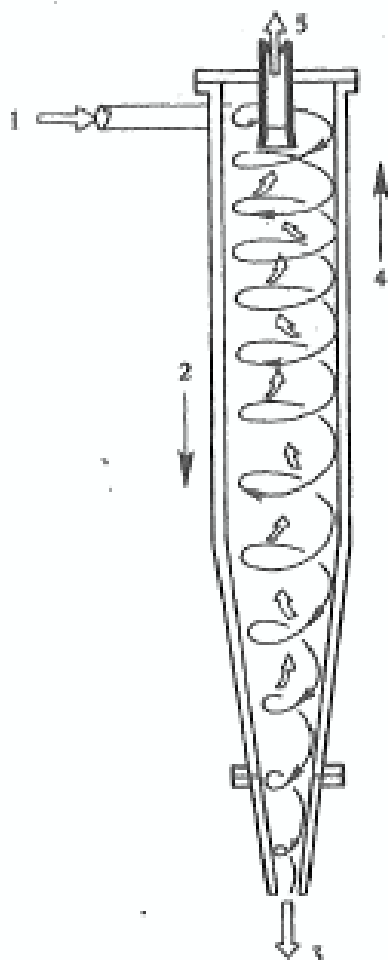
L'**assortitore** detto anche “cestello” data la sua particolare forma, è costituito da un recipiente cilindrico chiuso, con bocca tangenziale per l'ingresso della pasta: questa viene forzata attraverso i fori (o le fessure) di una lamiera ad

anello (cestello) per raggiungere la bocca d'uscita. Per evitare la formazione di un feltro di fibre, con conseguente intasamento dei fori, in prossimità del cestello, il fluido è mantenuto in agitazione da palette che ruotano ad una distanza ridottissima dalla lamiera e, grazie al loro profilo particolare, inducono una pulsazione al liquido evitando l'accumulo di fibre e l'intasamento. Lo scarto si raccoglie sul fondo del recipiente, dove un'altra apertura ne permette l'uscita.



- Particolare del funzionamento della palette:  
 1 - entrata pasta; 2 - palette; 3 - lamiera forata; 4 - bordo anteriore che impedisce una accelerazione e fa passare l'accettato; 5 - zona ad impulso negativo che inverte temporaneamente il flusso per pulire l'apertura dei fori; 6 - accettato.

Un'epuratore a vortice detto anche **cleaner**, è costituito essenzialmente da un recipiente conico, collegato ad una parte superiore cilindrica, o testata, che presenta le aperture d'entrata della sospensione e d'uscita dell'accettato; lo scarto si scarica all'estremità inferiore, attraverso un foro calibrato. L'entrata è disposta tangenzialmente in modo da imprimere un movimento elicoidale, a vortice, al fluido che scende verso il basso, lungo la parete fino al massimo restringimento del cono, dove il moto si inverte e la sospensione risale verso l'alto nella zona centrale, fino al tubo di uscita coassiale con la testata e prolungato in basso fin sotto la bocca d'entrata. Le particelle di massa volumica superiore a quella delle fibre sono sospinte dalla forza centrifuga contro la parete e scendono verso il fondo, dove si scaricano attraverso il foro d'uscita.



Schema di un epuratore centrifugo:

1 - entrata tangenziale dell'impasto; 2 - discesa delle impurezze pesanti lungo parete; 3 - scarico dello scarto; 4 - risalita dell'accettato; 5 - uscita dell'accettato

### 3.2.3 CAMOSCIO

Quando si parla di “Camoscio”, ci si riferisce a carta prodotta anch'essa in uno o più strati, solamente utilizzando pasta di carta di recupero e senza particolari caratteristiche meccaniche, quindi la miscela di macero usata, avrà una percentuale maggiore di “non selezionato” e cartaccia e, soltanto una piccola percentuale di cartone. Anche le norme GIFCO relative ai valori di indice di scoppio minimo, non prevede nessun valore particolare da rispettare. È per questi motivi che il camoscio, viene solitamente utilizzato o per la copertina interna o per superficie piana tra due ondulazioni (foglio teso).

Solo in alcuni casi, dove le resistenze meccaniche non sono richieste, può essere utilizzato come copertina esterna, ed in questo caso, potrà avere il lato esterno bianco ottenuto appunto con la sovrapposizione di strati fibrosi aventi diverse caratteristiche.

Per concludere il capitolo riguardante le carte per copertina, è giusto dire che la maggior parte di queste carte, dato il loro utilizzo, richiedono una certa resistenza alla penetrazione dei vari liquidi. Nel settore dell'imballaggio infatti si usano adesivi a base acquosa e gli imballi vengono spesso a contatto con sostanze liquide o umide. Per regolare e quindi ridurre la penetrazione e lo spandimento dei liquidi si effettua l'operazione denominata “collatura”, che trasforma la superficie idrofila delle fibre in superficie più o meno idrofoba.

La collatura può essere effettuata in due modi:

- in massa
- in superficie

La **collatura in massa** consiste nell'aggiungere all'impasto la sostanza collante, la quale servirà per controllare la penetrazione dei liquidi per tutto lo spessore del foglio.

La **collatura in superficie**, viene praticata quasi sempre sulla macchina continua alla pressa collante (size-press). Il trattamento superficiale aiuta inoltre a regolare la porosità ed il liscio, a migliorare le proprietà di resistenza, allo scoppio, trazione, doppie pieghe, allo spolvero, all'abrasione e allo strappo superficiale.

### 3.3 CARTE PER ONDULAZIONE

Anche le carte per ondulazione, come quelle per copertina, si dividono per classi di grammatura e per tipologie. I quattro tipi di carta riconosciuti dal GIFCO, sono:

- **Semichimica** - simbolo "S"
- **Medium** - simbolo "M"
- **Fluting** - simbolo "F"
- **Paglia** - simbolo "P" (questo tipo è ormai fuori produzione)

Oltre a questi tipi, esiste un quinto, che è molto utilizzato per la fabbricazione di cartone ondulato, anche se non riportato nella normativa GIFCO riguardante "la classifica delle carte", ed è l'uso semichimico "US".

#### 3.3.1 SEMICHIMICA

Quando si parla di "**Semichimica**", ci si riferisce a carta prodotta per il 70-80% con pasta semichimica, ed il resto con fibre di recupero selezionato (macero gruppo A5 - cartone ondulato).

Dal trattamento chimico cui è stato sottoposto il legno, dipende la resa della pasta, che comunque si aggira tra il 65 e 85%. Il trattamento che si è maggiormente affermato, è quello con solfito sodico, più o meno tamponato con carbonato o bicarbonato sodico (pH finale da 7 a 9); questo processo è stato chiamato NSSC (Neutral sulphite semichemical = semichimico al solfito neutro). Ed è per quello che si parla di paste NSSC.

I legni più adatti ad essere trattati con questo processo, sono quelli di latifoglia, mentre quelli di conifera, a causa del contenuto troppo elevato di lignina, non sono indicati. La fase chimica del processo ha lo scopo di indebolire i legami esistenti tra le fibre nel legno: questo avviene come risultato dell'attacco chimico sulla lignina, ma è inevitabile anche una consistente perdita di emicellulosa, mentre si conserva praticamente tutta la cellulosa, originariamente presente. L'opera del trattamento chimico viene completata dall'azione meccanica del raffinatore a dischi, che provvede alla separazione finale in fibre singole, che risultano più o meno integre in relazione all'intensità di cottura.

Attualmente in Italia sono rimaste solo un paio di aziende che producono carta semichimica, una di queste è l'I.C.L. (Industria Chimica Legno) situata in Bagni di Lucca località Fornoli, la quale nel produrre questo tipo di carta, utilizza il

30% di macero tipo A5 e il 70% di pasta semichimica, che a sua volta è divisa in 70% castagno e 30% di legni bianchi come acacia, pioppo e ontano. Il loro processo di preparazione impasti è diviso principalmente in due linee, le quali si riuniscono prima di andare ad alimentare la macchina continua. Nella “linea 1” viene trattato il macero, il quale dopo essere stato spappolato con un pulper ad alta densità, viene fatto passare da un depastigliatore, poi da un D.P.D. (Depuratore a pasta densa), quindi subisce una raffinazione lieve tramite uno sfibratore ed infine viene stoccato in una vasca di raccolta prima di essere mandato nella vasca di miscela .

La linea “2” e cioè quella del legno, prevede una riduzione dei tronchi, che arrivano in cartiera da una lunghezza di 2 metri e un diametro di 30 cm. circa, in “**chips**” di circa cm 2x3. Dopo la fase di cippatura, solo il castagno subisce un pretrattamento in autoclavi a 105°C e 2,5 bar di vapore, senza aggiunta di prodotti chimici, per circa 8 ore di durata, necessario per l'estrazione del tannino, il quale a sua volta viene inviato alle concerie e utilizzato per il trattamento della pelle. Una volta trattato, il castagno insieme con gli altri tipi di legno, vengono messi in una **tina di pre-riscaldamento** (100°C e 3 bar), da questa, la miscela di legni, tramite una vite di carico, viene mandata in un silos chiuso e diviso in due stadi, nel primo il materiale viene impregnato con del liscivio composto da ammoniaca e bisolfito, nel secondo avviene la fase di cottura alla temperatura di 600°C e 9 bar di pressione per 30 minuti di permanenza. Dopo la cottura, la pasta viene mandata tramite una coclea ad un primo raffinatore ad alta densità a dischi, quindi una **valvola “di sparo”**, trasferisce l'impasto in una **tina di espansione**, dopo di che il tutto viene lavato e strizzato all'interno di una pressa e nuovamente raffinato e stoccato in una **tina di stoccaggio**; a questo punto subisce un'ulteriore raffinazione prima di essere depositato nella **tina del legno**, la quale precede la **tina di miscela**. È all'interno di questa che si forma la miscela finale (70% pasta semichimica e 30% macero), il quale subirà un'ultima raffinazione, utile a omogeneizzare l'impasto prima di essere mandato alla cassa d'afflusso.

