

XIV corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2006/2007

Il cartone ondulato e le caratteristiche delle carte per ondulatore

di Negri Emanuele

Scuola Interregionale di Tecnologia per Tecnici Cartari



Il corso è realizzato grazie al contributo di:

**BANCA POPOLARE
DI VERONA**

**GRUPPO BANCO POPOLARE
DI VERONA E NOVARA**



*Camera di Commercio, Industria,
Artigianato e Agricoltura di Verona.*

INDICE

Introduzione

1. Conformazione del cartone ondulato

- 1.1 Tipi di carte
- 1.2 Tipologie di cartone ondulato
- 1.3 Tipi di onde
- 1.4 Identificazione del cartone ondulato

2. Il collante

- 2.1 Incollaggio
- 2.2 Tipi di collante

3. La macchina ondulatorice

- 3.1 Porta bobine
- 3.2 Pre - riscaldatori
- 3.3 Pre - condizionatore
- 3.4 Gruppo ondulatorice
- 3.5 Cilindro di pressione
- 3.6 Ponte di immagazzinaggio
- 3.7 Incollatore
- 3.8 Piani caldi
- 3.9 Taglia cordona
- 3.10 Taglierina rotativa
- 3.11 Raccoglitore

4. Principali prove di laboratorio

- 4.1 Prove sulle copertine
- 4.2 Prove sulle carte da onda
- 4.3 Prove sul prodotto finito

5. Procedimento di stampa flessografica

6. Difetti più comuni

7. Bibliografia

INTRODUZIONE

La nascita del cartone ondulato è relativamente giovane, e risale precisamente, al 1875 quando una persona che risponde al nome di J.H. Thompson ebbe l'intuizione di incollare una seconda copertina, alla carta ondulata già esistente, conferendo così alla struttura cartacea una certa rigidità che permetteva la fabbricazione di imballaggi rigidi atti a proteggere, contenere e trasportare un'infinità di prodotti. Al giorno d'oggi vengono erroneamente chiamati scatoloni ma, la definizione esatta sarebbe astucci.

La carta ondulata invece, come citato prima, è l'unione, mediante apposito collante, tra un'ondulazione e un foglio teso, questa struttura risulta essere flessibile e adatta ad avvolgere e proteggere oggetti aventi forme anomale. L'applicazione di questa risale a poco prima del cartone ondulato 1874.

La sola carta ondulata priva di copertine invece, viene introdotta nel 1871 e utilizzata all'interno di casse, in sostituzione della paglia, per proteggere gli oggetti, in esse contenute, da eventuali urti.

Abbiamo visto quindi, tre tipologie diverse di prodotti e con utilizzi finali completamente differenti ma, legate tra loro, da due elementi fondamentali l'ondulazione, e la cellulosa, dalla quale si forma la carta.

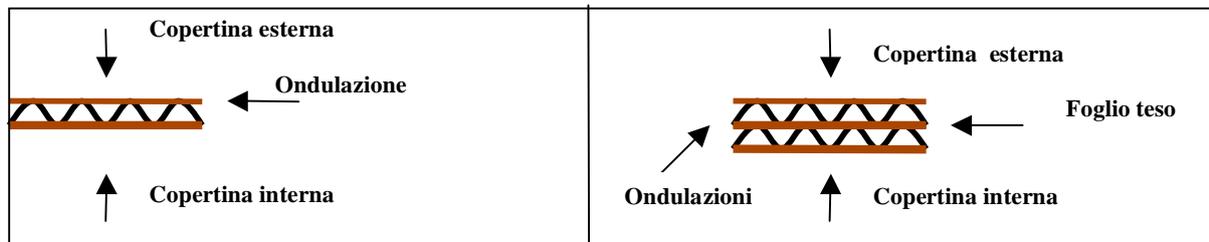
Quello che andremmo a trattare in questa ricerca comunque sarà, il cartone ondulato come lo conosciamo oggi, andando ad analizzare le caratteristiche, le tipologie, i tipi di carte che lo compongono, e come avviene la trasformazione da "semplici" bobine di carta, in questo straordinario prodotto entrato ormai a far parte del nostro quotidiano e renderlo insostituibile.

Ho scelto di parlare di questo argomento perché nella cartiera dove presto servizio vengono prodotte delle tipologie di carte quali (Medium, Fluting, Camoscio) che vengono usate per la produzione di cartone ondulato, quindi ho voluto approfondire tutto il processo di fabbricazione di questo prodotto oltre che alle carte che lo compongono ed eventuali problemi derivanti dall'utilizzo delle stesse.

1. CONFORMAZIONE DEL CARTONE ONDULATO

Come si è già intuito dall'introduzione, il cartone ondulato è l'unione mediante apposito collante, di due tipi di carta. Le superfici di carta tesa prendono il nome di copertine quindi, avremo una copertina esterna ed una interna più la carta per ondulazione che ha il compito di distanziare le stesse e mantenere tra loro la stessa distanza il più a lungo possibile nel corso della vita dell'imballaggio.

Questo vale, come appena descritto, per un cartone ad una sola onda, quindi, con l'utilizzo di tre carte, ma se il cartone fosse a due onde, le carte diventerebbero cinque e quella interna, tra le due onde, non verrà più chiamata copertina ma foglio teso.



A questo punto andremmo ad analizzare i tipi di carte che formano il cartone ondulato, facendo una distinzione tra carte per copertine, e carte da onda perché, come scopriremo in seguito, le caratteristiche che devono avere i due tipi di carta sono differenti.

1.1 TIPI DI CARTE

Carte per copertine:

Simbolo:

K
L
T
C
Kb
Lb
Tb

Carta:

Kraft
Liner
Test-liner
Camoscio
Kraft bianco
Liner bianco
Test bianco

Carte per ondulazione:

Simbolo:

S
M
F
P

Carta:

Semichimica
Medium
Fluting
Paglia

Kraft:

In tedesco questa parola significa forte, infatti le carte prodotte con questo tipo di pasta risultano essere molto resistenti e quindi adatte per fabbricare le copertine che andranno a formare il cartone ondulato. Le copertine infatti, specialmente quelle esterne, sono sottoposte ad una serie di sollecitazioni di trazione, urto, pressione e piegatura e devono garantire determinate resistenze meccaniche.

Queste carte devono avere almeno l'80% di cellulosa al solfato di conifera e quindi a fibra lunga, dove viene ammesso un 20% di altra materia fibrosa.

Questo vale quando la materia prima per produrre la carta è di pura cellulosa specialmente se di provenienza scandinava, ma nulla vieta, specialmente in Italia dove la produzione di cellulosa è inesistente, l'utilizzo di materie prime secondarie o di recupero, ammesso che queste siano altamente selezionate di gruppo D (qualità kraft) esempio: D1 = Ondulato kraft, D3 = Sacchi kraft usati, D6 = sacchi kraft nuovi, D7 = kraft avana ecc... I risultati che comunque si ottengono utilizzando questo tipo di macero sono molto buoni.

Liner:

Questo tipo di carta è prodotta utilizzando macero senza una composizione fibrosa ben stabilita, spesso viene realizzata in più strati, più comunemente chiamata carta duplex, con una grammatura minima di 125 g/m². Si ottengono comunque delle carte con buone resistenze meccaniche.

Test - liner:

Simile alla precedente, anch'essa prodotta in uno o più strati, con caratteristiche meccaniche leggermente inferiori.

Camoscio:

Tra tutte le carte prese in esame fino ad ora, è senza dubbio quella qualitativamente inferiore ma non per questo trascurabile dall'essere menzionata e spesso utilizzata nel cartone ondulato. Viene prodotta con macero misto di non alta qualità, e viene impiegata esclusivamente come foglio teso all'interno delle ondulazioni.

Semichimica:

Viene prodotta con almeno il 60% di pasta semichimica greggia di latifoglia.

Le paste semichimiche hanno caratteristiche qualitative intermedie e non ben definite tra le paste chimiche e le paste ad alta resa (meccaniche, chemimeccaniche, chemitermomeccaniche). Oggi questo tipo di pasta sta scomparendo dal mercato in quanto i costi di produzione e depurazione risultano essere molto alti in funzione anche della bassa resa che si ottiene dal prodotto finito.

In sostituzione vengono utilizzate paste denominate ad alta resa, CMP (Chemi Mechanical Pulp) o CTMP (Chemi Termo Mechanical Pulp), dove l'attacco termo chimico o solo chimico (senza vapore aggiunto), alla lignina, sostanza cementante delle fibre, viene fatto solo per ammorbidire la stessa con soda caustica e perossido di idrogeno per la sbianca. La pasta così ottenuta viene convogliata ai raffinatori a disco allo scopo di elementarizzare le fibre per via meccanica per poi proseguire nell'assortitura, pulizia ed una eventuale ulteriore sbianca. Molti vantaggi si traggono dall'utilizzo di queste paste, a partire dalla materia prima pioppo, a volte abete, ma anche e soprattutto scarti delle lavorazioni del compensato e delle segherie: minor impiego di energia elettrica, costi di depurazione inferiori e maggior tutela dal punto di vista ecologico. Le carte prodotte con tali paste hanno buone resistenze meccaniche.

Dovremmo prendere in considerazione anche un altro tipo di carta che spesso viene confusa con la precedente, ed è chiamata **uso semichimica**, questa infatti a differenza della **Semichimica**, viene prodotta con 100% di macero e subisce un trattamento superficiale con amido per diminuirne l'assorbimento .

Medium:

La materia prima che si utilizza è esclusivamente macero di media qualità, si ottengono comunque delle caratteristiche meccaniche medio-alte anche grazie all'aggiunta di amido nell'impasto.

Fluting:

Viene prodotta con macero di bassissima qualità spesso A0 (cartaccia mista non assortita-raccolta urbana), è in assoluto, tra tutte le carte menzionate sino ad ora sia per

copertine che per onda, quella di qualità inferiore, con caratteristiche meccaniche medio-basse.

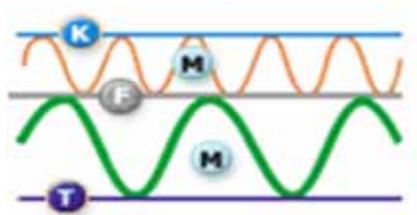
Paglia:

Prodotta con pasta semichimica di paglia con basse caratteristiche meccaniche.

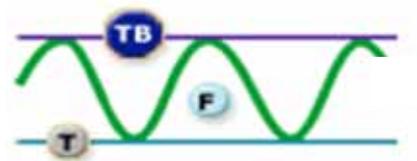
Il suo utilizzo, per produrre cartone ondulato, è estremamente limitato e va gradatamente scomparendo.

A questo punto, visto ed analizzato tutti i tipi di carte che andranno a formare il nostro prodotto, andrebbe fatta una considerazione per chiarire un concetto.

Abbiamo fatto, giustamente, una chiara distinzione tra carte per copertine e da ondulazione, ma in alcuni casi e in base alla resistenza che il cliente vorrà ottenere dal cartone ondulato, potranno essere utilizzate carte normalmente classificate da onda anche come foglio teso e, qualora le resistenze meccaniche richieste dovessero essere molto elevate, anche le carte kraft potrebbero svolgere questo compito. Naturalmente, precisiamo che le carte da onda non potranno mai essere impiegate come copertina esterna.



1 In questi due esempi possiamo capire quanto detto in precedenza. Nel primo la carta fluting la troviamo come foglio teso nel secondo come onda.



2

1.2 TIPOLOGIE DI CARTONE ONDULATO

Ci sono varie tipologie di cartone ondulato, la più semplice è certamente la **carta ondulata**, ottenuta dall'accoppiamento di una superficie piana con una ondulata. Questa non essendo rigida viene commercializzata in rotoli o bobine e trova impiego nella protezione, mediante avvolgimento, di prodotti con forme irregolari.

Il cartone ondulato vero e proprio invece, è costituito da due superfici di carta piane o tese distanziate tra loro da una superficie ondulata tenute insieme tra loro mediante apposito collante. Questa tipologia viene denominata cartone ad **onda semplice** o **ad una sola onda**.

Una struttura leggermente più complessa è il cartone a **doppia onda** o **doppio-doppio**. In questo caso le copertine sono sempre due, quella esterna e quella interna, ma le superfici ondulate diventano due collegate tra loro da una terza superficie piana che prenderà più correttamente il nome di foglio teso.

