



## Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/001/636/DEC/22  
Titolo: Tecnico per la gestione di impianti di produzione della carta  
Sede del corso: Verona - VR - 37138 - Via Don Giovanni Minzoni, 50

# Formazione e adesione di due strati per la produzione di carte per cartone ondulato

*di Bisegna Cristian*



Scuola Interregionale  
di tecnologia per tecnici Cartari

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona  
[fcs.istitutosalesianosanzeno.it](http://fcs.istitutosalesianosanzeno.it) - [scuolacartaria@sanzeno.org](mailto:scuolacartaria@sanzeno.org)



# INDICE

## **1 INTRODUZIONE**

- 1.1 Cenni storici
- 1.2 Burgo Group Avezzano

## **2 TELA INFERIORE BACK**

- 2.1 Cassa di afflusso, tavola piana, tela di formazione, sistemi per il vuoto, telino di formazione.

## **3 TELA SUPERIORE TOP**

- 3.1 Cassa di afflusso, tavola piana, tela di formazione, sistemi per il vuoto.

## **4 ACCOPPIAMENTO TRA DUE STRATI**

## **5 TIPI DI CARTE PRODOTTE NELLO STABILIMENTO DI AVEZZANO**

## **6 OSSERVAZIONI E CONCLUSIONI**

## **7 RINGRAZIAMENTI**

## **8 BIBLIOGRAFIA**



# 1. INTRODUZIONE



*Fig.1 (Stabilimento Burgo Group Avezzano)*

## 1.1 CENNI STORICI.

Le politiche d'industrializzazione promosse dall'Ente Fucino nel periodo 1958-1962, generarono forti cambiamenti sul territorio: i trecentomila pioppi piantati lungo le strade dell'ex alveo e nei vivai dell'Ente, fornirono una quota parte della materia prima e favorirono la nascita della cartiera, gestita dalla famiglia Torlonia attraverso la SIL (Società Idroelettrica Liri) finanziata dall'ISVEIMER (Istituto per lo Sviluppo Economico dell'Italia Meridionale) che si occupava principalmente di finanziare con tassi agevolati, la creazione di nuovi impianti industriali delle imprese del mezzogiorno d'Italia.

## 1.2 BURGO GROUP AVEZZANO.

Cartiere Burgo è un'azienda cartaria fondata nel 1905 da Luigi Burgo e quotata in Borsa a Milano dal 1929 al 2001. Dal 2004 è controllata dal gruppo vicentino Marchi. La pesante crisi industriale del settore comportò importanti ristrutturazioni. Nel 2004 le Cartiere Burgo

furono integrate nel gruppo cartario Marchi, realizzando una concentrazione di 15 stabilimenti, con il nuovo nome Burgo Group. Nel gennaio 2014 con la crisi delle carte patinate, è stata fermata la produzione di carta nello stabilimento di Avezzano che ha ripreso nel 2018 per produrre carta riciclata per imballaggi. Nel 2013 dopo la crisi occupazionale che portò alla chiusura delle linee di produzione, per garantire la sopravvivenza dello stabilimento, si aprirono diversi tavoli di trattative tra le parti sociali: la società proprietaria, le rappresentanze sindacali e le istituzioni pubbliche. Nel 2017 fu raggiunto l'accordo con l'avvio di un piano di riconversione della linea 2 per la produzione di cartone, con l'obiettivo di farne un polo d'eccellenza nazionale attraverso un investimento finanziario di 20 milioni di euro.

Dal 2018, dopo i lavori di riconversione delle tecnologie produttive, 140 lavoratori sono stati reimpiegati dei circa 300 originari.

## 2 TELA INFERIORE BACK

### 2.1 CASSA DI AFFLUSSO, TAVOLA PIANA, TELA DI FORMAZIONE, SISTEMI PER IL VUOTO, TELINO DI FORMAZIONE.

La macchina continua (Board Machine) di Avezzano, lunga 130 metri, produce carta per ondulatori doppio strato composta da due former: uno per lo strato del retro (Back) e uno per lo strato della copertina (Top) con un formato utile al pope di circa 5,35 metri. Il range di grammatura delle varie tipologie di carta, onda e copertina, varia tra i 100 ed i 200 g/m<sup>2</sup>.

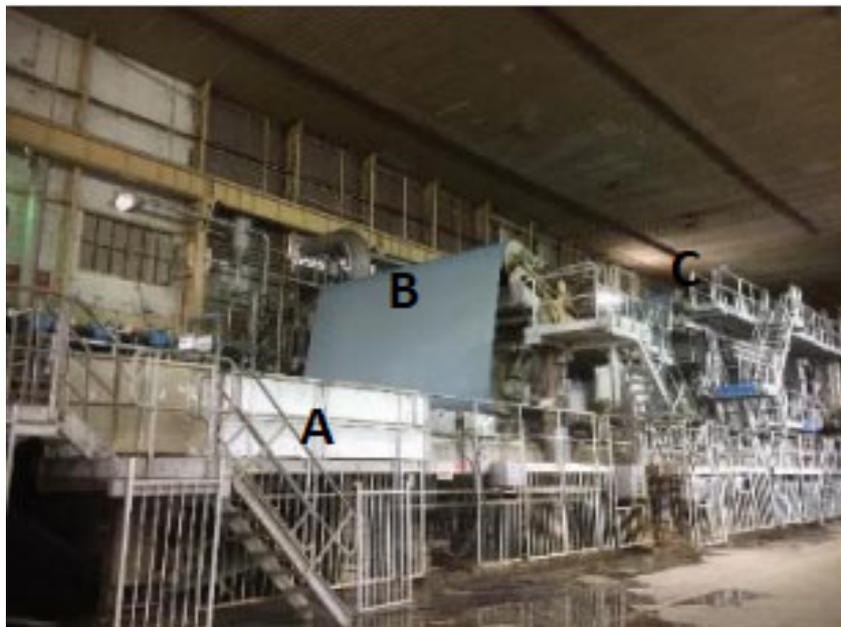


Fig. 2 (tavola piana BM2)