### 3.3.2 MEDIUM

Se andiamo a vedere quello che riporta le normativa GIFCO sulla classifica delle carte e meglio ancora “carte per centri da ondulare”, si può leggere per **Medium** la seguente definizione: carta trattata e non trattata prodotta con pasta di carta da recupero e/o pasta meccanica o semichimica, che abbia determinate caratteristiche meccaniche indicate in una certa tabella.

In base all’esperienza fatta personalmente nel corso di questi anni, direttamente nella cartiera “Modesto Cardella” di San Pietro a Vico, della quale sono dipendente, posso affermare che, la carta “medium”, viene prodotta utilizzando solamente fibre di carta da recupero, rispettando una determinata ricetta (che varia leggermente da una macchina continua all’altra), aggiungendo direttamente nell’impasto dell’amido cationico nella misura del 1,5-1,8%, per aumentarne le caratteristiche di resistenza meccanica.

Tali caratteristiche si misurano con delle prove specifiche che vengono fatte su dei campioni di carta, le prove più significative e comunque richieste dagli utilizzatori di questo prodotto, sono: CMT 30’ (Concora Medium Test = resistenza alla compressione dell’onda), CCT 30’ (Corrugated Crush Test = resistenza allo schiacciamento dell’onda in verticale) e RCT (Ring Crush Test = resistenza allo schiacciamento del foglio teso).

La tabella che segue indica i valori minimi espressi in Newton da rispettare affinché il prodotto rientri nelle specifiche.

#### **CARATTERISTICHE DEL MEDIUM**

<b>G/m<sup>2</sup></b>	112	120	127	140	150	170	180
<b>CMT 30’, N</b>	165	176	185	202	215	232	240
<b>CCT 30’, N</b>	183	200	214	231	244	264	274
<b>RCT, N</b>	107	119	130	152	168	193	206

Per quanto riguarda le ricette che vengono usate, ho detto inizialmente che sono leggermente differenti, e cioè alla macchina 3<sup>a</sup> mettiamo il 50% di cartone gruppo A4 (cartone ondulato non selezionato) e il 50% di cartaccia gruppo A1 (cartaccia e cartoni misti non assortiti), mentre alla macchina 4<sup>a</sup> usiamo una quantità maggiore di cartone e cioè il 75% e il 25% di cartaccia. Anche la percentuale di amido cationico che mettiamo nell'impasto è diversa: nella MC3 si arriva ad un massimo del 1,5%, mentre nella MC4 per poter arrivare a valori richiesti dobbiamo dosarne fino al 1,8%.

Queste differenze sono dovute soprattutto al fatto che la macchina 3<sup>a</sup> rispetto all'altra, è dotata di due tele di formazione, quindi è risaputo che una carta formata da più strati sviluppa maggiori caratteristiche di resistenza meccanica.

In entrambi le due linee, l'impasto prima di arrivare alla cassa d'afflusso, passa da un raffinatore di testa macchina, il quale dando un'ultima raffinatura alle fibre, favorisce il legame tra di loro al momento della formazione.

Rispetto al sistema che usiamo noi per dosare l'amido, e cioè **in massa**, altre aziende adottano gli altri due metodi conosciuti per questo scopo, ovverosia: **in pressa collante o size-press** o con il **metodo spray** e cioè spruzzandolo tramite degli ugelli a ventaglio, tra uno strato fibroso e l'altro (nel caso in cui si fabbrichi carte multistrato), favorendo anche l'adesione tra i vari strati.

### 3.3.3. FLUTING

La carta di tipo **Fluting**, viene prodotta al 100% con pasta di carta da recupero (macero) e, almeno nella nostra realtà produttiva, senza l'aggiunta di nessun tipo di amido. La ricetta che viene usata è 50% di cartone gruppo A4 (cartone ondulato non selezionato, contenente almeno il 60% di cartone ondulato, il resto è costituito da cartoni piani e carte da imballaggio) e il 50% di cartaccia gruppo A0 (cartaccia mista non assortita).

Le prove che vengono fatte su questo tipo di carta danno valori inferiori:

#### CARATTERISTICHE DEL FLUTING

<b>G/m<sup>2</sup></b>	112	120	127	140	150
<b>CMT 30', N</b>	125	136	145	156	165
<b>CCT 30', N</b>	137	145	152,5	=	=
<b>RCT, N</b>	92	100	107	133	152,4

Anche il raffinatore di testa macchina, per questo tipo di produzione, viene escluso, quindi l'impasto prelevato direttamente nelle tine della frazione lunga (70%) e della frazione corta (30%), viene miscelato nella tina di macchina e pompato nella cassa d'afflusso. Per quanto riguarda i tipi di carta per onda c'è da dire che esiste una classifica delle grammature, che le divide nel seguente modo:

#### 1 - CARTA SEMICHIMICA E MEDIUM

<b>Grammi / m<sup>2</sup></b>	112	127	150	180
<b>N° di classifica</b>	2	4	6	9

#### 2 - CARTA FLUTING

<b>Grammi / m<sup>2</sup></b>	120	145	170	210
<b>N° di classifica</b>	2	4	6	9

### 3.3.4 USO SEMICHIMICA

L'ultimo tipo di carta utilizzato come centro da ondulare, che prendiamo in esame è il tipo **uso Semichimica**. Come già detto all'inizio del capitolo, questa carta, non è riportata nelle norme della GIFCO tra la classifica delle carte, comunque rientra nelle tipologie di carta abitualmente prodotte nell'azienda in cui lavoro.

Per ottenere questo tipo di carta viene fatta una miscela di macero composta dal 40% cartone tipo A4, il 40% da cartaccia mista tipo A1 e il restante 20% da rifili di cartone ondulato tipo A5.

Una volta ottenuto il foglio di carta, a circa 2/3 della seccheria, viene fatto passare attraverso una pressa collante (size-press) la quale imbeve lo stesso di un liquido detto anche salda, che viene ottenuto con la miscelazione di lignin solforato (detto anche BL cioè Black Liquor, dato il suo colore) e amido ossidato cotto, ad una concentrazione dell'11% . Le dosi usate, sono del 3% di amido e 8,5% di BL.

Le caratteristiche meccaniche alle quali deve rispondere questo tipo di carta, sono le stesse richieste sia al medium che al fluting, naturalmente con valori decisamente maggiori, dato che questo trattamento in size-press è finalizzato ad aumentare appunto le caratteristiche fisico meccaniche della carta. Oltre alle prove di CMT, CCT e RCT, su l'uso semichimica, viene misurato il grado di permeabilità all'aria (indice di Gurley) e la resistenza alla penetrazione ai liquidi (Coob).

#### **CARATTERISTICHE DELL'USO SEMICHIMICA (US)**

<b>Grammi/m<sup>2</sup></b>	112	120	127	140	150	170	180
<b>CMT 30,N</b>	205	218	230	255	275	291	300
<b>CCT 30, N</b>	214	242	267	292	312	348	366
<b>RCT, N</b>	122	146	168	193	213	238	251

### 3.4 PROVE SULLA CARTA

Tutta la carta che viene prodotta, a seconda del suo utilizzo, dovrà essere sottoposta ad una serie di prove, utili a verificarne le caratteristiche fisico meccaniche alle quali essa dovrà rispondere.

Suddividendo tutti i tipi di carta, in due grandi famiglie e cioè: **carte per copertine** e **carte per ondulazione**, andiamo ad elencare distintamente le prove effettuate su uno e sull'altro tipo:

CARTE PER COPERTINA	CARTE PER ONDA
Resistenza allo scoppio	RCT -Ring Crush Test
Resistenza alla lacerazione	CCT - Corrugated Crush Test
Resistenza alla compressione verticale	CMT - Concora Medium Test
Resistenza all'assorbimento di umidità	SCT - Short-span CompressionTest
Grado di permeabilità all'aria	Dropp test
Coefficiente d'attrito	
Resistenza alle doppie pieghe	
Lunghezza di rottura	

Oltre a queste prove che sono specifiche per le due tipologie di carta, ce ne sono altre che si effettuano su entrambi, queste prove sono:

- Porosità
- Pulizia
- Spessore
- Spera
- Grammatura

#### 3.4.1 PROVE SU CARTE PER COPERTINA

La prova di **resistenza allo scoppio**, tende a stabilire la resistenza della carta alla rottura per pressione e si esprime in kgf/cm<sup>2</sup> o kPa. Normalmente si indica l'indice di scoppio che rappresenta la resistenza allo scoppio riferita ad una grammatura di 100 g/m<sup>2</sup>. Questa prova consiste nel sottoporre un foglio di carta trattenuto ad anello, ad una pressione crescente ottenuta gonfiando una

membrana di gomma con olio in pressione. Quando il foglio si rompe, la pressione rimane indicata sopra un manometro. L'apparecchio più conosciuto per questa prova è quello "Muller", in cui la superficie libera della carta sottoposta al test è di 7,21 cm<sup>2</sup>.

La **resistenza alla lacerazione** della carta può essere effettuata in due modi diversi, secondo che si agisca su un foglio avente l'orlo integro, oppure in corrispondenza di un taglio già esistente sull'orlo del foglio. Nel primo caso si parla di resistenza alla lacerazione iniziale, nel secondo caso di resistenza alla lacerazione interna. Pertanto la resistenza alla lacerazione interna, è la forza che è necessario applicare ai due lembi del foglio per proseguire la lacerazione stessa; la sollecitazione applicata alla carta è essenzialmente di taglio. Tale resistenza è misurata con uno strumento chiamato lacerometro, apparecchio costituito essenzialmente da un pendolo che all'inizio della prova è spostato rispetto alla posizione di equilibrio. La provetta, già tagliata, è fissata all'apparecchio in modo che una parte sia vincolata allo stativo dell'apparecchio, mentre l'altra è vincolata al pendolo. Quando si libera quest'ultimo, esso si porta verso la posizione di equilibrio e provoca la lacerazione della carta, che assorbe una parte dell'energia immagazzinata dal pendolo. Fra gli apparecchi più diffusi, c'è il lacerometro "Elmendorf".