Molto più complicato invece risulta la produzione del cartone a **tripla onda**, all'interno delle due superfici piane esterne le ondulazioni diventano tre, unite tra loro da due fogli tesi. Viene chiamato spesso cartone pesante a tre onde e si tratta di un prodotto destinato ad impieghi specifici, particolarmente adatto a contenere e trasportare oggetti di notevoli dimensioni e peso, e grazie ai costi contenuti e la possibilità di riciclare il cartone, va a sostituire, in alcuni casi, i tradizionali imballi in legno.



A Carta ondulata



B Cartone ad onda semplice o ad una sola onda



C Cartone a doppia onda o doppio-doppio



D Cartone a tripla onda

1.3 TIPI DI ONDA

I tipi di onda si dividono in base al loro spessore (A) - (K) = onda alta; (C) = onda media; (B) = onda bassa; (E - F - G) = micro-onda.

Ora dobbiamo prendere in esame alcuni parametri che ci consentiranno di capire meglio quando parleremo di ondulazioni, e che risultano essere fondamentali nella fabbricazione del cartone ondulato.

Altezza: è la misura che troviamo tra la sommità e la cavità dell'onda. Non dobbiamo fare confusione tra l'altezza dell'onda e lo spessore del cartone perché, in tale caso, andrebbero prese in considerazione anche lo spessore delle carte che lo compongono.

Passo: è la distanza tra la sommità di due onde vicine.

Numero: è la quantità di ondulazioni contenute in un metro lineare.

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.

In poche parole tale coefficiente indica il consumo di carta da ondulare.

Onda alta (A): Determina un cartone con una altezza minima di 4,5 mm.

con questo tipo di onda si hanno dei vantaggi sulla resistenza alla compressione verticale degli imballaggi e sul loro potere ammortizzante. Gli svantaggi che si possono rilevare invece sono, minore resistenza alla compressione in piano e una stampabilità di non elevata qualità, in quanto il passo dell'onda non facilita una perfetta planarità delle copertine.

Onda alta (K): L'altezza minima di questa onda è di 5 mm. Viene utilizzata solamente per fabbricare cartoni pesanti a doppia onda alta e tripla onda.

Onda media (C): La sua altezza è compresa tra 3.5 e 4.4 millimetri.

Questo tipo di onda rappresenta un ottimo compromesso tra il consumo di carta e la qualità delle prestazioni. Rispetto alla onda A infatti, garantisce una buona stampabilità e più elevate resistenze sia alla compressione in piano che a quella

verticale in quanto, sia nelle fasi di trasformazione, imballo e spedizione subisce un minore stress.

Onda bassa (B): L'Altezza di questa onda è compresa tra 2,5 e 3,4 millimetri. Il numero di onde contenuto in un metro lineare assicura una buona stampabilità e una buona resistenza alla compressione in piano. A causa del suo ridotto spessore invece, la resistenza alla compressione verticale non è ottimale.

Micro- onda (E): la sua altezza è compresa tra 1,2 e 2,4 millimetri.

Micro- onda (F): la sua altezza minima è di 0,8 millimetri.

Micro- onda (G): altezza dell'onda in millimetri 0,5-0,6

Esistono altri tipi di onde tipo la D e la O ma non saranno prese in esame dato il loro scarso impiego nel cartone ondulato.

Si possono creare delle combinazioni tra varie tipologie di onde, la più diffusa è un cartone chiamato **minitriplo** ottenuto dall'unione di una onda **E** con una onda **B** con una altezza minima di 3,7 millimetri. Questo prodotto offre una eccellente stampabilità grazie alla planarità della copertina data dall'alto numero di onde per metro lineare. Trova la maggior applicazione nella produzione di astucci o similari dove entra in concorrenza con il cartoncino compatto.

BC: Altezza minima 6,0 millimetri accoppiamento tra una onda bassa ed una onda media.

BA: Altezza minima 7,0 millimetri accoppiamento tra una onda bassa ed una onda alta.

In questa tabella sono riportate le caratteristiche delle singole onde suddivise nelle tipologie prese in esame precedentemente.

Tipo di onda	Altezza dell'onda in millimetri	Passo in millimetri	Numero di onde al metro	Coefficiente di ondulazione
Onda alta (K)	Superiore a 5,0	14,9	67	-
Onda alta (A)	Superiore a 4,5	da 8,6 a 9,1	da 110 a 116	da 1,48 a 1,52
Onda media (C)	Compreso tra 3,5 e 4,4	da 7,3 a 8,1	da 123 a 137	da 1,41 a 1,45
Onda bassa (B)	Compreso tra 2,5 e 3,4	da 6,3 a 6,6	da 152 a 159	da 1,33 a 1,36
Micro-onda (E)	compreso tra 1,2 e 2,4	da 3,2 a 3,4	da 294 a 313	da 1,23 a 1,30
Micro-onda (F)	0,7 – 0,9	da 2,3 a 2,4	da 417 a 435	-
Micro-onda (G)	0,5 – 0,6	da 1,8 a 1,9	da 526 a 556	-

1.4 IDENTIFICAZIONE DEL CARTONE ONDULATO

Le carte che andranno a formare il cartone ondulado, sia per le copertine che per le ondulazioni, vengono classificate in base alla loro grammatura come possiamo osservare nella tabelle sottostanti.

Carte per copertine:

g/m ²	125	150	175	200	225	275	300	337	400	440
n° di classifica	2	3	4	5	6	8	9	02	04	06

Carte per ondulazione:

Carta semichimica e medium

g/ m ²	112	127	150	180
n° di classifica	2	4	6	9

Carta fluting:

g/ m ²	120	145	170	210
n° di classifica	2	4	6	9

A questo punto abbiamo molti dati a disposizione, i tipi di carta, le varie tipologie di cartone ondulato, i tipi di onda e queste tabelle che ci danno informazioni sulle grammature e il numero di classifica alle quali appartengono i tipi di carta.

Ora, in base a tutto questo, dovremmo essere in grado di identificare un cartone ondulato. Ipotizziamo che il nostro cliente ci richieda un cartone semplice e quindi ad una sola onda. Innanzitutto si deve procedere all'indicazione dei tipi di carta, a partire dalla copertina esterna, all'ondulazione ed infine la copertina interna.

Supponiamo che per la copertina esterna venga scelta una carta kraft (K), di una ondulazione in medium (M) e di una copertina interna in test-liner (T). Di seguito andremo ad indicare le grammature che vogliamo per ciascun tipo di carta, mantenendo sempre la stessa sequenza e quindi: copertina esterna 175 g/m², ondulazione 127 g/m² e copertina interna 150 g/m².

L'ultima cosa che ci resta da fare, è scegliere il tipo di onda da utilizzare per produrre il nostro cartone e ipotizziamo che si opti per l'onda C (Onda media).

La sigla che andrà a identificare il prodotto con le sopraccitate caratteristiche sarà la seguente: **KMT 443 C**.

Nel caso volessimo un cartone a doppia onda o doppio-doppio, il metodo di identificazione non cambia, tenendo presente che le carte non saranno più tre, come per il cartone semplice, ma cinque, di cui due copertine, due carte ondulate e un foglio teso che congiunge tra di loro le due ondulazioni.

Possiamo fare un esempio usando la stessa carta sia come foglio teso che come ondulazione, in questo caso sarà sufficiente mettere il simbolo della carta preceduto dal numero 3: **L3ST 34443 BC**, indica un cartone a doppia onda ottenuto con l'unione di un'onda B (bassa) e di un'onda C (media), per la cui creazione sono state impiegate per la copertina esterna Liner da g/m² 150, le due ondulazioni più il foglio teso in Semichimica da g/m² 127 e la copertina interna in Test-liner da g/m² 150.

Come abbiamo già detto quando si è parlato dei tipi di carte, in caso di particolari esigenze, nei quali siano richiesti elevati valori di scoppio o di compressione, si può usare come foglio teso una carta con specifiche qualità di resistenza come le kraft.

In tal caso sarà necessario indicare anche il foglio teso.

Esempio: **KSKSK 52243 BC** significa:

- Copertina esterna carta kraft da g/m^2 200
 - Semichimica in onda B da g/m^2 112
- foglio teso carta kraft da g/m^2 125
- Semichimica in onda C da g/m^2 127
- copertina interna carta kraft da g/m^2 150

Ora dalla grammatura delle carte impiegate per fabbricare il cartone ondulato si ottiene la grammatura finale del cartone stesso. A questo punto sarà sufficiente sommare la grammatura delle superfici di carta piana (le due copertine nel cartone semplice, le due copertine più il foglio teso nel cartone a doppia onda, le due copertine più i due fogli tesi nel cartone a tripla onda) alla grammatura delle carte ondulate, maggiorata del coefficiente di ondulazione, ed aggiungere il peso del collante (10-12 g/m^2 per le onde semplici 22 g/m^2 per il cartone a doppia onda). Il coefficiente di ondulazione è un numero superiore ad 1 che indica il numero di metri lineari di carta per onda necessario ad ottenere un metro lineare di carta ondulata. Tale coefficiente è indicativo in quanto può variare in base al tipo di cilindri ondulatori che vengono usati, essi possono avere una forma più o meno tondeggianti in funzione del prodotto finale, quindi non è detto che a parità di altezza di onda corrisponda un uguale coefficiente di ondulazione. Sulla grammatura sia delle carte sia del cartone esiste una tolleranza contrattuale del 5%.

Riportiamo di seguito alcuni esempi di quanto detto fino ad ora:

Cartone a doppia onda - L3MT 44263 BA

grammatura del cartone:

L in copertina esterna	g/m^2 175
M in onda B (gr 127 · 1,33)	g/m^2 169
M per foglio teso	g/m^2 112
M in onda A (gr 150 · 1,48)	g/m^2 222
T in copertina interna	g/m^2 150
collante	g m^2 22
Totale	g / m^2 850 + / - 5 %

Cartone semplice - KSL 443 C

grammatura del cartone:

K in copertina esterna	g/m ² 175
S in onda C (gr 127 · 1,41)	g/m ² 179
L in copertina interna	g/m ² 150
collante	g/m ² 12
Totale	g/m ² 516 + -5%

2. IL COLLANTE

2.1 INCOLLAGGIO

Per unire il nastro ondulato con il foglio teso è necessario un processo di incollaggio, che costituisce parte integrante della macchina per cartone ondulato infatti, l'incollaggio tra carta ondulata e carta tesa avviene immediatamente di seguito nella stessa macchina (argomento che affronteremo più avanti).

Il gruppo ondulator richiede un adesivo di minore viscosità e una maggiore temperatura di gelatinizzazione. Il processo di incollaggio avviene nel nip tra il cilindro ondulator inferiore e il cilindro di pressione e i tempi a disposizione, in relazione alla velocità della macchina sono molto brevi (0,01 secondi per 200 metri lineari/minuto di velocità); occorre pertanto un adesivo che penetri molto rapidamente nella copertina. All'incollaggio ai piani invece il tempo di penetrazione della colla è di circa 0,5 secondi con la medesima velocità, questo grazie soprattutto all'assenza di pressione, quindi necessita l'uso di collante più viscoso, con più alto contenuto solido e con una più bassa temperatura di gelatinizzazione.

Agli inizi della produzione di cartone ondulato, il processo di incollatura tra le due superfici di carta, quella ondulata e quella piana, avveniva fuori macchina mediante un adesivo vegetale ad alta viscosità, che veniva spalmato su tutta la superficie della copertina per poi essere assemblata con l'ondulazione.

Nel frattempo si fecero delle prove per applicare il collante sui risalti delle onde, ma fallirono sia per le proprietà reologiche degli adesivi sia per la tecnologia non ancora avanzata delle macchine.

Nelle continue ricerche di adesivi sufficientemente veloci come presa, si arrivò all'utilizzo di silicato di sodio, questo permetteva un veloce aumento della viscosità, già con ridotti aumenti di secco, ma la vera rivoluzione fu la possibilità di adottare dei sistemi di incollaggio in linea unita alla straordinaria convenienza di questo prodotto.

Si diede il via così alla costruzione di macchine ad alte prestazioni i cui principi sono tuttora in uso, specialmente il deposito di adesivo sui risalti delle onde.

Gli svantaggi però derivanti dall'utilizzo di silicato di sodio, indussero ben presto ad abbandonare l'utilizzo dello stesso; infatti questo risulta essere molto alcalino con conseguente corrosione di alcuni elementi della macchina, inoltre i cartoni contenenti tale adesivo, non sono idonei all'imballaggio di merci sensibili agli alcali.

Si dovette quindi fare ulteriori ricerche per trovare un adesivo con equivalenti prestazioni, senza gli svantaggi del primo. Questi sforzi condussero all'utilizzo di colle a base di amido, e furono la premessa per la costruzione di macchine per cartone ondulato ancora più veloci come le attuali.

2.2 TIPI DI COLLANTE

Amido: materia prima per adesivi

L'amido nativo è un polimero del glucosio costituito da atomi di carbonio, idrogeno e ossigeno combinati per dare origine alla macromolecola $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Per tutti gli amidi presenti in natura, la macromolecola è suddivisa in due configurazioni dette rispettivamente amilosio (soluzione instabile, gel irreversibili) costituito da catene lineari e l'amilopectina (soluzione stabile, gel reversibile) costituita da una struttura ramificata. L'amido si trova sotto forma di minute sferule e granuli nelle radici, nei tuberi, nei semi di diverse piante (mais, patata, riso, frumento, tapioca) e rappresenta la riserva di carboidrati per la futura vita della pianta stessa. La forma e la grandezza di questi granuli sono caratteristiche per ciascuna varietà di piante e se ne può facilmente determinare la provenienza con un accurato esame microscopico. I granuli di amido nativo sono insolubili in acqua fredda e tendono a depositarsi qualora non venga fornito una sufficiente movimentazione alla sospensione (latte d'amido o slurry). Tale sedimentazione deve essere evitata poiché risulterebbe essere estremamente compatto, in ogni caso, sospensioni con un secco superiore al 45% diventano dilatanti e non possono essere più mescolate o pompate.

La sospensione di amido, preparata in acqua fredda, viene scaldata ad una determinata temperatura, durante il processo di cottura il granulo subisce una trasformazione di rigonfiamento con il conseguente incremento della viscosità.

Alla temperatura di gel (detta di gelatinizzazione) il granulo può essere aperto completamente. Un ulteriore aumento della temperatura, riduce la viscosità del

sistema. La salda di amido nativo presenta una scarsa stabilità, gli stress termici infatti, provocano un inviscosimento della soluzione a causa della precipitazione dell'amilosio in un fenomeno detto retrogradazione. In questo processo le catene lineari di amilosio si aggregano e precipitano provocando un aumento incontrollato della viscosità.

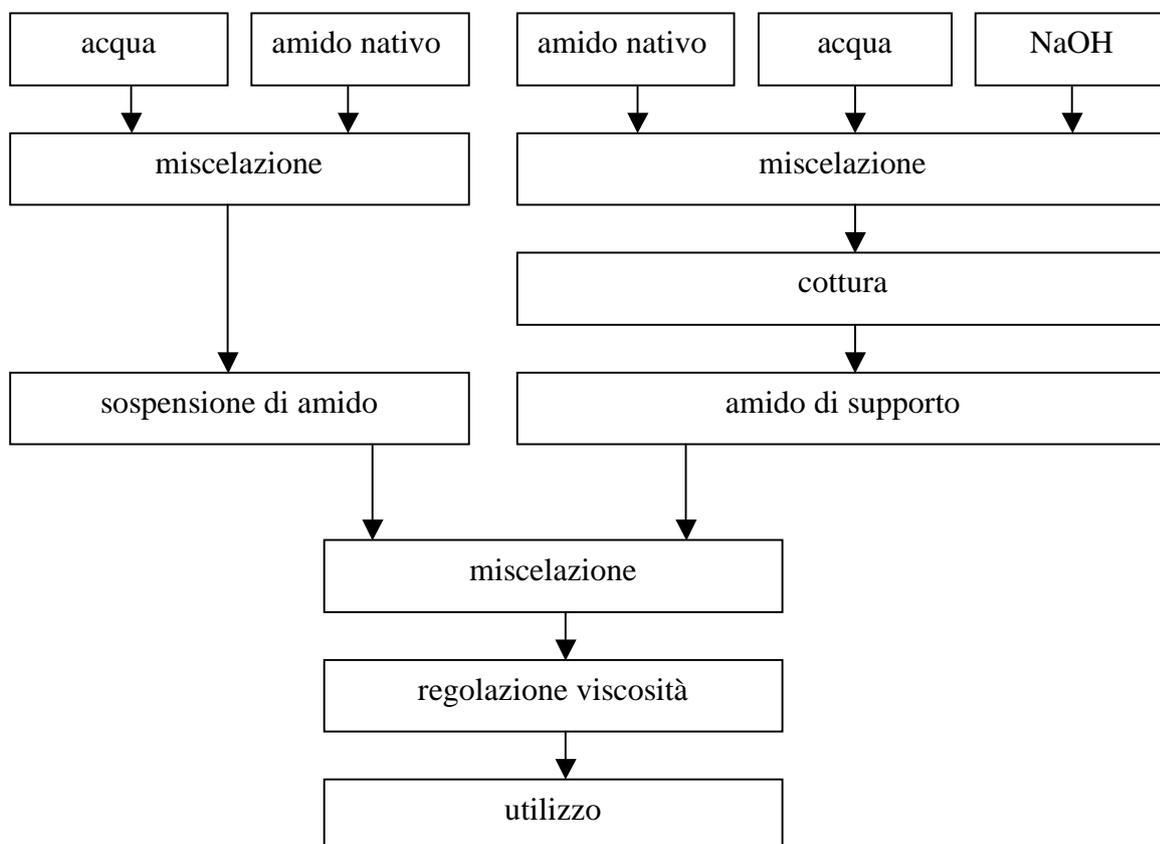
Tuttavia, la salda di amido nativo non trova frequenti applicazioni dirette in quanto presenta viscosità elevatissime a basso secco, una scarsa stabilità e una elevata quantità di acqua, quindi anche nella produzione di cartone ondulato non trova applicazione.

Adesivo Stein - Hall

Come già detto prima l'eccessiva quantità di acqua presente nella salda di amido nativo, rende difficoltoso il processo di incollatura del cartone ondulato, tale problema viene superato con la scoperta del processo Stein-Hall.

In una prima fase viene preparata una sospensione di amido nativo con circa il 25% di secco. In una seconda fase l'amido subisce la cottura e viene chiamato amido di supporto, per poi essere miscelati insieme per raggiungere la giusta viscosità. Le percentuali di tali formulazioni sono nell'ordine del 20% di amido di supporto e 80% di amido nativo calcolati al secco, per ottenere la giusta formulazione dell'adesivo.

Schema di preparazione dell'adesivo Stein - Hall

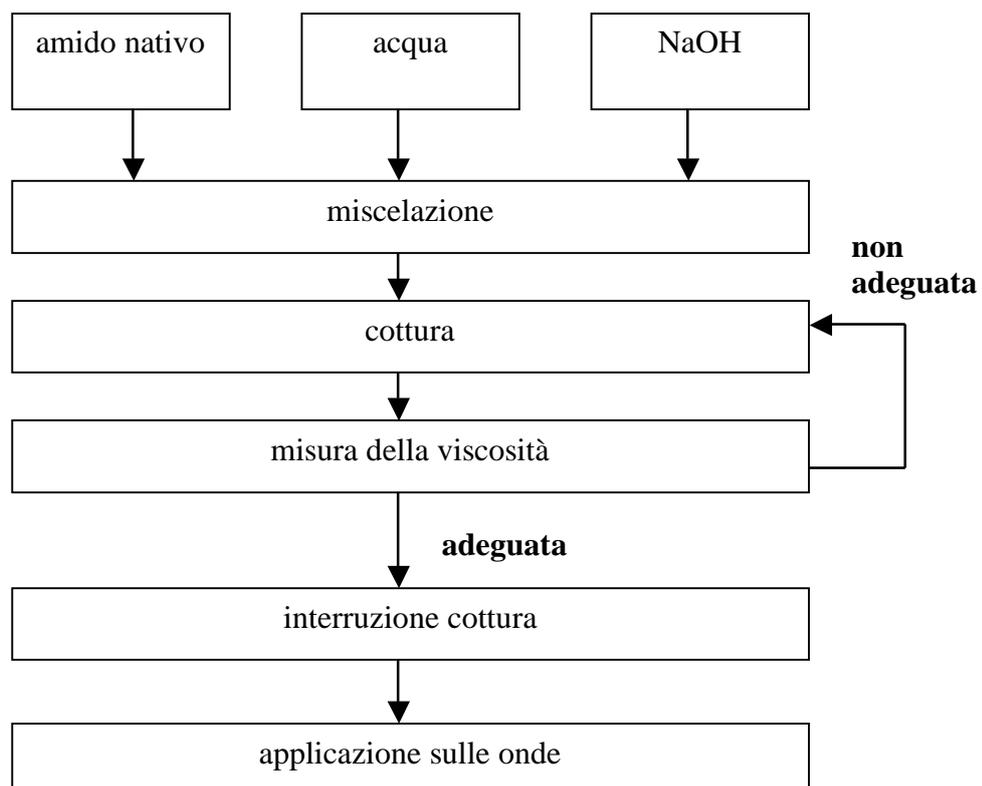


A causa dell'elevato contenuto di amido nativo presente nell'adesivo Stein-Hall, non possiamo ancora definirlo un vero e proprio collante bensì un semilavorato che viene applicato sulle creste delle onde. La definitiva trasformazione nel vero adesivo avviene durante la lavorazione direttamente in macchina, quando la carta, passando attraverso i cilindri ondulatori riscaldati, viene fornita di calore necessario per la completa cottura dell'amido. Bisogna fare attenzione che tale fenomeno avvenga nel momento giusto perché da una parte un veloce incremento della viscosità garantisce la corretta capacità adesiva, mentre dall'altro lato nel momento in cui avviene l'accoppiamento tra l'ondulazione e la copertina la viscosità non deve essere troppo elevata, altrimenti non ci sarebbe adesività tra le due superfici.

Adesivi (NO-CARRIER):

Vengono chiamati adesivi senza supporto e la materia prima resta sempre l'amido con un procedimento di produzione diverso dal precedente. Nella fase di preparazione, l'amido nativo viene parzialmente cotto, quando la viscosità della sospensione raggiunge il livello desiderato per l'utilizzo, la cottura viene sospesa, naturalmente se questa non è quella ottimale prosegue ulteriormente. L'ultimazione della cottura è la medesima dell'adesivo Stein-Hall anch'essa dopo applicazione sulle onde con conseguente aumento della viscosità.

Schema di preparazione dell'adesivo (NO-CARRIER).



Nella formulazione dei collanti è bene ricordare che vanno inseriti alcuni additivi. Come abbiamo visto negli schemi di produzione degli adesivi Stein-Hall e No-carrier, appare sempre la formula chimica **NaOH** che non è altro che idrossido di sodio (o idrato di sodio), commercialmente noto come soda caustica. È una base minerale forte a temperatura ambiente e molto solubile in acqua (oltre 1Kg per litro a 20°C). Aiuta la sospensione di amido ad abbassare il suo punto di gelatinizzazione e favorisce la penetrazione e l'incollatura a maggiori velocità.

Il **borace** (formula chimica $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) è un'importante composto del **boro**, un cristallino morbido e bianco, che si dissolve facilmente nell'acqua.

Aiuta ad abbassare la viscosità aiutando la distribuzione e incrementando il potere adesivo iniziale.

Visto che la materia prima è l'amido, diventa di essenziale importanza l'aggiunta anche di **biocidi**, per evitare la formazione e il proliferarsi di batteri che causerebbero il degrado con conseguente inutilizzo dei collanti.

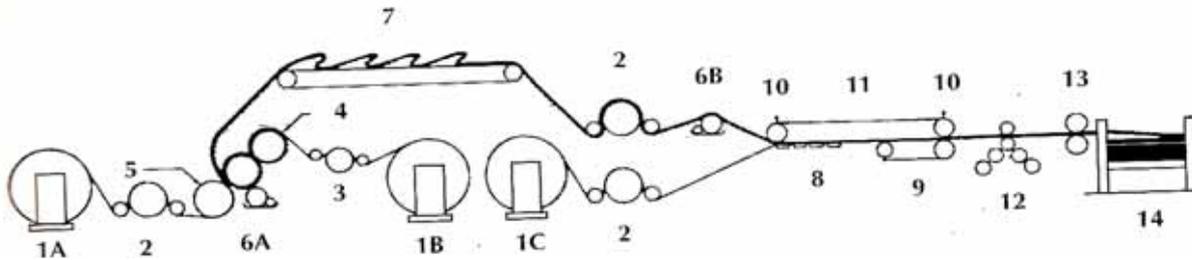
Tanto per dare un'informazione sui consumi indicativamente per 100 Kg di collante liquido si utilizzano 18/20 Kg di amido crudo sui gruppi ondulatorie 20/22 Kg nell'incollatrice ai piani.

Il consumo di amido secco è di circa:

- 4/6 g/m² ai gruppi ondulatori
- 6/8 g/m² nell'incollatrice ai piani.