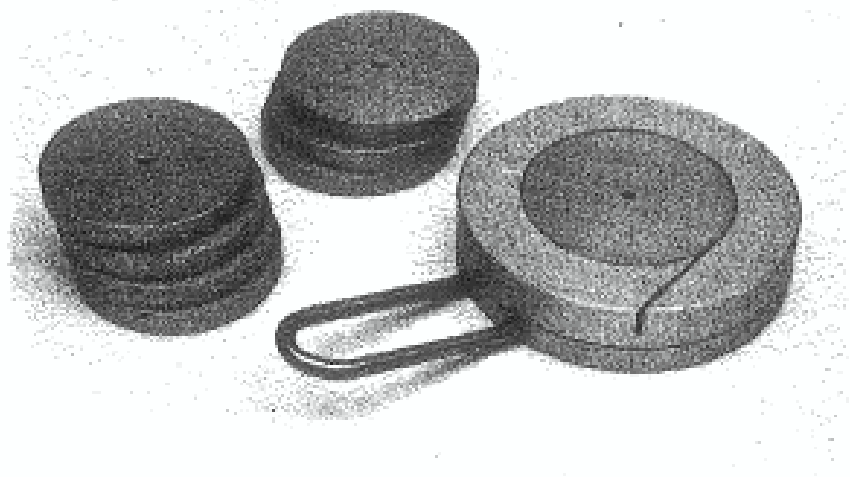
La **resistenza alla compressione** del cartone ondulato dipende essenzialmente dai suoi componenti, la copertina e il centro ondulato. Pertanto la determinazione della resistenza alla compressione di questi materiali ha un'importanza essenziale e parecchi sono i metodi in uso per determinare tale caratteristica. Quello più usato per la copertina è il **Ring Crush Test (RCT)**. La prova fa uso di una striscia lunga 152,4 mm e larga 12,7 mm la quale viene introdotta in un supporto portante una fessura circolare, in modo che la striscia assuma la forma di un anello, dopo di che viene messa sotto ad una pressa elettronica a cella di carico, la quale rileva il carico massimo applicato alla provetta al momento della rottura. Il valore è espresso in kPa.

C'è da dire che questo tipo di prova, presenta dei limiti, e cioè:

- non è adatta a grammature pesanti: nel sagomare la provetta si possono formare degli spigoli che falsano il risultato.

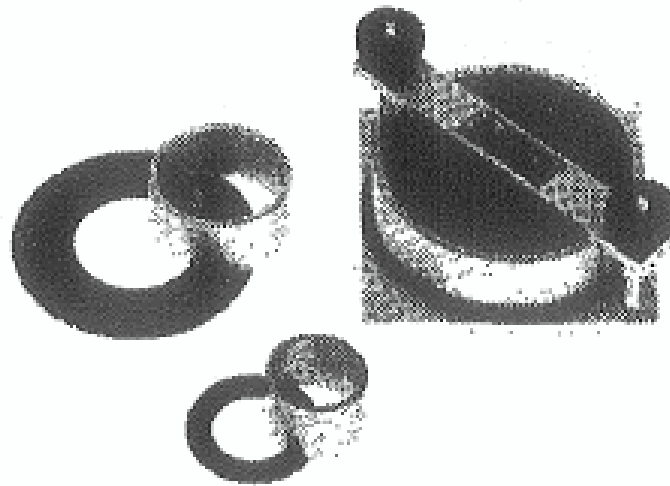
- non è adatta a grammature leggere: nonostante la maggiore stabilità conferitagli dalla forma circolare, nella provetta si manifestano deformazioni anelastiche che provocano una sottostima del carico massimo.
- la zona di discontinuità dell'anello genera una non uniformità nella distribuzione del carico, che falsa la misura.

Tutti questi fattori fanno sì che la prova RCT fornisca un valore di resistenza alla compressione compreso fra un 30% e un 60% di quello intrinseco della carta.



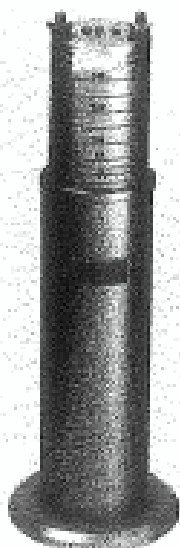
Accessori per prova di compressione ad anello RCT.

Il sistema più usato per misurare la **resistenza all'assorbimento all'acqua**, è il Cobb, che esprime in  $\text{g/m}^2$  la quantità di acqua distillata assorbita da un provino di carta, sottoposto ad una pressione di colonna d'acqua di un cm per il tempo di un minuto. Il risultato è esattamente definito solo se è nota anche la durata della prova, che pertanto deve essere sempre indicata. Il modo migliore è quello di scrivere sempre il tempo in secondi a deponente accanto al nome Cobb. Per esempio "Cobb60" designa l'assorbimento d'acqua Cobb durante il tempo di 60 secondi.

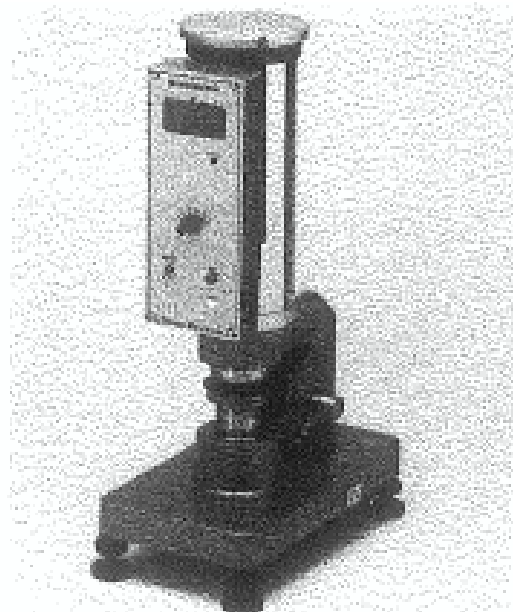


Apparato di Cobb (per cortesia della Casa Enrico Toniolo).

La **permeabilità all'aria** della carta, dipende dalla presenza di pori passanti che permettano all'aria di attraversare il foglio, quando fra i due lati di questo, esiste una differenza di pressione. Tuttavia la permeabilità all'aria, non va confusa con la porosità, cioè con il volume dei pori e degli interstizi del contenuto fibroso che sono suscettibili di essere riempiti da un fluido, qual è appunto l'aria. Pertanto permeabilità all'aria e porosità non sono sinonimi, sebbene quest'ultimo termine sia usato molto frequentemente per indicare la permeabilità all'aria. Non a caso gli strumenti usati a questo scopo vengono chiamati "porosimetri". Il più usato è il porosimetro "Gurley" il quale misura in quanti secondi un volume d'aria noto riesce a passare attraverso il campioncino di carta.



Porosimetro tipo Gurley (per cortesia della Casa Enrico Toniolo).



Porosimetro tipo Gurley (per cortesia della Casa Lorenzen e Wittne).

Il **coefficiente d'attrito**, tende a stabilire le capacità dei fogli di carta a non scivolare quando vengono sovrapposti. Questo coefficiente è misurato con una serie di metodi, ma ancora non c'è un'unica standardizzazione a cui far riferimento, anche se il più conosciuto è il sistema del piano inclinato, per cui all'angolo in cui inizia lo scivolamento dei due fogli di carta, corrisponde, su apposito monogramma, un valore di coefficiente di attrito.

Per **resistenza alle doppie pieghe**, si intende la prova che si esegue per stabilire la resistenza di una carta alla piegatura localizzata. Il valore viene espresso in numero di doppie pieghe cui può resistere una striscia di carta di 15 mm di larghezza, che viene sottoposta a pieghe alternate in un senso e nell'altro, fino a quando si rompe. Per questa prova l'apparecchio più diffuso è lo squalcmetro "Schopper", il ritmo di funzionamento dell'apparecchio è compreso fra 105 e 125 doppie pieghe al minuto.

La **lunghezza di rottura** è la lunghezza di una striscia di carta, il cui peso corrisponde al carico di rottura letto al dinamometro. Si intende quindi per tale una striscia considerata idealmente appesa ad un estremo e che per il proprio peso si rompe al punto di attacco. La seguente relazione permette di stabilire tale lunghezza dalla prova di resistenza alla trazione:

$$180 : P = x : F$$

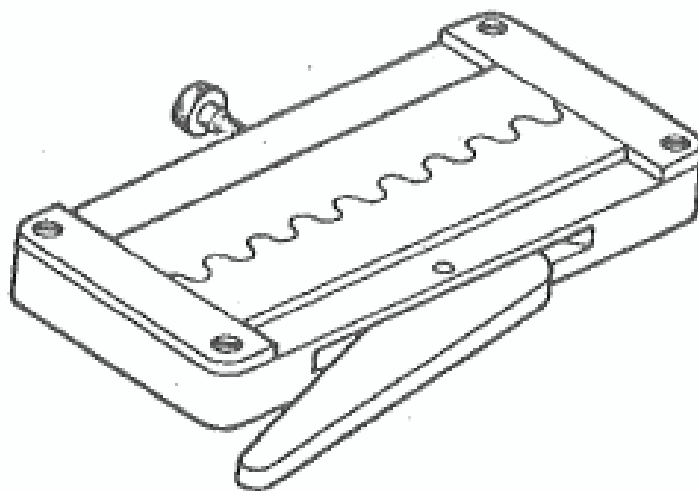
dove:

- 180 è la lunghezza della striscia campione espressa in mm.
- P è il peso di tale striscia larga 15 mm ed espressa in grammi.
- F è il peso che provoca la rottura della striscia espressa in kg.
- X è la lunghezza di rottura espressa in metri.