3. LA MACCHINA ONDULATRICE

Schema della macchina ondulatrice



- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 A = Porta bobine copertina interna | 7 = Piani caldi |
| 1 B = Porta bobine carta per ondulazione | 8 = Piani caldi |
| 1 C = porta bobine copertina esterna | 9 = Feltro inferiore |
| 2 = Pre-riscaldatori | 10 = Tamburo capo feltro |
| 3 = Pre-condizionatori | 11 = Feltro superiore |
| 4 = Cilindri ondulatori | 12 = Taglia cordona |
| 5 = Cilindro di pressione | 13 = Taglierina rotativa |
| 6A = Incollatore gruppo ondulatore | 14 = Raccogliitore |
| 6B = Incollatrice ai piani | |

In questo schema, viene rappresentata una macchina ondulatrice per la produzione di un cartone semplice quindi ad una sola onda. Per realizzare un cartone a doppia o tripla onda è necessario disporre in linea con il primo gruppo ondulatore un secondo gruppo ondulatore e di conseguenza tutte le altre parti della macchina (ponte, porta bobine, pre-riscaldatori, pre-condizionatori).

Il moderno processo di produzione del cartone ondulato potremmo definirlo come una serie di impianti di carta ondulata, la quale viene assemblata l'una sopra l'altra fino all'ottenimento del tipo di cartone desiderato che esso sia ad una, due o tre onde.

3.1 PORTA BOBINE

La costruzione dei porta bobine o svolgitori, è la medesima sia per la carta da ondulare sia per le copertine. Nei moderni impianti di produzione gli svolgitori sono privi di asse, quindi due coni penetrano lateralmente nelle anime delle bobine per fissarle. Ciascuno porta bobine è dotato di un sistema frenante che serve per regolare la tensione del nastro durante lo svolgimento, l'operatore può agire, con attente regolazioni, sul freno anche per correggere degli eventuali difetti avvenuti durante la ribobinatura della carta. Il cambio dei rotoli avviene in automatico. Una seconda

bobina viene preparata in prossimità dello svolgitore, il nastro di carta viene incollato a quello da sostituire e il precedente rotolo viene separato, questa è una fase delicata in quanto il nuovo rotolo deve subire una accelerazione per compensare le tensioni che si potrebbero verificare, le quali possono causare delle rotture con conseguente perdita di tempo e materiale. Comunque, se tutto viene eseguito correttamente, il cambio rotolo non comporta una eccessiva perdita di materiale.

3.2 PRE-RISCALDATORI

Per permettere la perfetta adesione tra l'ondulazione e la copertina durante l'incollaggio, è necessario togliere l'umidità residua all'interno del contesto fibroso che nelle copertine è del 7-8%. Il nastro di carta viene guidato nei pre-riscaldatori che sono dei cilindri lisci riscaldati internamente con vapore a 180-190°C, questi non sono azionati ma girano liberamente e possono essere dotati di sistemi frenanti per regolare la tensione della copertina. In caso di copertine con una elevata grammatura è necessario un tempo di contatto prolungato tra i cilindri riscaldati e la carta in modo da trasferire la giusta quantità di calore necessaria per allontanare l'umidità.

Il lato della copertina a contatto con il cilindro solitamente è quello che verrà incollato all'ondulazione, in alcuni impianti è possibile riscaldare entrambi i lati per evitare che si verifichino difficoltà di incollaggio.

3.3 PRE-CONDIZIONATORI

Questo trattamento è specifico per la carta che verrà ondulata. Oltre al trattamento termico, come avviene per la copertina, il nastro di carta che subirà il processo di ondulazione necessita di una attenta regolazione dell'umidità. I pre-condizionatori sono praticamente uguali ai pre-riscaldatori per le copertine e hanno la stessa funzione, solo che questi sono motorizzati e regolabili per favorire l'ingresso della carta nel gruppo ondulator. Sul cilindro riscaldato troviamo un impianto che con degli spruzzi di vapore tratta entrambi i lati del nastro, tale dispositivo umidifica la carta prima di essere ondulata, ma si possono compensare anche delle differenze nel profilo di umidità. L'apparecchiatura umidificatrice è dotata di regolatori per ogni singolo umidificatore a spruzzo, i quali possono essere inseriti e disinseriti a piacimento e in base alle esigenze.

Questo processo è necessario e di fondamentale importanza, a causa del processo di trasformazione che la carta per onda deve subire oltre che per un buon incollaggio tra onda e copertina. Infatti l'umidità riduce la rigidità, aumenta l'allungamento, diminuisce la tensione interna della carta ed inoltre, mediante un incremento di umidità, viene ridotta la temperatura di rammollimento di lignina ed emicellulosa e di

conseguenza si avranno dei vantaggi nella plasmabilità della carta durante l'ondulazione. Anche l'umidità iniziale della carta è molto importante ai fini della penetrazione dell'adesivo per l'incollaggio, perché nei pre-condizionatori una certa quantità di acqua viene già allontanata, quindi con una carta troppo secca non c'è una buona penetrazione del collante, con la carta troppo umida non c'è la presa della colla.

3.4 GRUPPO ONDULATORE

Possiamo dire che il gruppo ondulatore è il punto più delicato dell'intera macchina, in questo punto la carta da superficie piana diventerà ondulata, seguendo il profilo di ondulazione scelto rimanendo così lavorata fino all'applicazione dell'adesivo e alla successiva incollatura con la copertina.

Questo dispositivo dispone di due cilindri scanalati sovrapposti riscaldati con vapore a 180°C e la pressione può essere variata in base al tipo di carta e alla grammatura.

Dal momento in cui la carta ha preso la forma ondulata, per consentire l'aderenza della stessa al cilindro inferiore fino al momento in cui verrà incollata con la copertina, vengono utilizzati dei dispositivi chiamati pettini o guida (in inglese finger), disposti sul cilindro inferiore in corrispondenza delle scanalature. La distanza tra le scanalature, che determina il numero di pettini, dipende dal profilo dell'onda e deve essere scelta in modo che la carta rimanga sempre aderente al cilindro ondulatore per tutta la sua larghezza.

La regolazione dei pettini risulta essere molto difficoltosa e quindi l'operatore di macchina deve avere molta esperienza e sensibilità. Una cattiva regolazione di tali dispositivi comportano dei difetti di lavorazione quali formazione di righe, rotture sulla cresta dell'onda in allineamento con i pettini e onde alternativamente alte o basse, questo ultimo problema può dipendere da una eccessiva distanza tra il pettine e la carta, venendo così a mancare l'aderenza al cilindro ondulatore.

Tutti questi problemi hanno indotto ad utilizzare nuove tecnologie con macchine senza pettini (in inglese fingerless) dove l'aderenza al cilindro viene garantita in due modi: **aspirazione con depressione** o **contropressione con pressurizzazione**.

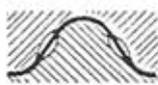
Nelle macchine ad aspirazione con depressione viene praticato un vuoto in due modi o all'interno del cilindro ondulatore per mezzo di trapanazioni assiali che terminano con scanalature settoriali, o all'esterno per mezzo di beccucci aspiranti ingranati in scanalature circolari o casse aspiranti.

Se la scanalatura aspirante si trova nel punto di contatto tra cilindro ondulatore inferiore e cilindro di pressione, la separazione della carta ondulata viene aiutata dall'aria che preme sulla stessa scanalatura. Con questi dispositivi si è ovviato al problema delle onde alternativamente alte o basse e aumentato la produzione ma, la

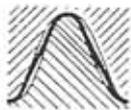
diminuzione del vuoto per minor tenuta, e lo sporcamento dei condotti causati da perdita di fibre o particelle di colla, danno luogo a difetti come marcatura della carta e zone prive di collante nei punti di contatto con il vuoto, per questo sono state messe a punto delle macchine pressurizzate.

Queste macchine utilizzano una camera di pressurizzazione integrata. Il materiale per onda viene premuto sul cilindro ondulatore, rivolto verso il cilindro di pressione. Oltre al vantaggio di aver eliminato il difetto di onde alte o basse come nel precedente, non si hanno più marcature della carta grazie all'assenza di scanalature e non si trovano più punti mancanti di colla. L'unico svantaggio che deriva da questa soluzione è il difficile accesso alla zona di incollaggio in quanto anche essa è chiusa nella camera pressurizzata. Ad oggi possiamo dire che queste due soluzioni sono le più utilizzate nella fabbricazione del cartone ondulato e piano a piano si sta abbandonando quella con i pettini. Una delle cose importanti da prendere in considerazione, è la geometria di una sezione dei cilindri ondulatori, essi consistono di archi di cerchio come risalti o avvallamenti dei denti di scanalatura, e di rette come fianchi. Agli inizi della produzione del cartone ondulato, vennero usati delle forme rotonde, con le quali venivano formati, mediante semicerchi, i risalti e gli avvallamenti dell'onda. Nei successivi anni venne utilizzata la forma a V, ancora oggi usata negli USA, dove le onde dei risalti e degli avvallamenti consistono di segmenti circolari e segmenti angolari, inferiori a 180°, che sono uniti da fianchi diritti, tale forma può ricordare dei triangoli equilateri con le cime arrotondate, allineati uno vicino all'altro. Un'altra forma geometrica dei cilindri ondulatori è la così detta "sagoma Knochen", la quale, mediante una forma speciale dei fianchi, impedisce, anche in presenza di un forte attrito radiale del cilindro ondulatore, uno schiacciamento dei fianchi della carta da onda. In Europa invece, si è affermata una forma mista.

sezione mista



sezione semicircolare

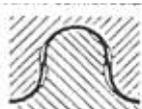


Diverse forme di onda

sezione Knochen



sezione a V



3.5 CILINDRO DI PRESSIONE

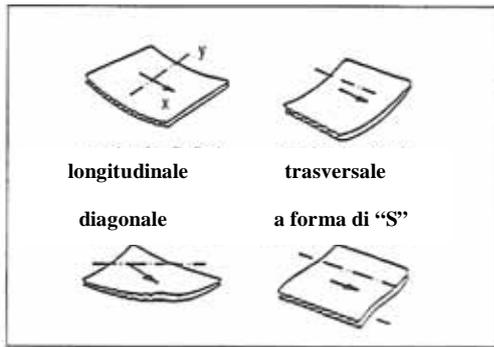
Il cilindro di pressione preme contro il cilindro ondulatorio inferiore a pressione regolabile, anch'esso come i pre-riscaldatori per le copertine e i pre-condizionatori per la carta da onda, è riscaldato internamente con vapore a 180°C circa per facilitare l'incollatura, tale cilindro è liscio e ruotante per favorire il trascinarsi della copertina. In questo punto avviene l'incontro tra la sommità delle onde, già intinte nella colla, e la copertina, per la definitiva coesione tra le due superfici, in questo modo viene a formarsi la carta ondulata che una volta abbandonato il cilindro di pressione viene trasferita al ponte di immagazzinaggio.

3.6 PONTE DI IMMAGAZZINAGGIO

Questa parte è situata al di sopra della macchina ondulatrice e rappresenta l'elemento di giunzione tra la carta ondulata e le successive lavorazioni (incollaggio della seconda copertina). In questo punto viene creata una scorta di carta ondulata, molto importante quando avviene il cambio delle bobine nel gruppo ondulatorio con conseguente rallentamento dello stesso, senza dover influenzare le lavorazioni seguenti.

Oltre a creare una scorta, la carta ondulata deve adeguarsi al clima ambientale, infatti la carta per onda oltre che a subire delle forti sollecitazioni meccaniche, viene sottoposta ad elevate temperature e in funzione del dispositivo di applicazione del collante, ad una elevata umidità. Si riscontrano quindi delle elevate differenze di temperatura e umidità tra carta ondulata e seconda copertina, pertanto non può avvenire l'immediato incollaggio tra seconda copertina e carta ondulata perché altrimenti questa ultima, si potrebbe restringere per essiccamento; poiché ora è aderente alla seconda copertina, si verificano delle tensioni del nastro che, dopo la taglierina trasversale, danno origine all'incurvamento dei fogli singoli o "foglio imbarcato" che può rendere impossibile le successive lavorazioni. Questo fenomeno può essere causato anche da una cattiva regolazione della tensione del nastro, oppure da un differente condizionamento di umidità della carta ondulata e seconda copertina.

La velocità del ponte, che è regolata separatamente, è molto più lenta rispetto la macchina per carta ondulata, di conseguenza, la carta ondulata si stende a pieghe sul ponte, quindi il materiale così piegato e rallentato allunga i tempi di permanenza sul ponte migliorando così l'adattamento ambientale. Degli svantaggi si possono verificare sul ponte: proprio per il formarsi delle pieghe, disuniforme suddivisione del calore, alti quantitativi di carta ondulata condizionata diversamente e difficoltà a regolare la tensione del nastro che può dar luogo al fenomeno di cui abbiamo parlato in precedenza, l'incurvamento del foglio in direzione longitudinale.