### 3.4.2 PROVE SU CARTA PER ONDULAZIONE

**RCT (Ring Crush Test)** cioè prova di compressione ad anello, è uguale a quella che viene fatta per le carte da copertina, trattata nel paragrafo precedente.

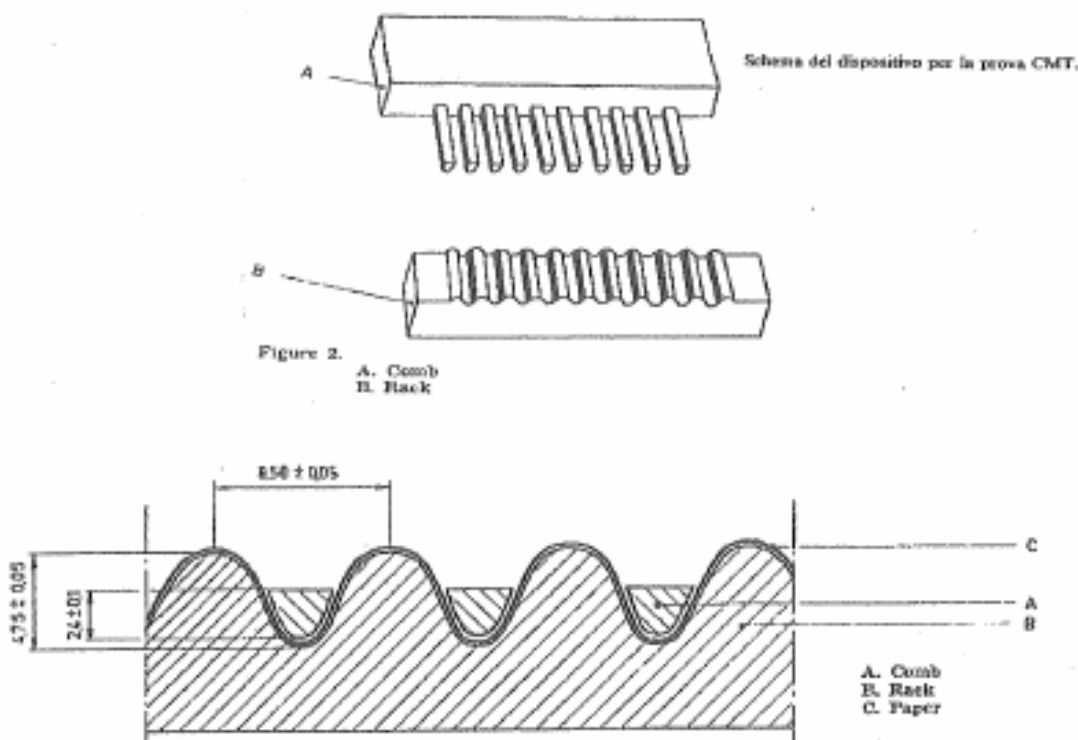
**CCT** deriva da Corrugated Crush Test (o prova di compressione a colonna delle onde), è effettuata su una striscia di carta ondulata, tenuta in posizione verticale da un'apposita pinza metallica. La prova viene fatta sia istantaneamente che a 30' di condizionamento (23°C e 50% di umidità). Lo schiacciamento del campioncino è perpendicolare al senso di ondulazione del foglio. Il valore ottenuto è espresso in Newton (N).



Dispositivo di serraggio per prova CCT.

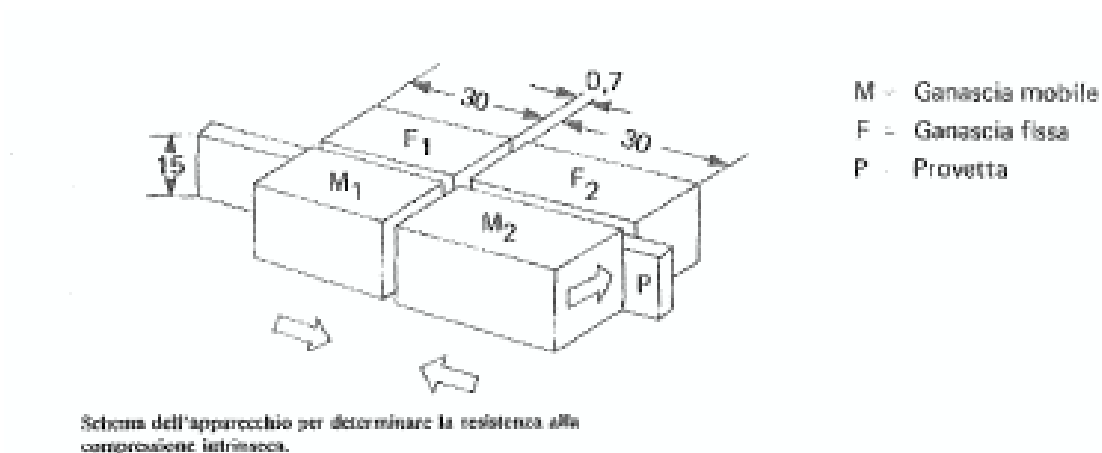
L'espressione **CMT deriva da Concora Medium Test** (o compressione in piano delle onde). Questo metodo permette di misurare la resistenza allo schiacciamento di una striscia campione di carta ondulata. Tali strisce vengono tagliate nel senso di macchina con una taglierina a doppia lama, vengono ondulate con un'apposita macchina da laboratorio ondulatrice e tenute nella giusta posizione da un nastro adesivo. L'applicazione del nastro adesivo è eseguita per mezzo di uno speciale dispositivo, costituito da una cremagliera e da un pettine, per impedire deformazioni delle ondulazioni durante l'operazione stessa. La prova di schiacciamento è condotta in una pressa che cessa di pressare appena la carta cede rapidamente al carico, tale misura rimane indicata nel display ed è espressa in Newton. Il provino di carta viene fatto condizionare in

laboratorio per 30' ad una temperatura di 23°C ed un'umidità relativa del 50% prima di essere sottoposto al test. In alcuni casi la prova viene fatta istantanea.



**SCT (Short-span Compression Test)** cioè prova di compressione a breve distanza, determina la resistenza alla compressione del foglio di carta sia nella direzione di macchina che in quella trasversale. Si definisce come forza di compressione, la massima forza, per unità di grandezza, che un provino di carta può sopportare su se stesso prima di arrivare alla rottura, e come indice di compressione la forza di compressione divisa la grammatura.

La prova è eseguita con campioni da 15 mm di grandezza, i quali vengono inseriti in un'apposita macchina e fermati con due pinze distanti 0,7 mm, quindi le pinze vengono forzate l'una contro l'altra fino alla rottura per compressione del provino di carta. La particolarità di questo strumento è quella di vincolare la striscia a rimanere distesa su di un piano, impedendo eventuali flessioni, e di esercitare lo sforzo di compressione su una distanza molto breve ( 0,7mm) di modo che il rapporto di esilità che ne risulta è sufficientemente piccolo anche per basse grammature.



Il **Dropp Test**, detto anche “goccia” è una prova che viene fatta su alcuni tipi di carte, per verificare quale sia il loro comportamento all’assorbimento dei liquidi. Il test viene fatto lasciando cadere da una distanza di 15 cm una goccia di acqua distillata su di un campioncino di carta tenuto in posizione orizzontale rispetto al piano di appoggio, la prova consiste nel misurare in quanti secondi la goccia d’acqua viene assorbita dalla carta. Il risultato di questa prova è molto soggettivo, in quanto è l’operatore che visivamente stabilisce il termine della stessa

### 3.4.3 PROVE GENERICHE

Col termine **porosità**, si fa riferimento al volume dei pori e degli interstizi che sono contenuti in uno strato fibroso, che sono suscettibili ad essere riempiti da un fluido, cioè l’aria. Infatti i pori passanti, cioè le cavità che si estendono senza interruzione da una faccia all’altra del foglio, rappresentano solo una frazione della porosità, poiché le altre cavità comunicano con un solo lato, quando non sono quasi completamente chiuse. Pertanto c’è da fare distinzione fra

porosità e permeabilità all'aria, sebbene il termine porosità viene usato frequentemente per indicare la permeabilità all'aria. Tanto è vero che lo strumento per misurare la permeabilità all'aria, si chiama porosimetro.

Per **pulizia**, si intende l'assenza di impurità che si possono trovare sotto forma di nodini, punti colorati, schegge, macchie di varia natura particolarmente evidenziabili con carte formate da macero. Il loro esame si effettua per riflessione e per trasparenza.

Lo **spessore** di una carta è espresso in mm. Si determina con il micrometro.

Per **spera**, si intende l'aspetto che presenta la carta osservando per trasparenza il suo contesto fibroso; se uniforme dicesi spera unita, oppure può essere fioccosa o nuvolosa con diverse gradazioni. Tale parametro è da mettere in relazione con la formazione, per cui più la spera è unita, migliore è l'uniformità delle caratteristiche del foglio di carta.

La **grammatura** è il peso della carta espresso in  $g/m^2$ . Si determina pesando, su bilance ad alta precisione, provini di misura standard.

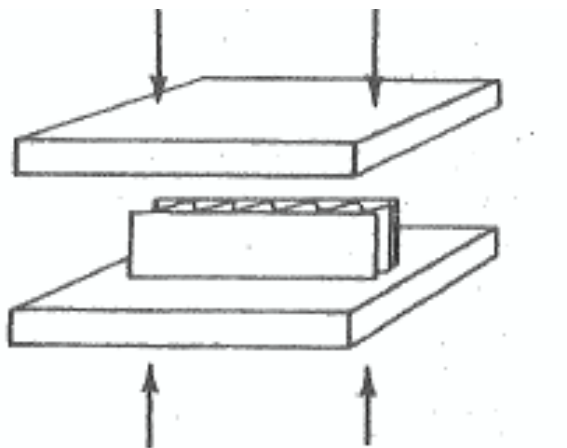
### 3.5 PROVE SUL CARTONE

Considerando che la buona qualità del cartone è determinante per ottenere le previste prestazioni dell'imballaggio finito; ne deriva che anche il cartone, così come abbiamo visto essere effettuato per la carta, debba essere sottoposto ad una serie di prove, tendenti ad accertare che esso abbia mantenuto le qualità che erano state previste al momento in cui era stata operata la scelta delle carte che lo compongono. Andiamo ad analizzare, quelli che sono ritenute i più importanti controlli da effettuare sul cartone.