Alcune forme di fogli imbarcati del cartone ondulato

3.7 INCOLLATORE

Ci sono due fasi distinte di incollaggio, una è l'incollatore che deposita l'adesivo sui risalti delle onde un attimo prima di incollarsi con la copertina, la seconda è l'incollatrice ai piani dove avviene l'incollaggio della seconda copertina.

Il deposito di adesivo sui risalti delle onde, avviene quando esse sono ancora trattenute dal cilindro ondulatorio inferiore. Dal momento in cui l'ondulazione abbandona il cilindro per accoppiarsi con la copertina, passa qualche centesimo di secondo e il deposito di collante deve essere il più uniforme possibile.

Il meccanismo di questo dispositivo è abbastanza semplice, si tratta di una vasca che contiene il collante mantenuto in movimentazione, un rullo liscio pesca il collante e un secondo rullo più piccolo ne dosa lo spessore. L'incollatrice ai piani invece, ha il compito di distribuire uno strato di colla sui risalti delle onde della **carta ondulata** derivante dal ponte di immagazzinaggio. Prima che la carta ondulata venga incollata alla seconda copertina, entrambe subiscono un trattamento termico per preparare i due nastri ad un migliore incollaggio, oltre che a evitare notevoli differenze di temperatura e umidità tra le due, in questo modo può essere ridotto l'inconveniente di fogli imbarcati. Considerando che la carta ondulata viene riscaldata dal lato copertina, trovandosi di fronte ad alte velocità e alte grammature c'è il rischio che le onde non vengano fornite di sufficiente calore anche in presenza di due preriscaldatori, quindi vengono prese in considerazione anche delle batterie a raggi IR dedite a riscaldare le onde. Alcune differenze si riscontrano nell'applicazione dell'adesivo nel gruppo ondulatorio e nell'incollatrice ai piani infatti, in questa ultima la carta ondulata non è sostenuta dai cilindri ondulatori. I cilindri applicatori devono essere regolati attentamente senza alcuna pressione che comporterebbe lo schiacciamento delle onde, in questo punto difetti di onde alternativamente alte o basse sono molto evidenti.

Dopo un breve tratto, dove la carta ondulata non è fornita di calore, avviene l'incollaggio con la seconda copertina con un dispositivo uguale al precedente, per poi proseguire nella zona di essiccamento chiamata piani caldi, qui grazie al calore presente, avviene la definitiva cottura dell'amido nativo.

3.8 PIANI CALDI

Come appena accennato precedentemente, i piani caldi sono la parte essiccatrice del cartone ondulato e servono alla completa cottura dell'amido nativo e all'allontanamento dell'acqua residua.

L'essiccamento del cartone ondulato avviene per contatto e quindi viene fatto passare su dei piani lisci riscaldati a vapore da 120° a 180°C, posti uno accanto all'altro, la temperatura del vapore è regolabile in funzione del tipo di cartone prodotto e, con cartoni pesanti, è necessario ridurre la velocità della macchina per facilitarne l'essiccamento. Possiamo suddividere la temperatura di calore fornita dai piani caldi in tre gruppi: il primo è la zona di riscaldamento, nel secondo viene vaporizzato l'eccesso di acqua, nel terzo viene regolato il contenuto di umidità.

Per permettere alla striscia di cartone di stare aderente ai piani caldi ci si avvale di un feltro superiore guidato da un tamburo di rinvio situato all'inizio e un tamburo di trascinamento posto alla fine. Tale feltro esercita una pressione sul cartone per aiutare l'incollaggio tra le superfici che può essere regolata tramite dei piccoli rulli di pressione, inoltre il feltro rallenta la dispersione di calore data dai piani e assorbe il vapore acqueo che si forma. Dopo aver abbandonato i piani caldi, il cartone incontra un feltro inferiore che insieme a quello superiore ne facilita l'avanzamento.

3.9 TAGLIA CORDONA

Possiamo dire che questa e le prossime lavorazioni che vedremo, non appartengono più alla fabbricazione del cartone ondulato, bensì a delle macchine trasformatrici integrate nell'impianto della macchina ondulatrice.

Il cartone ondulato dovrà essere utilizzato per produrre scatole o casse pieghevoli, quindi è necessario che la striscia continua derivante dai piani caldi, subisca un taglio in senso longitudinale e un taglio in senso trasversale per ottenere così dei fogli in formati stabiliti. Si tratta di una taglierina che agisce in senso longitudinale in corrispondenza del formato previsto per formare la larghezza desiderata e contemporaneamente vengono rifilati i bordi del nastro; questo è necessario innanzitutto per compensare le differenze di allineamento tra le varie carte utilizzate e quindi, per avere un taglio netto sui bordi, e, in secondo luogo, per staccare le strisce non incollate sul margine del cartone.

Per il taglio longitudinale vengono utilizzati coltelli circolari, che lavorano in base al principio del taglio per incisione.

Per evitare uno schiacciamento del cartone, sia il coltello superiore che quello inferiore hanno fianchi slanciati e sono montati suddivisi in due, su manicotti spostabili sull'albero per semplificarne la manualità.

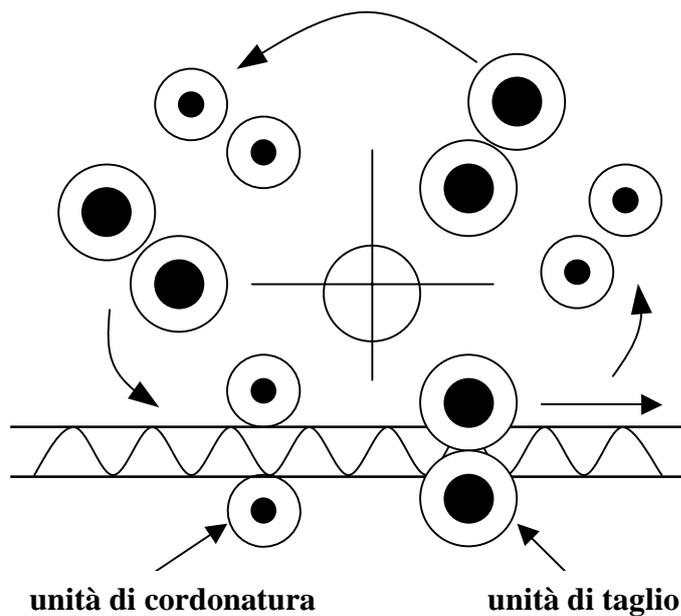
Qualora avvengano frequenti cambi di formato, vengono impiegate delle apparecchiature chiamate “Triplex” che consistono nell’aver disponibili tre unità di taglio complete sia di lama e controlama che di cordonatura e controcordatura, unite insieme in un supporto della macchina.

Per il cambiamento di formato, sarà sufficiente far ruotare il gruppo da utilizzare e portarlo a livello della striscia di cartone ondulato.

La cordonatura consiste nel parziale schiacciamento del cartone e definire quindi, in modo più preciso possibile, gli spigoli della cassa facilitandone la piegatura.

Il cartone ondulato viene fatto passare attraverso dei dischi rotanti e in funzione del tipo di cordonatura scelta, si otterrà una marcatura più o meno accentuata.

In questa fase possono riscontrarsi dei problemi relativi all’umidità del cartone infatti, con una umidità troppo alta o troppo bassa, le copertine possono andare incontro a rotture, inoltre bisogna prestare particolare attenzione anche alla pressione esercitata durante la fase operativa, anche in questo caso per evitare l’inconveniente citato prima.



**Schema di impianto
di cordonatura e taglio
“Triplex”**

3.10 TAGLIERINA ROTATIVA

La taglierina rotativa taglia il nastro di cartone ondulato in senso trasversale nel formato richiesto, a questo punto la striscia continua di cartone da origine a fogli con dimensioni ben precise. Si tratta di taglierine Sincron di alta precisione che consentono un taglio esattamente ortogonale ad alte velocità di macchina.

Queste taglierine sono dotate di due dispositivi di taglio una indipendente dall'altra e montate su apposite spalle, ciascuno dei quali è composto da due alberi porta-lame.

I due alberi vengono azionati mediante motori a corrente alternata o da variatori meccanici di velocità, così ruotando le due lame vengono a sfiorarsi ciclicamente secondo una data frequenza per ottenere così la misura desiderata.

3.11 RACCOGLITORE

All'uscita della taglierina trasversale, i fogli vengono sistemati su un nastro trasportatore il quale, andando ad una velocità inferiore rispetto la macchina, permette ai fogli di cartone di disporsi a "lisca di pesce" (a squame).

La raccolta può essere effettuata anche manualmente, dal tappeto il cartone si deposita su dei rulli, di qui avanza sino ad uno scarico laterale posizionato a 90° rispetto al piano di avanzamento. Il prodotto viene raccolto a mazzette e posto su bancali.

Nelle macchine attuali tutte queste operazioni avvengono in automatico. Il nastro trasportatore deposita i fogli su una piattaforma, la quale mediante fotocellule, si abbassa man mano che riceve i fogli.

Quando la pila di cartone è formata e la piattaforma è al livello più basso, una barra di arresto frena la fuoriuscita di cartone dal tappeto. A questo punto viene liberata automaticamente la piattaforma portando i fogli di cartone su rullo per altre lavorazioni.

La piattaforma si rialza riportandosi al livello del piano di uscita dei fogli, la barra di arresto si sposta ed il cartone torna a depositarsi sulla piattaforma formando una nuova catasta. Con questi dispositivi automatici di raccolta, impilamento e scarico del prodotto, si raggiungono elevati ritmi di produzione e una notevole praticità del sistema lavorativo.

I fogli tagliati e cordonati in senso longitudinale e tagliati in formato, sono pronti per le successive lavorazioni quali la trasformazione in casse pieghevoli e la stampa.

4. PRINCIPALI PROVE DI LABORATORIO

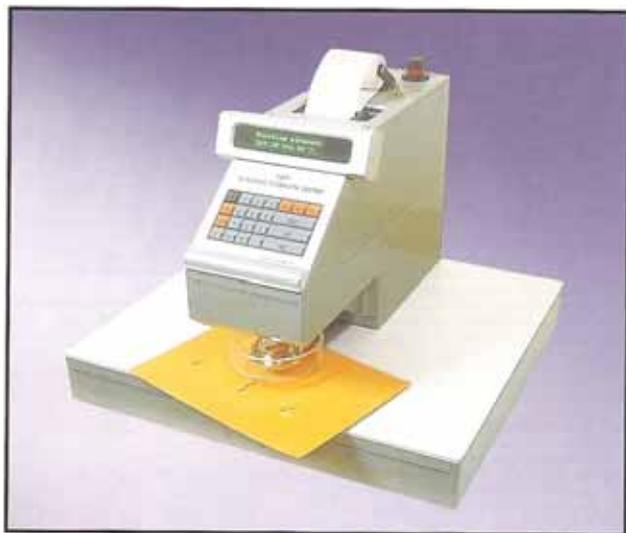
4.1 PROVE SULLE COPERTINE

Le copertine o carte tese, che formano il cartone ondulato, sono sottoposte ad una serie di sollecitazioni di urto, pressione ecc... e quindi è necessario effettuare su di esse una serie di prove per testare la loro resistenza. Di seguito riportiamo i principali test di laboratorio, per poi essere presi in esame una alla volta.

- Scoppio
- Resistenza alla lacerazione
- Resistenza alla compressione verticale
- Coefficiente di attrito
- Grado di assorbimento
- Permeabilità all'aria
- Shortspan Compression Test
- Assenza di macchie visibili

Scoppio

Lo scoppio stabilisce la resistenza della carta alla rottura per pressione e con il sistema SI si esprime in KPa. La prova consiste nel sottoporre un campione di carta, trattenuta da un anello, ad una pressione crescente grazie ad una membrana di gomma con olio in pressione, al momento della rottura del campione, la pressione rimane indicata da un apposito manometro nelle macchine più datate, in un display in quelle elettroniche più moderne.