Un test molto importante, per l'imballaggio finito, è **la resistenza alla compressione verticale cioè l'ECT** (Edge Compression Test). Tale prova si effettua comprimendo il bordo di una striscia di cartone ondulato in senso perpendicolare all'andamento dell'onda e si esprime in kPa necessari a deformare il campione. Se il cartone è prodotto a regola d'arte, il suo ECT dovrà, quanto meno, essere pari alla somma dei valori riscontrati sulle carte che lo compongono nella prova di RCT (Ring Crush Test) maggiorate, per la carta ondulata, del CO, ovvero il Coefficiente di Ondulazione, il quale varia a seconda

del tipo di onda. Quindi una volta noti i valori di RCT delle carte impiegate, l'ECT del cartone si ricava da questa semplice formula:

$$\text{ECT} = \text{RCT copertina esterna} + \\ \text{RCT parte ondulata} \times \text{CO} + \\ \text{RCT copertina interna}$$



Schema di ECT (Edge Compression Test)

Lo **spessore** del cartone, vista la sua influenza sulla resistenza alla compressione verticale della scatola, è opportuno tenerlo frequentemente sotto controllo e, per effettuare questa operazione, basta un calibro.

La **grammatura** del cartone, coincide con la somma delle grammature riscontrate sulle carte che lo compongono maggiorata, per le sole carte per onda, del fattore di sviluppo e tenendo ovviamente conto del peso della parte secca del collante aggiunto in fase di allestimento del cartone che, di norma è di:

- 10 g/m<sup>2</sup> per l'onda C
- 12 g/m<sup>2</sup> per l'onda B
- 22 g/m<sup>2</sup> per cartone triplo

La **resistenza allo scoppio** del cartone, viene misurata con le stesse modalità impiegate per la carta. Anche in questo caso il valore di scoppio del cartone, dovrà risultare leggermente superiore alla somma dei valori riscontrati sulle copertine che lo compongono.

Un altro test importante per imballaggi destinati ad operare in ambienti soggetti a variazioni di umidità, è il **cobb**, il quale si effettua, sul cartone, con le stesse modalità impiegate per la carta, ma portando il tempo a 30'.

La **resistenza alla perforazione** del cartone ondulato, è la resistenza che il cartone, o le casse e le scatole con esso fabbricate, presentano quando vanno ad urtare contro oggetti più o meno appuntiti, come ad esempio gli angoli di altre casse di materiale rigido. La determinazione è fatta con un apparecchio che simula il comportamento descritto, misurando l'energia necessaria per perforare una provetta di cartone a mezzo di una punta a forma di piramide. Lo strumento, chiamato perforametro, è costituito da tre parti principali:

- un pendolo costituito di una barra rettilinea, imperniata ad una estremità e che all'altra estremità porta un braccio a forma di arco di cerchio al quale è applicato un corpo perforatore a forma di piramide triangolare.
- un collare, collocato alla base del corpo perforatore.
- un dispositivo di serraggio, che serve a bloccare la provetta ed è costituito da due piastre orizzontali. Al centro delle due piastre si trova un'apertura a forma di triangolo equilatero, con lato di 100mm, attraverso la quale passerà ovviamente il corpo perforatore.

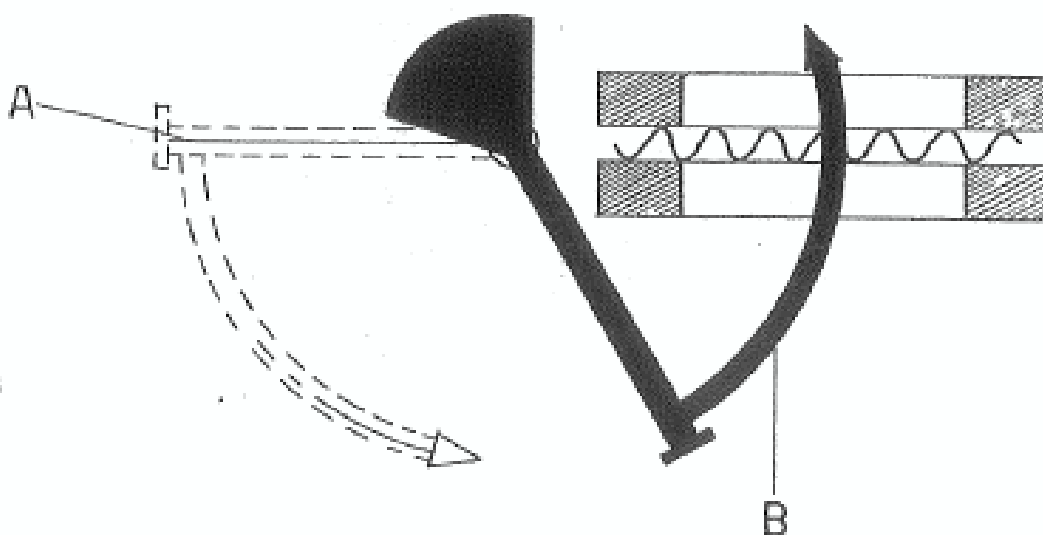


Fig. 1 - SCHEMA DI UN PERFORAMETRO - TIPO L HOMARGY

A - pendolo in posizione di sgancio

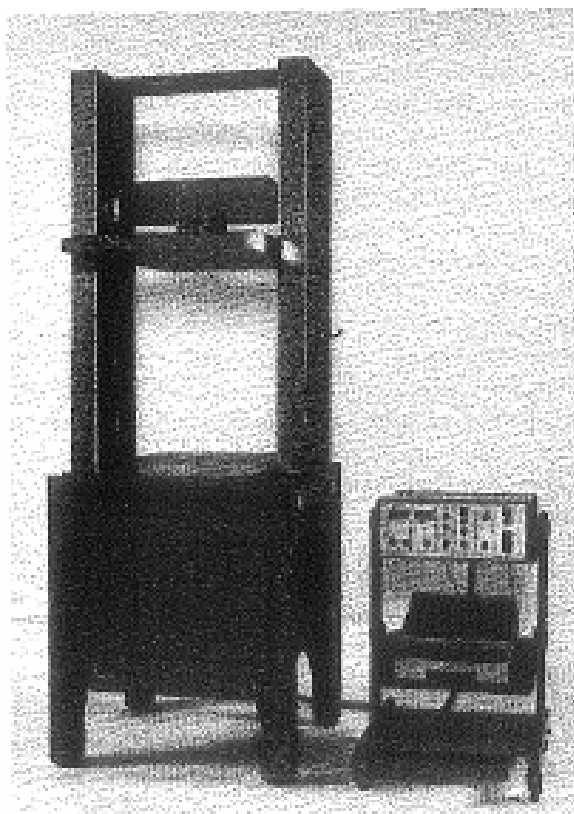
B - pendolo in posizione di perforazione

### 3.6 PROVE SULLE SCATOLE

Oltre ai test specifici per quanto riguarda il cartone inteso come insieme di strati uniti tra di loro, ci sono delle prove che vengono fatte appositamente sull'imballaggio di cartone inteso come scatola, esse sono: il BCT (Box Crush Test) e il RCV (Resistenza Compressione Verticale).

La **resistenza alla compressione della scatola BCT** è eseguita con presse munite di due piastre con piano orizzontale, fra le quali si collocano le casse o le scatole sotto esame; una delle piastre è fissa, mentre l'altra è mobile ed esercita la compressione contro la piastra fissa. Le piastre devono avere dimensioni tali da contenere completamente l'imballaggio.

Il dispositivo di rilevamento del carico è solitamente con celle di carico e comunque è presente un registratore che permette di tracciare la curva di carico-deformazione e quindi di rilevare sia il carico massimo raggiunto, che è appunto la resistenza alla compressione della scatola, sia la deformazione alla rottura.



Pressa per prove di compressione su casse di medie dimensioni (per cartoni della Casa Lorenzoni e Wittre).

La **resistenza alla compressione verticale RCV** di un imballaggio di cui conosciamo la dimensione e quindi il perimetro (P) espresso in cm, costruito con un cartone di cui sono noti lo spessore (S) espresso in mm e l'ECT espresso in kPa si potrà ricavare dalla seguente formula:

$$RCV = 1,82 \times ECT \times S \times P$$

Questa formula è di semplice applicazione: conoscendo lo spessore del cartone prodotto, nelle varie onde, ricorrendo alle tavole di conversione, troveremo la radice quadrata.

Ad esempio, considerando gli spessori minimi del cartone previsti dal regolamento tecnico del GIFCO e precisamente

- mm 25 per l'onda B
- mm 35 per l'onda C
- mm 45 per l'onda A
- mm 60 per l'onda BC
- mm 70 per l'onda BA

Riscontreremo che le rispettive radici quadrate corrispondono a:

- mm 1,58 per l'onda B
- mm 1,87 per l'onda C
- mm 2,12 per l'onda A
- mm 2,45 per l'onda BC
- mm 2,64 per l'onda BA

A questo punto l'unica incognita è rappresentata dal perimetro della scatola, che dovrà essere rilevato di volta in volta sulla scorta delle dimensioni, ben note dell'imballaggio da allestire.

Supponiamo che il perimetro dell'imballaggio sia di cm 140 e vediamo quale resistenza alla compressione verticale potremo attenderci da un imballo, avente il perimetro indicato e che sia stato costruito impiegando cartone con le

caratteristiche tecniche previste, per le singole classi, dalle norme tecniche del GIFCO.

I risultati appaiono dalle successive tabelle 1 e 2.

TABELLA 1

ECT	√spessore cartone			√perimetro scatola cm 140
	B	C	A	
15 = 3,4 x 1,82 = 6,188 x 15 = 3,4 x 1,82 = 6,188 x 15 = 3,4 x 1,82 = 6,188 x	1,58	1,87	2,12	= 9,778 x 11,83 = 116 kg RCV ± 10% = 11,571 x 11,83 = 137 kg RCV ± 10% = 13,119 x 11,83 = 155 kg RCV ± 10%
25 = 4,2 x 1,82 = 7,644 x 25 = 4,2 x 1,82 = 7,644 x 25 = 4,2 x 1,82 = 7,644 x	1,58	1,87	2,12	= 12,078 x 11,83 = 143 kg RCV ± 10% = 14,295 x 11,83 = 169 kg RCV ± 10% = 16,206 x 11,83 = 192 kg RCV ± 10%
35 = 5,1 x 1,82 = 9,282 x 35 = 5,1 x 1,82 = 9,282 x 35 = 5,1 x 1,82 = 9,282 x	1,58	1,87	2,12	= 14,666 x 11,83 = 173 kg RCV ± 10% = 17,358 x 11,83 = 205 kg RCV ± 10% = 19,678 x 11,83 = 233 kg RCV ± 10%
45 = 5,9 x 1,82 = 10,738 x 45 = 5,9 x 1,82 = 10,738 x 45 = 5,9 x 1,82 = 10,738 x	1,58	1,87	2,12	= 16,967 x 11,83 = 201 kg RCV ± 10% = 20,081 x 11,83 = 238 kg RCV ± 10% = 22,765 x 11,83 = 269 kg RCV ± 10%
55 = 6,9 x 1,82 = 12,558 x 55 = 6,9 x 1,82 = 12,558 x 55 = 6,9 x 1,82 = 12,558 x	1,58	1,87	2,12	= 19,842 x 11,83 = 235 kg RCV ± 10% = 23,484 x 11,83 = 278 kg RCV ± 10% = 26,623 x 11,83 = 315 kg RCV ± 10%
65 = 7,8 x 1,82 = 14,196 x 65 = 7,8 x 1,82 = 14,196 x 65 = 7,8 x 1,82 = 14,196 x	1,58	1,87	2,12	= 22,430 x 11,83 = 265 kg RCV ± 10% = 26,547 x 11,83 = 314 kg RCV ± 10% = 30,096 x 11,83 = 356 kg RCV ± 10%

TABELLA 2

ECT	√spessore cartone		√perimetro scatola cm 140
	BC	BA	
1D = 4,9 x 1,82 = 8,918 x 1D = 4,9 x 1,82 = 8,918 x	2,45	2,64	= 21,840 x 11,83 = 258 kg RCV ± 10% = 23,588 x 11,83 = 279 kg RCV ± 10%
2D = 5,9 x 1,82 = 10,739 x 2D = 5,9 x 1,82 = 10,739 x	2,45	2,64	= 26,297 x 11,83 = 311 kg RCV ± 10% = 28,402 x 11,83 = 336 kg RCV ± 10%
3D = 6,9 x 1,82 = 12,558 x 3D = 6,9 x 1,82 = 12,558 x	2,45	2,64	= 30,754 x 11,83 = 363 kg RCV ± 10% = 33,215 x 11,83 = 392 kg RCV ± 10%
4D = 7,8 x 1,82 = 14,196 x 4D = 7,8 x 1,82 = 14,196 x	2,45	2,64	= 34,766 x 11,83 = 411 kg RCV ± 10% = 37,548 x 11,83 = 444 kg RCV ± 10%
5D = 8,8 x 1,82 = 16,016 x 5D = 8,8 x 1,82 = 16,016 x	2,45	2,64	= 39,223 x 11,83 = 464 kg RCV ± 10% = 42,362 x 11,83 = 501 kg RCV ± 10%
6D = 10,8 x 1,82 = 19,656 x 6D = 10,8 x 1,82 = 19,656 x	2,45	2,64	= 48,138 x 11,83 = 569 kg RCV ± 10% = 51,999 x 11,83 = 615 kg RCV ± 10%

### 3.7 DIFETTI SULLE BOBINE

Nel processo di fabbricazione della carta, indifferentemente dalla volontà dell'operatore, capita di produrre delle bobine, sulle quali al momento della trasformazione, si possono riscontrare difetti, che creano problemi alla produzione del cartone ondulato.

Quello che segue è un elenco dei principali difetti riscontrati, i problemi che ne conseguono e le eventuali manovre da fare, quando possibile, per cercare di minimizzarne le conseguenze:

<b>DIFETTO</b>	<b>TIPO DI PROBLEMA</b>	<b>MANOVRA SOLUTIVA</b>
FASCE UMIDE	Incollaggio	Aumentare la quantità di colla (a scapito dell'imbarcatura)
BORDI LENTI	La carta forma delle grinze e tende a strapparsi	Si agisce su i rulli compensatori e/o frenare la bobine
GRINZE	Rotture all'ingresso del gruppo ondulator	Si interviene sul freno o sui rulli compensatori.
SPORCO	Strappi nella giuntatrice	
BUCHI	Strappi o arresto macchina x fotocellule	
SOSTANZE ABRASIVE	Riduce la vita del cilindro ondulator	
GIUNTE	Rotture in macchina	
CORDONATURA	Di stampa (copertina) Di incollaggio (onda)	

### 3.8 DIFETTI SUL CARTONE

La qualità del cartone ondulato prodotto dipende dalla tecnologia più o meno avanzata dei macchinari usati, dal grado di sofisticazione delle regolazioni macchina, da un buon addestramento del personale impiegato, ma anche, come abbiamo visto nel paragrafo precedente, dalla qualità delle carte impiegate. Premesso ciò, andiamo ad esaminare i difetti più riscontrati, dovuti in parte a non perfette regolazioni della macchina, in genere di semplice risoluzione, ed in parte dipendenti dalla qualità delle carte impiegate, difetti questi ultimi, la cui eliminazione diventa più complessa. Essi sono:

- **Onde tagliate o rotte:** si riscontrano rotture della carta in ondulazione lungo i fianchi o sul vertice delle onde può dipendere da:
  - freno della carta in ondulazione troppo chiuso
  - troppa pressione ai cilindri ondulatori
  - cilindri ondulatori sporchi o usurati
  - cilindri ondulatori non paralleli
  - carta da ondulare troppo umida o troppo secca
  - bobina della carta in onda ovalizzata
  
- **Onde alte o basse:** onde alternativamente alte e basse denunciate dall'aspetto irregolare delle linee di colla sulle copertine ai gruppi ondulatori. In genere determinate da:
  - vibrazione dei cilindri ondulatori a grande velocità
  - cilindri ondulatori sporchi
  - pettine troppo lontano o usurato nelle macchine a tenuta meccanica, cattivo funzionamento della aspirazione o della camera di pressione nelle ondulatori senza pettini
  - freno troppo allentato sul porta bobina della carta da onda
  - pressione mal regolata ai cilindri ondulatori
  - temperatura insufficiente ai gruppi ondulatori
  - carta in onda troppo umida o troppo secca
  
- **Onde inclinate:** il profilo delle onde non è simmetrico; cause:
  - cilindri ondulatori non paralleli
  - le onde sono inclinate da zone di attrito fra i gruppi e la incollatrice
  - il cilindro applicatore della colla all'incollatrice schiaccia la carta ondulata

- i feltri dei piani non tirano in modo uniforme
- carta in ondulazione umida
  
- **Altezza dell'onda inferiore a quella normale.** In genere determinata da:
  - pressione insufficiente sui cilindri ondulatori
  - cilindri ondulatori usurati
  - carta in ondulazione troppo asciutta
  
- **Copertina danneggiata da eccessiva pressione:** copertine ai gruppi schiacciate e rotte lungo la linea di contatto con le sommità delle onde. Le cause:
  - cilindro di pressione troppo chiuso
  - cilindro di pressione sporco
  - usura o ovalizzazione del cilindro di pressione
  - cilindro di pressione non parallelo al cilindro onduttore
  - copertina troppo umida
  
- **Copertine non incollate lungo i bordi rifilati.** Le cause:
  - il taglio coincide con una linea di pettini
  - guide sul ponte troppo strette
  - pressione insufficiente al cilindro pressore
  - cilindro di pressione usurato
  - deposito di sporco o materiale estraneo sui piani caldi
  - coltelli usurati con rifilo molto stretto
  - troppa sovrapposizione dei coltelli circolari
  - copertine ai gruppi o ai piani troppo umide
  - bordi delle copertine troppo sottili
  
- **Washboarding.** È il difetto nel quale una delle due copertine tende a seguire i vuoti fra un'onda e l'altra, dando una pessima superficie di stampa. È determinata da:
  - eccesso di applicazione di colla o viscosità sbagliata
  - errata regolazione tra la velocità del cilindro incollatore e la velocità della carta in onda
  - eccessiva umidità nelle copertine

- **Bulinatura:** incollatura intermittente, a punti, la copertina si presenta come martellata. In genere determinata da:
  - applicazione insufficiente di colla all'incollatore
  - variazioni di viscosità della colla
  - eccessivo riscaldamento
  - velocità troppo alta

Nonostante che abbiamo elencato fino ad ora un bel numero di difetti possibili del cartone, non abbiamo ancora parlato di quello che è per eccellenza il problema più grande e cioè **l'imbarcatura**.

All'uscita dell'ondulatore, prima cioè della trasformazione, il foglio di cartone ondulato teoricamente piano, può, a volte, assumere una forma curva a causa di una differenza eccessiva di umidità tra le copertine..