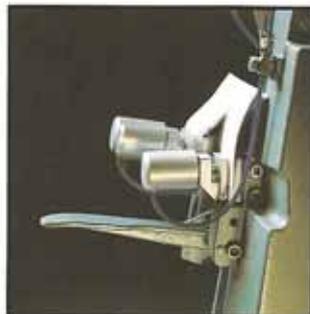
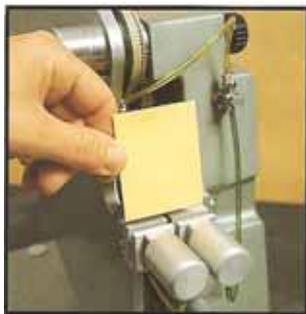
**apparecchiatura elettronica
per misurare la resistenza
allo scoppio**

Resistenza alla lacerazione

Questo test tende a stabilire la resistenza che presenta un foglio di carta alla rottura per lacerazione nei due sensi.



Apparecchiatura per eseguire il test di lacerazione e alcuni particolari

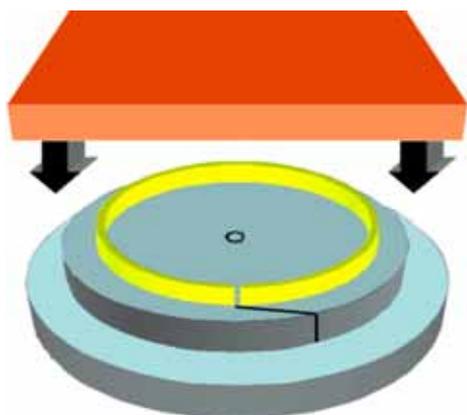


Resistenza alla compressione verticale

La prova che si effettua viene chiamata RCT che sta per Ring Crush Test.

Viene preparata una striscia di carta, la quale viene fatta passare in una fessura circolare formante un anello. Tale fessura è realizzata dall'unione di una parte fissa ad un disco centrale intercambiabile con altri di raggio variabile in modo tale da lasciare una fessura della misura corrispondente allo spessore della carta da testare.

Tale prova evidenzia la resistenza della carta allo schiacciamento verticale indicato oltre che per le copertine Kraft, Liner e Test-liner, anche alle carte per onda come Medium e Fluting.



In questo schema possiamo vedere come viene effettuata la prova di RCT

Coefficiente di attrito

Le copertine esterne non devono essere estremamente lisce, questo per consentire a due scatole di cartone ondulato poste una sopra l'altra di non scivolare troppo tra loro. Attualmente non esiste un'unica standardizzazione sulla quale poter fare riferimento, ma il metodo più conosciuto è quello dei piani inclinati che consiste nel sovrapporre due fogli di carta e piano piano aumentare l'inclinazione, quando il foglio di carta sovrastante incomincia a scivolare viene misurato in gradi, il coefficiente di attrito.

Grado di assorbimento

Questa prova viene fatta per verificare il grado di collatura della carta, molto importante per ricevere la stampa e rallentare la penetrazione dell'acqua, il metodo più usato è il Cobb che si esprime in g/m^2 .

Si prende un campione di carta, ritagliato con apposita dima di dimensioni note, e lo si chiude in una apposita morsettiera, quindi viene versato sulla carta 100 ml di acqua per 60 secondi, dopodiché toglie l'acqua si appoggia il provino sulla carta assorbente e con un'apposito rullo metallico si esercita una leggera pressione per due volte. Finite tutte le operazioni citate si pesa il campione di carta e si verifica quanta acqua è stata assorbita facendo la differenza tra la carta prima e dopo la prova.

Una precisazione andrebbe fatta a riguardo il tipo di colla che viene usata in cartiera infatti, se si adopera una colla sintetica del tipo AKD, prima di effettuare la prova è necessario provocare una maturazione forzata della stessa in quanto a fondo macchina questo fenomeno non è del tutto avvenuto. Quindi bisogna mettere il campione di carta in un forno a 105°C per 5 minuti che corrisponde alla completa maturazione della colla come dopo 24 ore di maturazione spontanea. Questo si rende necessario ai fini di poter eseguire il test in tempi rapidi. Questo tipo di colla è già pronta all'uso, però si rende efficace ad un range di PH neutro alcalino 6,5-8,5.

Se invece viene usata un altro tipo di colla sintetica del tipo ASA questo non è necessario perché la colla matura già a fondo macchina. L'unico inconveniente

derivante dall'utilizzo dell'ASA, è che deve essere preparata in condizioni stabili e controllate, per mezzo di un impianto affidabile direttamente in cartiera. Il tutto costantemente controllato 24 ore su 24, 7 giorni su 7, rispettando gli standard qualitativi, però si può lavorare con un range di PH più ampio 5.5-9.0.



**Strumenti
necessari per la
prova di Cobb**



Permeabilità all'aria

Questa prova misura la resistenza all'aria della carta determinando il tempo necessario per una data quantità di aria, a pressione costante, ad attraversare un campione di carta di dimensioni standard. La misura viene effettuata in secondi e, più è alto il valore, maggiore è la resistenza al passaggio di aria, quindi la porosità è inferiore. Lo strumento più conosciuto e utilizzato è il porosimetro Gurley.



**Porosimetro
Gurley**

Shortspan Compression Test (SCT)

Questa prova, spesso chiamata STFI test dall'istituto di Ricerca Svedese dei prodotti forestali (Swedish Forest Products Research Institute) ove è stata sviluppata, è nata per tentare di eliminare gli effetti di deformazione dei bordi del campione che si riscontravano nei normali test di compressione come RCT, CMT, CCT e CLT, misurando la resistenza alla compressione su una superficie molto piccola di un campione sostenuto da una coppia di morsetti molto vicini tra loro.

La prova viene eseguita sia in direzione di macchina quindi longitudinale che in quella trasversale e consiste nel preparare un campione di carta di larghezza pari a 15mm e inserirlo tra due morsetti distanti tra loro solo 0,7mm. L'apparecchiatura, appositamente progettata per questo tipo di prova, è costruita in modo che i due morsetti comprimano contemporaneamente le due estremità del campione. Questo strumento presenta un miglior controllo dei parametri di prova rispetto alle presse da laboratorio tradizionali, essendo un'apparecchiatura dedicata ad un singolo metodo di prova anziché uno strumento dedicato a molteplici test.

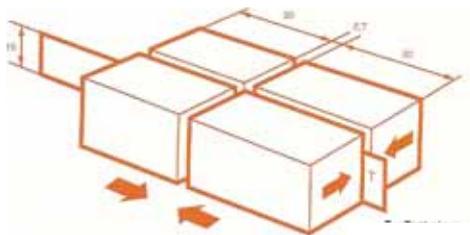
Seth usò questo tipo di strumento per valutare la resistenza alla compressione dei bordi del cartone ondulato (prodotto finito). Come Fellers, egli concluse che lo Short Span Compression Test era superiore ai Crusch Test convenzionali. Egli inoltre rilevò che la resistenza del cartone ondulato finito rappresentava solitamente solo il 70-80% della resistenza presentata dai singoli componenti. Tali differenze possono essere attribuite alla disomogeneità nelle procedure delle prove, oltre che, nel caso del cartone ondulato finito, un ruolo importante viene attribuito al rinforzo dato dall'adesivo, così come l'indebolimento del cartone dovuto alle fasi di trasformazione e all'utilizzo di vapore e calore.

Un'altro vantaggio dell'SCT rispetto alle altre prove di compressione consiste nel fatto che i risultati ottenibili con L'SCT sono molto meno influenzati dalla grammatura rispetto al CCT-RCT e CMT.

Questo test è idoneo sia per le carte per copertine sia per le carte da onda.



**Apparecchiatura
per il test di SCT**



T = Test in mm



**Particolari
della prova
di SCT**



Assenza di macchie visibili

La richiesta di imballi in cartone ondulato è sempre maggiore sia nel settore alimentare che in qualsiasi altra attività commerciale, quindi viene prestata più attenzione all'aspetto esteriore dell'imballo e alla stampa.

Per la produzione di carte per copertine come il Liner vengono usate fibre riciclate ed è per questo che la qualità superficiale del prodotto non può essere alta.

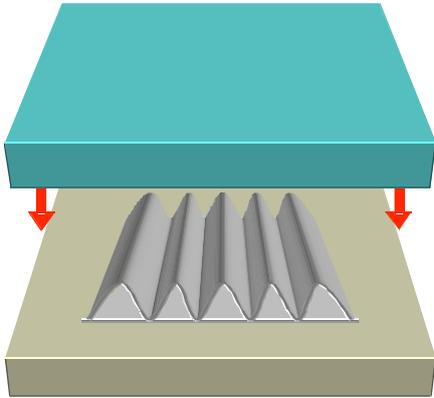
Tali difetti possono derivare da pasticche (grumi di fibre), particelle residue di inchiostro, cere e colle. Al giorno d'oggi ci si può avvalere di scanner molto efficaci con analisi dell'immagine, i quali permettono non solo di rilevare i difetti ma addirittura di contarli misurarli e classificarli in base al tipo e alla causa avendo così la possibilità di migliorare il prodotto.

4.2 PROVE SULLE CARTE DA ONDA

Una delle prove da effettuare sulle carte da onda è il CMT (Concora Medium Test) che è un metodo analitico sviluppato dalla Container Corporation of America.

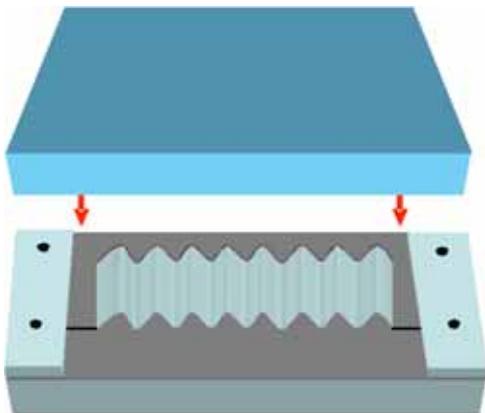
Tale prova permette di verificare la resistenza allo schiacciamento in piano di un campione di carta, infatti la rigidità dell'onda è molto importante per la produzione di cartone ondulato. Viene tagliata, con una apposita taglierina a doppia lama, una striscia di carta nel senso di macchina, con una apposita macchina ondulatrice da laboratorio la carta viene ondulata e tenuta nella corretta posizione mediante nastro adesivo. Il campione così ottenuto viene appoggiato sul piano di una pressa da laboratorio, la quale incomincia a premere fino a quando la carta non cede al carico e

rimane indicato sul display il valore al momento del cedimento che viene espresso in Newtons (N). La prova deve essere eseguita dopo un corretto condizionamento del provino 30' (CMT 30) in laboratorio al 50% di umidità relativa e 25° C.



Prova di CMT

Il secondo test che viene eseguito è il CCT (Corrugated Crush Test). Questa prova, come per il CMT, viene condotta sempre con una striscia di carta precedentemente ondulata, solo che viene tenuta in posizione da una apposita morsa metallica. Tale test tende a verificare la resistenza della carta allo schiacciamento verticale come per la prova di RCT menzionata prima, con l'unica differenza che nel CCT la carta viene ondulata.



Prova di CCT



← **Morsa metallica
per sostenere il
provino di CCT**

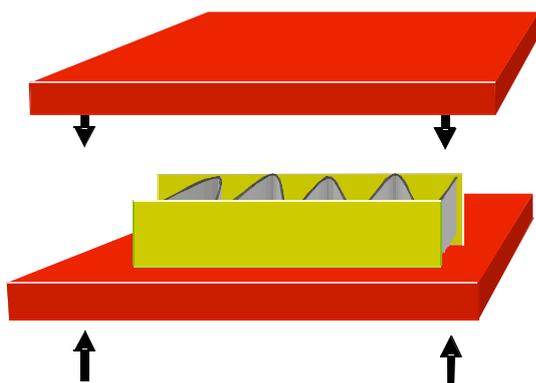
4.3 PROVE SUL PRODOTTO FINITO

Le principali prove da effettuare sul prodotto finito sono sostanzialmente tre:

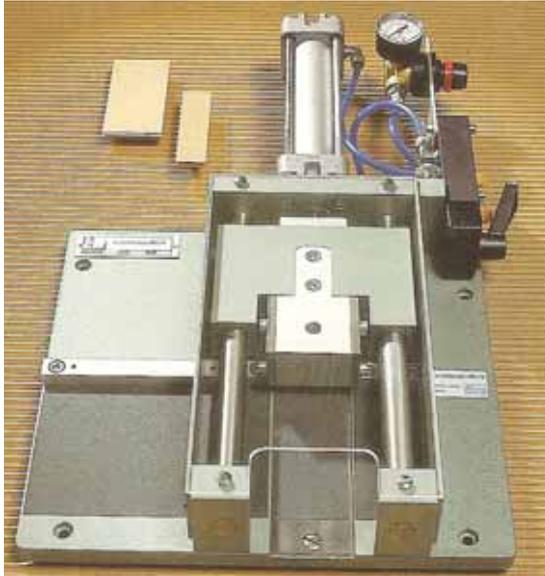
ECT- FCT-BCT.

Nella prova di ECT (Edge Crush Test) si verifica la resistenza allo schiacciamento verticale di un bordo di cartone ondulato fino al suo collasso. Il test viene effettuato tagliando un bordo di cartone ondulato (larghezza del campione pari a 20 o 50 mm) con apposita strumentazione e testando la resistenza sempre avvalendosi di presse da laboratorio, il valore viene espresso in KN/m. Collocando il campione da solo fra i piatti della pressa non è consigliabile perché può verificarsi una sua deformazione locale dovuta al non perfetto parallelismo delle superfici di compressione della pressa, oppure può avvenire la deformazione globale del campione. Per evitare tale inconveniente vengono usati vari metodi: uno è l'utilizzo di cera paraffinata fusa per rinforzare i bordi del cartone, così da facilitarne lo schiacciamento nella zona centrale l'altro, forse il più corretto, è l'utilizzo di un supporto metallico per sostenere il provino, ovviamente utilizzando uno o l'altro metodo si riscontrano delle differenze nel risultato della prova. Il risultato di questa prova può essere ricavata con una semplice formula cioè, sommando i valori di RCT (Ring Crush Test) delle singole carte impiegate per produrre il cartone ondulato, aggiungendo il coefficiente di ondulazione per la carta da onda in base al tipo di onda che si utilizzerà.

$$\text{ECT} = \text{RCT copertina esterna} + \\ \text{RCT carta da onda} \cdot \text{CO} + \\ \text{RCT copertina interna}$$



Prova di ECT



**Apparecchiatura
per il taglio del
bordo del
cartone ondulato**



**Supporto metallico
per il provino di
ECT**

Il Flat Crush Test (FCT), stabilisce la resistenza del cartone ondulato allo schiacciamento in piano sempre tramite pressa e il campione viene tagliato in forma circolare con una apposita taglierina.

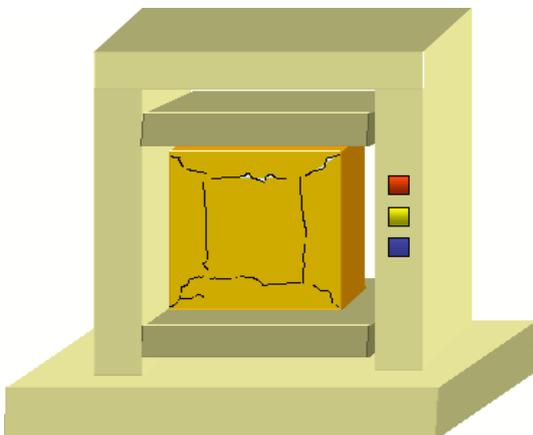


**Taglierina
circolare per il
test di FCT**



**Presse da laboratorio per tutti
i test di compressione
RCT- CMT- CCT- ECT- FCT**

Ultima prova, tra quelle menzionate, da effettuare è il BCT (Box Compression Test) che viene svolto su un imballaggio integro e di dimensioni reali con una pressa scatole. Con questo test si vanno incontro a degli inconvenienti, infatti l'esito della prova è successivo alle fasi di progettazione e fabbricazione e quindi non vengono fornite in tempo utile indicazioni relative ai problemi e ai difetti della lavorazione per poter porre rimedio, inoltre per imballi di notevole dimensione servirebbero attrezzature grandi e costose. Per questi motivi molti produttori si affidano ai test di cui abbiamo parlato prima RCT, CMT, CCT, ECT, FCT, altri produttori invece si affidano allo Schortspan Compression Test (SCT), mentre altri pensano che tali test non siano sufficientemente attendibili da poter sostituire il Box Compression Test (BCT) come prova finale.



**Schema di esecuzione
della prova di BCT**

Vengono riportate qui sotto alcune tabelle di valori di riferimento delle prove da eseguire sulla carta tratte da fonte G.I.F.C.O. (Gruppo Italiano Fabbricanti Cartone Ondulato) e Assocarta.

CARTE PER COPERTINA AVANA

Test Liner 1

Valori di riferimento

Caratteristica	Unità di misura						Metodo di prova
Grammatura	g/m ²	125	150	175	200	225	ISO 536
Indice di scoppio	KPam ² /g	3,10	3,00	3,00	2,90	2,90	ISO 2758
RCT	KN/m	1,30	1,65	2,10	2,70	2,90	ISO 12192
SCT- dt	KN/m	2,20	2,70	3,00	3,50	3,70	ISO 9895

Test Liner 2

Valori di riferimento

Caratteristica	Unità di misura						Metodo di prova
Grammatura	g/m ²	125	150	175	200	225	ISO 536
Indice di scoppio	KPam ² /g	2,50	2,50	2,40	2,40	2,30	ISO 2758
RCT	KN/m	1,10	1,40	1,80	2,10	2,90	ISO 12192
SCT- dt	KN/m	1,95	2,35	2,65	3,10	3,30	ISO 9895

CARTE PER CENTRO DA ONDULARE

Semichimica

Valori di riferimento

Caratteristica	Unità di misura						Metodo di prova
Grammatura	g/m ²	112	127	140	150	175	ISO 536
CMT 30'	N	215	260	300	330	380	ISO 7263
CCT 30'	KN/m	1,60	1,90	2,20	2,40	2,80	ISO 7263
RCT	KN/m	0,85	1,00	1,10	1,30	1,70	ISO 12192
SCT- dm	KN/m	3,70	4,00	4,20	4,45	4,60	ISO 9895
SCT- dt	KN/m	2,20	2,40	2,50	2,75	3,00	ISO 9895

Uso Semichimica

Valori di riferimento

Caratteristica	Unità di misura						Metodo di prova
Grammatura	g/m ²		112	127	150		ISO 536
CMT 30'	N		195	230	275		ISO 7263
CCT 30'	KN/m		1,40	1,75	2,05		ISO 7263
RCT	KN/m		0,75	0,90	1,20		ISO 12192
SCT- dm	KN/m		3,40	3,70	4,10		ISO 9895
SCT- dt	KN/m		2,00	2,20	2,50		ISO 9895

Medium

Valori di riferimento

Caratteristica	Unità di misura						Metodo di prova
Grammatura	g/m ²		112	127	150		ISO 536
CMT 30'	N		155	175	205		ISO 7263
CCT 30'	KN/m		1,20	1,40	1,60		ISO 7263
RCT	KN/m		0,70	0,85	1,10		ISO 12192
SCT- dm	KN/m		2,90	3,40	3,70		ISO 9895
SCT- dt	KN/m		1,60	1,90	2,10		ISO 9895

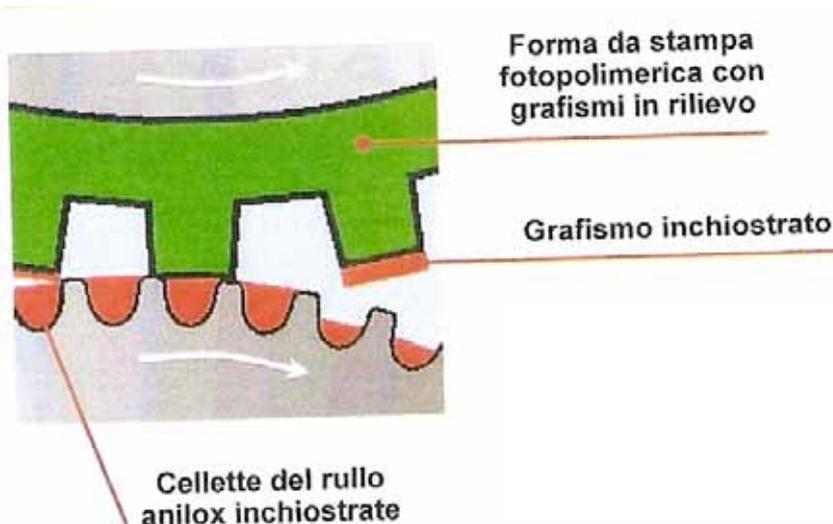
Fluting

Valori di riferimento

Caratteristica	Unità di misura						Metodo di prova
Grammatura	g/m^2		112	127	150		ISO 536
CMT 30'	N		125	140	160		ISO 7263
CCT 30'	KN/m		0,90	1,00	1,30		ISO 7263
RCT	KN/m		0,60	0,70	1,00		ISO 12192

Per le classi di grammatura superiore a 225 g/m^2 non è possibile determinare valori attendibili.

5. PROCEDIMENTO DI STAMPA FLESSOGRAFICO



La Flessografia è un procedimento di stampa rilievografico a stampa diretta, la cui forma è costituita da un polimero o una gomma che presenta zone stampanti in rilievo rispetto alle zone non stampanti. I passaggi di tonalità cioè i chiari scuri della stampa, sono dati grazie alla retinatura delle immagini.

Il nome flessografia deriva dal fatto che le forme da stampa, per l'appunto flessibili, siano adattabili ad un elemento cilindrico, queste, sono ricavate da moderni polimeri fotogenerati sia con procedimento analogico che digitale. Alla forma da stampa si possono conferire caratteristiche di comprimibilità e morbidezza, che rendono il

sistema di stampa particolarmente adatto a stampare anche supporti non particolarmente lisci.

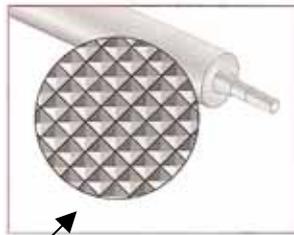
Il grande vantaggio che offre la flessografia rispetto ad altri sistemi di stampa è la notevole versatilità delle macchine da stampa con formato circonferenziale variabile, la possibilità di stampare fino a 10 o 12 colori in un unico passaggio, l'integrazione con elementi stampa rotocalco o serigrafici, la possibilità di aggiungere in linea numerosi dispositivi ausiliari, stampa veloce e concorrenziale anche nelle basse tirature e nei cambi lavoro, hanno permesso alla flessografia di compiere un notevole balzo in avanti nel mercato della stampa.

Oltre a tutti i vantaggi appena citati, questo tipo di stampa offre la possibilità di utilizzare inchiostri molto diversi tra loro (inchiostri a base d'acqua, a base di solvente, inodori e inchiostri UV) per questo motivo, la flessografia trova spazio nella stampa di supporti differenti tra loro (assorbenti e non) dalla carta al film plastico al **cartone ondulato**. La flessografia si differenzia da altri procedimenti di stampa per il sistema di inchiostrazione. L'elemento che lo caratterizza è il rullo **anilox**, che definisce anche la quantità e la costanza di inchiostro che il gruppo inchiostante riesce a trasportare sulla forma da stampa. Il problema principale che ogni procedimento di stampa deve risolvere per poter realizzare un prodotto di qualità è la definizione della quantità di inchiostro che il gruppo inchiostante deposita sulla forma recante i grafismi. La quantità di inchiostro deve essere il minimo indispensabile prevista per poter ottenere una corretta riproduzione della copia campione, quantità superiori o inferiori sfalsano i passaggi tonali e cromatici dello stampato, inoltre quantità superiori portano alla deformazione del punto di retino con conseguente rallentamento dell'essiccazione dell'inchiostro. Il sistema di inchiostrazione flessografico presenta delle similarità con la stampa rotocalco. Si tratta di un cilindro inciso (rullo anilox) che trasferisce una determinata quantità di inchiostro sulla forma in rilievo la quale a sua volta imprimerà l'immagine sul supporto. Se si volesse aumentare lo spessore di inchiostro da depositare sul supporto, bisognerà aumentare la profondità di incisione del rullo o all'utilizzo di un inchiostro con caratteristiche diverse.

La superficie del rullo è ricoperta da una serie regolare di cellette incise, equidistanti e a profondità costante, l'incisione può essere effettuata meccanicamente oppure per mezzo di laser.

Rullo Anilox

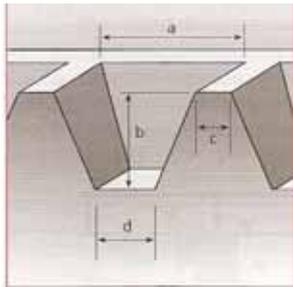




Superficie del rullo anilox inciso

Cella incisa meccanicamente:

- A. area superficiale
- B. profondità delle cellette
- C. spessore della costa
- D. area di fondo



Ci sono varie tipologie di gruppi inchiostatori, tutte che fanno riferimento al cilindro anilox come elemento principale del gruppo stesso. Il primo è un sistema di **inchiostrazione a due rulli**, con un rullo anilox e un rullo pescatore in gomma posto all'interno della bacinella contenente l'inchiostro. I due rulli sono a contatto e la pressione esercitata l'uno contro l'altro permette all'inchiostro di restare sul rullo anilox solo in corrispondenza delle cellette incise, successivamente una ulteriore pressione tra anilox e forma da stampa permette il trasferimento dell'immagine sul supporto. Questo sistema è ormai abbandonato perché l'aumento delle velocità di stampa delle macchine ha mostrato dei limiti in tale meccanismo come l'incapacità di garantire una costante inchiostrazione a diverse velocità di stampa o una diversa dosatura di inchiostro tra zona centrale e zona laterale, tutto ciò ha portato all'utilizzo del sistema di **inchiostrazione con racla inversa**.