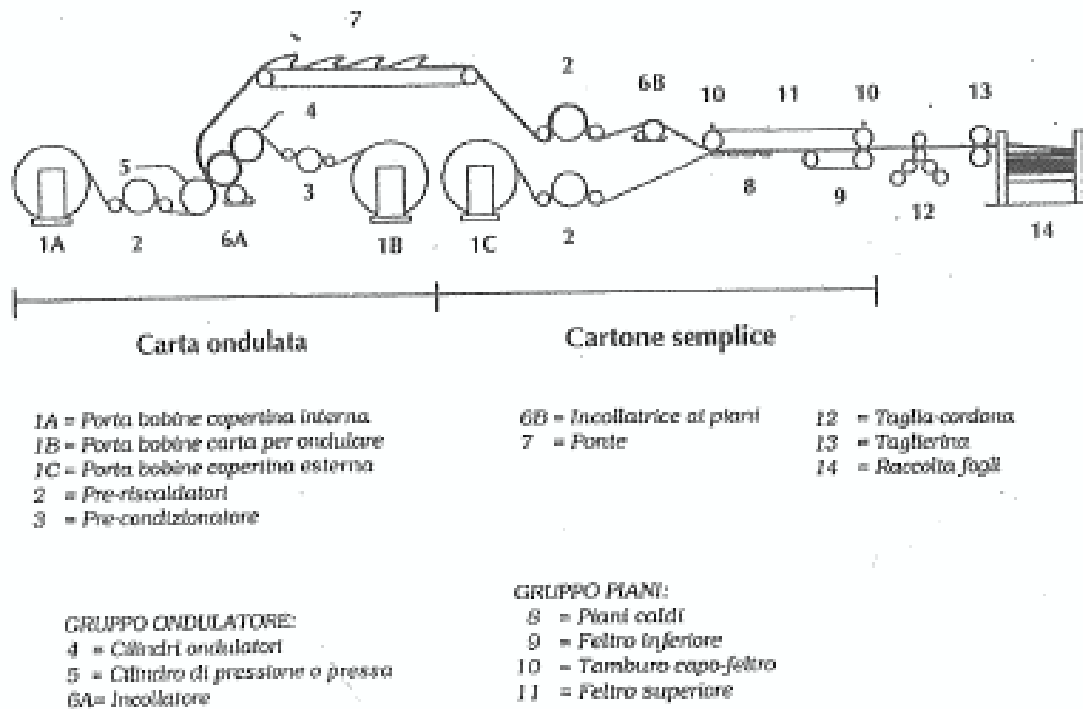
L'imbarcatura può assumere diverse forme e costituisce un handicap molto serio in fase di alimentazione delle macchine di trasformazione, riducendo le loro prestazioni, rallentandone le cadenze produttive e talvolta pregiudicando il risultato finale della scatola. I vari tipi di imbarcatura sono:

- **Imbarcatura a "S".** Causata da: presenza di fasce umide sul profilo della carta, carta lenta ai lati della bobina oppure aria fredda aspirata. I rimedi sono: controllare l'allineamento dell'incollatore al gruppo, ridurre le aspirazioni, aumentare la tensione della carta e verificare l'allineamento del preriscaldatore alle onde.
- **Curvo in alto.** Causata da: carta per onda troppo umida e/o piani troppo caldi. I rimedi sono: aumentare l'avvolgimento della carta da onda, diminuire l'avvolgimento sulla copertina al gruppo, aumentare la velocità, diminuire la quantità di colla all'onda e/o aumentare la quantità di colla al gruppo-copertina.
- **Curvo in basso.** Causata da: carta in onda troppo calda e/o troppa umidità sulla carta in copertina. I rimedi sono: aumentare l'avvolgimento della copertina al gruppo, diminuire l'avvolgimento della carta in onda, aumentare la colla in onda e/o diminuire l'avvolgimento della carta onda-rovescio al gruppo

- **Curvo in alto “longitudinale”**. Cause: troppa tensione in onda e/o troppa tensione al gruppo della carta onda-rovescio. I rimedi: ridurre il freno in onda, allentare la tensione alla copertina e/o ridurre il freno della carta onda-rovescio al gruppo.
- **Curvo in basso “longitudinale”**. Le cause sono: troppa tensione sulla copertina e/o attrito sui piani. I rimedi: ridurre il freno alla copertina e/o aumentare il freno alla carta onda-rovescio al gruppo.
- **Torsione elicoidale**. Cause. Somma (combinazione) dei due punti precedenti. Rimedi: quelli dei punti precedenti.

## 4. LA MACCHINA ONDULATRICE

La macchina, con la quale viene prodotto il cartone ondulato, è chiamata **macchina ondulatrice** o **ondulatore**. Essa è composta, come si può vedere nello schema che segue, da un insieme di elementi che, disposti in maniera sequenziale, andranno a formare il foglio di cartone ondulato.



Lo schema proposto si riferisce alla produzione di un cartone semplice, cioè ad una sola onda. Per la produzione del cartone doppio-doppio o triplo, occorre avere, in linea con il primo gruppo ondulatore, un secondo gruppo ed i relativi servizi, inseriti tra il primo gruppo e l'incollatrice ai piani.

Generalmente il primo gruppo onduttore è dotato di cilindri a profilo alto (onda A o onda C), il secondo gruppo ha i cilindri ondulatori a profilo basso (onda B).

Le macchine ondulatori attualmente funzionanti in Italia, in grande maggioranza, hanno una larghezza o luce compresa tra i 220 e 260 cm.

Dopo queste premesse, andiamo ad esaminare le singole parti che compongono la macchina nel suo insieme, e le funzioni che ciascuna di esse esplica nel processo produttivo del cartone ondulato.

#### **4.1 PORTA BOBINE**

Le bobine o rotoli di carta vengono installati su appositi svolgitori, chiamati appunto **porta bobine**.

Lo schema presentato, come abbiamo già detto, illustra il ciclo di produzione di un cartone semplice, quindi in questo caso i porta bobine sono tre, cioè tanti quanti sono i rotoli utili a produrre questo tipo di cartone.

Nel primo porta bobine (1A) è installata la carta che risulterà, a produzione ultimata, la copertina interna, nel secondo (1B) la carta che sarà ondulata nei cilindri ondulatori e nel terzo (1C) la carta destinata come copertina esterna.

Ogni porta bobine è attrezzato per contenere due rotoli destinati alla stessa produzione, ma non necessariamente della stessa qualità o grammatura, ciò dipende dall'entità dell'ordine.

Il ruolo del porta bobine è quello di consentire lo svolgimento del foglio in modo continuo, regolare e a tensione costante anche in presenza di variazioni di velocità. Essi sono dotati di sistemi di frenatura, la cui attenta regolazione riduce o, ove possibile, elimina eventuali difetti della carta.

#### **4.2 PRE-RISCALDATORI**

Il **preriscaldatore**, è un grosso cilindro liscio e cavo, in grado di ruotare, riscaldato internamente con vapore a circa 180°C sul quale la carta si avvolge, in misura più o meno ampia, regolabile con piccoli rulli di servizio a seconda della necessità. Il suo compito principale è, tramite il calore, quello di regolare il contenuto di umidità contenuto nella carta da copertina per prepararla alla successiva rapida incollatura.

### **4.3 PRE-CONDIZIONATORE**

Questo dispositivo è riservato alla carta da ondulare, che dopo essere stata rilasciata dal porta bobine, viene avvolta nel **pre-condizionatore**, il quale ha le stesse caratteristiche e le stesse funzioni del pre-riscaldatore.

In aggiunta, sul cilindro riscaldato, è collocata una barra fissa munita di forellini regolabili (umidificatori) dai quali esce vapore destinato ad inumidire la carta che, così predisposta, si inserirà tra i cilindri ondulatori.

Questa operazione di ammorbidimento effettuata dal pre-condizionatore, fa sì che le fibre possono essere modellate nella caratteristica forma ondulata.

### **4.2 GRUPPO ONDULATORE**

#### **4.4.1 CILINDRI ONDULATORI**

È in questo punto che la carta viene modellata, utilizzando energia meccanica (pressione fra i cilindri) ed energia termica (calore dei cilindri), per assumere il suo andamento ondulato. Si tratta di due cilindri sovrapposti, riscaldati con vapore a circa 180°C, fresati in senso parallelo all'asse di rotazione, in modo da ottenere il profilo desiderato. Il loro movimento rotatorio si svolge come quello di due ingranaggi ed è nel punto di contatto dei due, che viene formata l'ondulazione. La pressione di contatto è variabile in funzione della qualità delle carte impiegate.

Ad ondulazione avvenuta, per consentire l'aderenza della carta ondulata al cilindro inferiore sino al momento in cui essa si incollerà alla copertina, vengono utilizzati dei pettini, disposti lungo la luce del cilindro inferiore in corrispondenza di apposite scanalature.

Per ovviare a gli inconvenienti causati dai pettini, nelle macchine più moderne, il sistema è stato sostituito con dispositivi di aspirazione o di pressione, i quali oltre a eliminare i problemi legati ai pettini, consentono una migliore formazione dell'onda e un sensibile aumento della produzione.

#### **4.4.2 INCOLLATORE**

Ha il compito di depositare una quantità stabilita ed uniforme di colla sulla sommità di ciascuna onda. Esso è composto da una vasca che contiene il collante, mantenuto in circolazione per impedirne la decantazione, da un rullo incollatore

liscio che “pesca” il liquido dalla vasca, ed un secondo rullo più piccolo che ne dosa lo spessore.

#### 4.4.3 CILINDRO DI PRESSIONE O PRESSA LISCIA

È il punto in cui avviene l'incontro fra le sommità delle onde della carta ondulata, già impregnate di collante, e la copertina e dove si effettua la definitiva incollatura delle ondulazioni alla copertina stessa.

Si tratta di un cilindro liscio, ruotante per favorire il trascinarsi della copertina, riscaldato con vapore a 180°C per predisporre la carta ad una rapida incollatura e che preme, in misura regolabile, sul cilindro ondulatorio inferiore onde assicurare la adesione fra le due carte che, così unite, saranno immediatamente trasferite su ponte.