Si tratta di porre in prossimità del rullo anilox una racla con angolo di incidenza di 30° circa allo scopo di pulire l'inchiostro dalle coste del rullo anilox.

In questo modo non è più la pressione tra il rullo pescatore e l'anilox a determinare la quantità di inchiostro, ma la pressione e l'angolo di incidenza della racla sull'anilox stesso. Per consentire alla lama di acciaio di svolgere il suo compito e non subire eccessive usure, il rullo pescatore viene allontanato dall'anilox di circa un decimo di millimetro per permettere un maggior afflusso di inchiostro alla racla e in alcune macchine il cilindro anilox viene messo a contatto diretto con la bacinella di inchiostro eliminando il rullo prenditore.

Il sistema a racla inversa permette di trasferire sulla forma da stampa un film di inchiostro molto preciso e costante nel tempo, anche a diverse velocità di stampa, senza bisogno di aggiustare la pressione della racla in funzione della forza di taglio dell'inchiostro.

Un'altro sistema di inchiostrazione utilizzato è quello con **racla a camera chiusa** che è in assoluto il più moderno e il più utilizzato sulle macchine flessografiche odierne. La camera che contiene l'inchiostro e che viene posta a contatto con il cilindro anilox, è composta da due racle: una negativa (racla inversa) che svolge il compito di pulizia dell'inchiostro in eccesso, ed una positiva che ha l'unico scopo di contenere l'inchiostro all'interno della camera. Le due racle sono montate ad angolazione definita, su di una base in alluminio che contribuisce, assieme alle fiancate in materiale plastico, a creare la camera chiusa che contiene l'inchiostro.

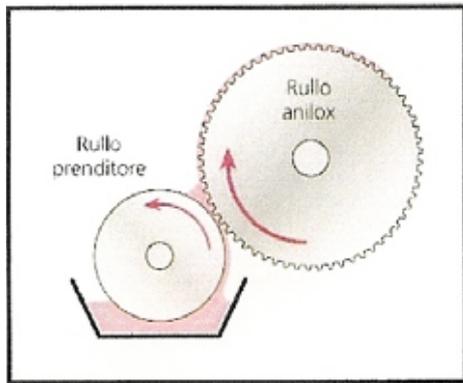
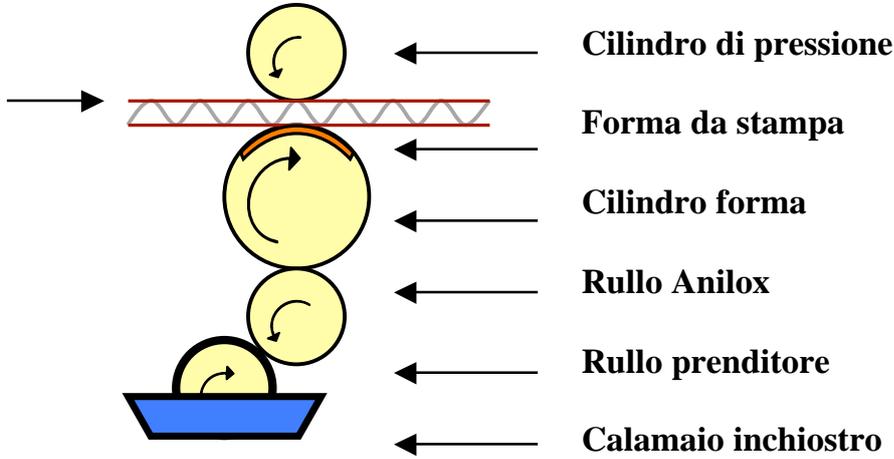
Una volta premute le racle contro il cilindro anilox, si forma una camera a tenuta stagna che, senza perdite, può contenere l'inchiostro pompato all'interno con una determinata pressione. Questa tipologia di sistema inchiostrente, aiuta a ridurre l'evaporazione del solvente, o acqua, dall'inchiostro, togliendo quasi completamente all'inchiostro il contatto con l'ambiente esterno.

Come per il sistema a racla inversa, anche in questo caso la pressione delle racle sul cilindro anilox ha una notevole importanza sulla pulizia delle coste del cilindro e sulla duratura meccanica delle racle e del cilindro stesso.

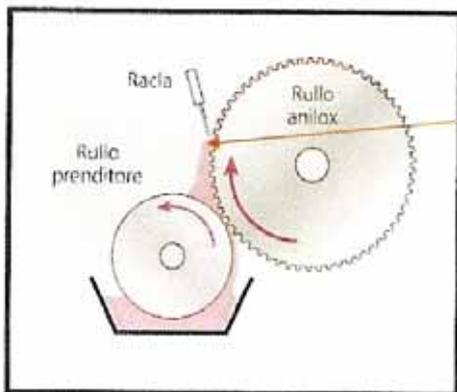
Le macchine Flessografiche usano come supporto da stampare prevalentemente nastri continui e si dividono in due gruppi distinti, macchine rotative a **banda stretta**, che presentano come vantaggi l'uniformità di stampa, costo ridotto dell'anilox, macchine modulari; l'unico svantaggio deriva dal formato ridotto e sono orientate alla stampa: di etichette autoadesive, carta chimica, cartelle delle lotterie e anche imballaggio rigido e flessibile. Le macchine rotative a **banda larga**, hanno come vantaggio il grande formato e velocità di stampa elevate, lo svantaggio è l'elevato costo dell'anilox e sono orientate prevalentemente alla stampa di imballaggio flessibile e quotidiani. Le macchine **Flessografiche a foglio** invece sono prevalentemente limitate alla stampa di **cartone ondulato** in fogli, il vantaggio derivante da questo sistema è nel poter lavorare con: formati elevati, costo ridotto, macchine modulari con la possibilità quindi di inserire ulteriori elementi stampa, e introdurre in linea unità come fustellatori, verniciatori o elementi di piega; lo svantaggio è che si ottiene una stampa di bassa qualità. Possiamo dire quindi che la stampa flessografica è l'unica idonea alla stampa di cartone ondulato perché come abbiamo visto le forme da stampa sono fatte da gomma o polimeri a durezza controllata e il trasferimento dell'inchiostro tra la forma e il lato della scatola da stampare avviene tramite una leggera pressione, se così

non fosse, le onde del cartone subirebbero uno schiacciamento tale da renderlo inutilizzabile.

Schema di stampa Flessografica a foglio



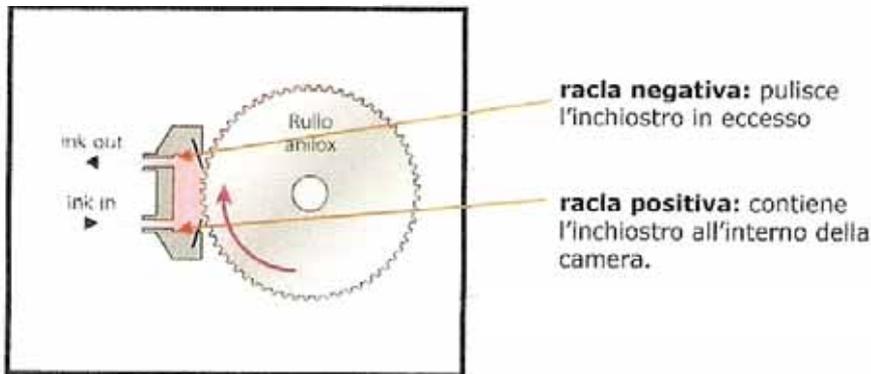
Sistema di inchiostrazione a due rulli



Sistema di inchiostrazione a racila inversa

racila con angolo di incidenza di circa 30° dal punto di tangenza.
 Le racle può essere dei più svariati materiali, dall'acciaio temprato alla plastica rinforzata con fibre sintetiche il tutto in funzione del tipo di inchiostro utilizzato.

Sistema di inchiostrazione a camera chiusa



6. DIFETTI PIÙ COMUNI

Le carte che compongono il cartone ondulato possono presentare dei difetti durante la fabbricazione e compromettere o rallentare la produzione dello stesso. Dall'altra parte, anche la produzione del cartone può presentare delle anomalie durante la lavorazione date da una cattiva regolazione delle macchine ondulatori o da usura di alcune parti di essa. Andremo ora ad elencare i possibili difetti derivanti sia dalla carta che dalla macchina ondulatorice.

Onde tagliate o rotte (si verificano rotture della carta in ondulazione lungo i fianchi o sul vertice delle onde). I motivi principali che determinano tale fenomeno sono:

- 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 da onda ovalizzata

Onde alte e basse determinate da:

- vibrazioni dei cilindri ondulatori a velocità elevate
- cilindri ondulatori sporchi
- pettine troppo lontano nelle macchine a tenuta meccanica, cattivo funzionamento dell'aspirazione o della camera pressurizzata nelle ondulatori senza pettini
- freno poco tirato nello svolgitore della carta da onda

- cattiva regolazione della pressione ai cilindri ondulatori
- temperatura insufficiente ai gruppi ondulatori
- carta da onda troppo umida o secca

Onde inclinate (il profilo delle onde non è simmetrico) cause:

- cilindri ondulatori non paralleli
- il cilindro applicatore dell'adesivo all'incollatrice schiaccia le onde
- i feltri ai piani caldi non tirano in modo uniforme
- carta da onda troppo umida

Altezza dell'onda inferiore a quella normale cause:

- pressione insufficiente sui cilindri ondulatori
- cilindri ondulatori usurati
- carta da onda troppo secca

Copertine non incollate lungo i bordi rifilati cause:

- il taglio dei bordi coincide con una linea dei pettini (per le macchine che ne sono ancora munite)
- pressione insufficiente al cilindro di pressione
- cilindro di pressione usurato
- deposito di sporco sui piani caldi
- coltelli usurati con rifilo molto stretto
- copertine ai gruppi ondulatori o ai piani caldi troppo umide
- bordi delle copertine troppo sottili

Washboarding (è il difetto nel quale una delle due copertine tende a seguire gli spazi vuoti fra un'onda e l'altra, dando problemi durante la stampa per la superficie non planare)

- eccessiva applicazione di adesivo o viscosità errata
- cattiva regolazione tra velocità del cilindro incollatore e velocità della carta da onda
- umidità delle copertine troppo alta

Bulinatura (incollatura intermittente, a punti, la copertina si presenta come martellata)

- insufficiente applicazione di adesivo all'incollatore
- variazioni di viscosità della colla
- eccessivo riscaldamento
- Velocità troppo alta

In questa serie di difetti appena elencati, si può capire quanto sia difficoltosa e delicata la regolazione di ogni singolo elemento delle macchine ondulatori per poter produrre un cartone di buona qualità. Anche le carte che lo compongono devono seguire gli standard qualitativi richiesti, per poter consentire una lavorazione ottimale del prodotto finito.

Quindi bisogna garantire ai produttori di cartone ondulato delle carte che rispettino caratteristiche costanti di umidità, grammatura, spessore e proprietà meccaniche, specialmente le carte che subiranno l'ondulazione perché, come abbiamo visto parlando della macchina ondulatrice, queste sono sottoposte ad intense sollecitazioni quindi devono avere una elevata resistenza alla trazione e allungamento in direzione longitudinale, una buona chiusura della superficie e un omogeneo profilo dello spessore. Le cartiere che producono queste tipologie di carte, compresa quella dove presto servizio, si impegnano ogni giorno a garantire tutto ciò sia con la serietà del lavoro quotidiano che con costanti rinnovamenti tecnologici degli impianti.

BIBLIOGRAFIA

- Monografia sul cartone ondulato G.I.F.C.O.
(Gruppo Italiano Fabbricanti Cartone Ondulato)
- La tecnologia cartaria (Aticelca)
- Volume tecnologia grafica (Scuola Grafica Cartaria “ San Zeno” - Verona)
- Appunti Prof. Zaninelli Paolo
- Visita tecnica Smurfit Sisa S.p.a. Pastrengo, Verona