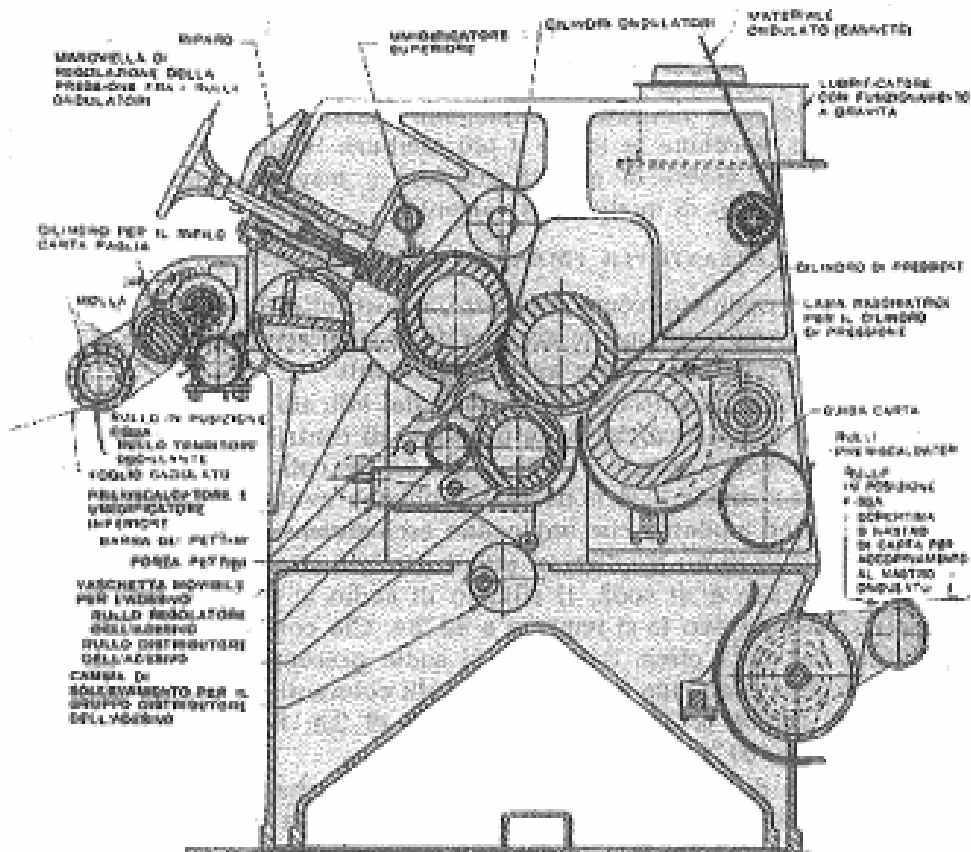


Fig. 166. - Sezione trasversale del gruppo ondulatorio Mod. HKA della Casa S. & S. Corrugated Paper Machinery Co, Inc. di New York.

(Per cortesia della Ditta Angela Agnoli di Genova)

#### **4.5 PONTE DI IMMAGAZZINAGGIO**

È situato al di sopra del gruppo della macchina ondulatorice, ed ha il compito di immagazzinare, per un breve periodo di tempo, la carta ondulata che vi è stata trasferita, a mezzo di un sistema di cinghie, direttamente dalla pressa liscia e di farla avanzare verso le successive fasi di lavorazione.

In questa fase si completa l'essiccamento del collante e soprattutto si crea una scorta di carta ondulata che si dimostrerà particolarmente utile quando il gruppo ondulatorice, in occasione di cambi di bobina, dovrà ridurre la propria velocità, senza influenzare quella della incollatrice ai piani e delle successive lavorazioni.

#### **4.6 INCOLLATRICE AI PIANI**

L'incollatrice ai piani, ha il compito di depositare sulla sommità delle ondulazioni della carta ondulata che proviene dal ponte un sottile ed uniforme strato di collante, per consentire l'adesione della seconda copertina.

Abbiamo visto che, di norma, i gruppi ondulatori sono due, posti in linea, per consentire di ottenere sia il cartone ad una sola onda che il cartone a doppia onda, ciò comporta la presenza di due gruppi con relativi servizi e anche di due ponti, mentre l'incollatrice ai piani è una sola.

Il dosaggio della colla avviene attraverso il passaggio della carta ondulata tra due cilindri sovrapposti. Quello superiore esercita una leggera pressione sulla carta ondulata dal lato della copertina, in modo da portare l'ondulazione a contatto del cilindro inferiore che, a sua volta provvederà al deposito di un'uniforme dose di collante.

Naturalmente la pressione esercitata fra i due cilindri deve essere accuratamente messa a punto al fine di evitare schiacciamento o deformazione della parte ondulata.

A questo punto hanno termine, le lavorazioni effettuate su quella che è definita la “**parte umida**” di una macchina ondulatrice. Il susseguirsi delle operazioni che vengono fatte nella parte di macchina di solito chiamata “parte secca” hanno inizio con:

#### **4.7 PIANI CALDI**

Sono degli elementi piani e lisci l’uno di seguito all’altro, sui quali scorre la striscia continua di cartone ondulato. Essi sono riscaldati a vapore da 120°C a 180°C; la temperatura è regolabile in funzione della velocità della macchina e del tipo di cartone da produrre.

Il calore dei piani, in genere elevato sui primi e quindi gradualmente decrescente, determina l’incollatura definitiva della o delle carte ondulate alla copertina, con l’essiccamento dell’amido e l’evaporazione della parte acquosa della soluzione.

Per mantenere la striscia continua di cartone a contatto dei piani ci si avvale di un feltro guidato da un **tamburo di rinvio** (10) posto all’inizio dei piani e da un **tamburo di trascinamento o capo-feltro** (10) posto alla fine.

La pressione esercitata dal feltro sul cartone per facilitarne l’incollatura, può essere aumentata mettendo in azione dei piccoli “rulli di pressione” di numero variabile; il feltro essiccatore, inoltre, impedisce o comunque rallenta la dispersione del calore dai piani ed assorbe e libera il vapore acqueo che si forma.

#### **4.8 TAGLIA - CORDONA**

La striscia continua di cartone che si forma, deve essere tagliata, sia in senso longitudinale che in senso trasversale, per ottenere fogli di cartone in formato idoneo a produrre gli imballaggi progettati.

Il taglio in senso longitudinale, cioè perpendicolare alla direzione di avanzamento della striscia di cartone, viene effettuato sul **taglia-cordona**.

Si tratta di una macchina in grado di presentare nella linea di produzione, gli utensili predisposti per ottenere i formati richiesti.

Le operazioni che vengono eseguite nel taglia-cordona sono le seguenti:

- tagliare i due rifili laterali corrispondenti ai bordi della striscia continua. Ciò riduce di 3 o 4 cm. la luce della bobina,

- tagliare la striscia completa di cartone in diverse strisce di larghezza ridotta, mettendo in atto gli abbinamenti tra formati,
- cordonare in senso longitudinale le strisce di cartone (la cordonatura è l'operazione di parziale schiacciamento del cartone, eseguita da utensili opportunamente sagomati, seguendo una linea retta, in modo da facilitare la successiva piegatura del cartone).

#### **4.9 TAGLIERINA ROTATIVA**

Ha il compito di tagliare in senso trasversale la striscia continua di cartone che diventa, a questo punto, un foglio di cartone avente le dimensioni determinate, per un lato, dalla distanza fra gli utensili tagliatori posti sul taglia-cordona (nel senso longitudinale) e, per l'altro lato, dalla distanza intercorrente tra un taglio e l'altro della taglierina rotativa (nel senso trasversale).

La taglierina rotativa è, in genere, dotata di due dispositivi di taglio, indipendenti tra di loro e installati su apposite "spalle", ciascuno dei quali è composta da due alberi porta-lame.

Terminata qui la lavorazione del cartone ondulato, non rimane che raccogliere i fogli ed accatastarli.

#### **4.10 RACCOGLITORE IMPILATORE**

All'uscita di ogni gruppo della taglierina trasversale, i fogli cadono su un tappeto trasportatore il quale, muovendosi a velocità ridotta rispetto a quella della macchina, consente una disposizione dei fogli stessi a "lisca di pesce".

Il tappeto deposita i fogli su una piattaforma che, azionata da fotocellule, si abbassa gradatamente man mano che riceve i fogli di cartone; quando la catasta è formata e la piattaforma è al suo livello più basso, un dispositivo devia i cartoni verso un'altra piattaforma, precedentemente predisposta ad accogliere i fogli di cartone.

#### **4.11 ATTREZZATURE COMPLEMENTARI**

Un breve cenno infine su alcune attrezzature complementari, che integrano e perfezionano quelle essenziali che si sono elencate, ed il cui impiego va rapidamente diffondendosi.

Oltre ai cilindri ondulatori “senza pettini”, dei quali già si è fatto cenno, particolare importanza assumono le giuntatrici automatiche (splicers) che assicurano il rapido ed automatico congiungimento della carta delle bobine in occasione dei cambi e, con sistemi ancora più sofisticati, in caso di rottura improvvisa della carta.

Altra apparecchiatura necessaria per il cambio dei formati, è la taglierina ausiliaria, situata prima del taglia-cordona.

Esistono anche altre attrezzature per rendere possibile l'accoppiamento fra loro di carte sia da copertina che da ondulazione, per impermeabilizzare le copertine e impregnare le carte in onda con cere micro-cristalline. Esse non hanno una grossa diffusione e sono adottate da singole aziende in relazione a specifici interessi verso particolari mercati.

## **BIBLIOGRAFIA**

**E. GRANDIS** ..... PROVE SULLE MATERIE FIBROSE SULLA CARTA E SUL CARTONE

**G.I.F.C.O.** ..... MONOGRAFIA SUL CARTONE ONDULATO

**P. ZANINELLI** ..... APPUNTI DI TECNOLOGIA CARTARIA

**“ATICELCA”** ..... INTRODUZIONE ALLA FABBRICAZIONE DELLA CARTA