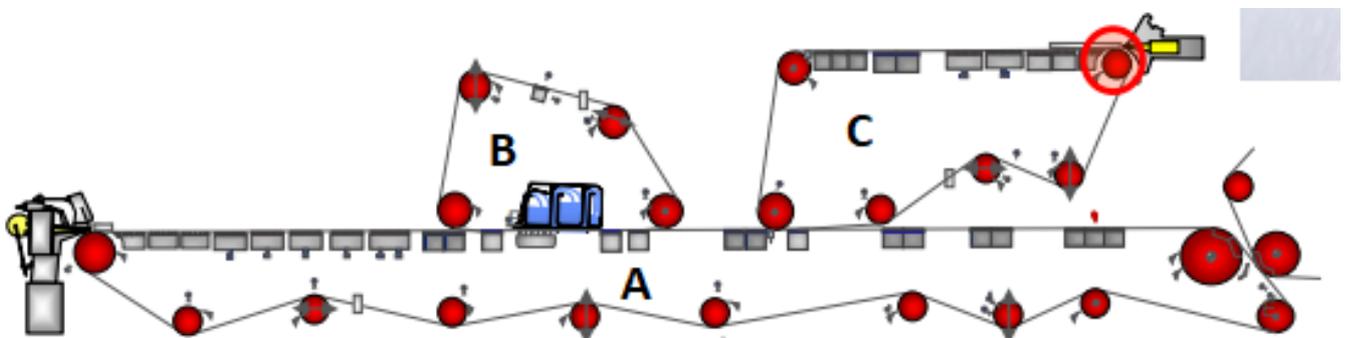


Fig. 3 (a-tela inferiore, b-telino e c-tela copertina)

La pasta prodotta dalla preparazione impasti, viene stoccata in tina di miscela ed in tina di macchina. La tina di miscela viene utilizzata per miscelare gli impasti provenienti dalle linee fibra corta, fibra lunga, fogliacci e per il dosaggio di alcuni prodotti chimici. Il trasferimento dalla tina di miscela alla tina di macchina avviene tramite una pompa che ha lo scopo di garantire un livello costante in modo da avere un ricircolo. Questa pompa di trasferimento è dotata di valvola di regolazione automatica della consistenza. Dalla tina di macchina il trasferimento alla cassa di afflusso avviene tramite una pompa pasta: questo sistema sostituisce il vecchio vaschino a livello costante. La pompa pasta manda direttamente la pasta nelle sezioni di aspirazione della fan pump. La fan pump è una pompa centrifuga mossa da un motore a giri variabili. Viene alimentata da un tubo in uscita dalla vasca di recupero delle prime acque drenate nel sottotela. Su questo tubo si innesta la pasta proveniente dalla pompa pasta. Per evitare pulsazioni ed avere una portata costante, queste pompe sono dotate di una doppia girante. L'acqua per la diluizione della pasta, viene prelevata dal silo delle acque. Il silo ha la funzione di raccogliere l'acqua drenata dalla tela, disaerare l'acqua drenata e mantenere una portata stabile alla sezione di aspirazione della fan pump. Queste acque del silo sono ricche di fini e cariche. Generalmente le acque prime drenate nel sottotela sono in eccesso e quindi ci sarà uno stramazzo verso le seconde acque. Solitamente le seconde acque vengono utilizzate per la diluizione degli screening e cleaning del circuito testa macchina. Queste acque in eccesso vengono pompate ad un Polidisk che ha lo scopo di recuperare fibra, le acque recuperate vengono utilizzate in macchina e la fibra recuperata viene pompata in tina di miscela. La portata della pasta (litri/min) è controllata dalla velocità di rotazione della pompa ed un misuratore di consistenza verifica il contenuto secco. La grammatura si ottiene dalla relazione tra la quantità di pasta immessa in macchina, la velocità e la larghezza della macchina continua.

Esaminando la macchina continua di Avezzano, il primo elemento che troviamo per la formazione del foglio in tavola piana è la cassa di afflusso, ossia l'elemento che depone la pasta sulla tavola piana. La cassa d'afflusso può essere considerata il vero e proprio cuore della macchina, ovvero la componente che influenza maggiormente le caratteristiche del foglio che otterremo alla fine del processo produttivo. Per raggiungere un'eccellente formazione del foglio, le funzioni principali che deve assolvere una cassa di afflusso sono:

- 1) assicurare una distribuzione uniforme su tutta la larghezza della macchina della sospensione fibrosa, in modo che in ciascun punto della tela formatrice scorra sempre la medesima quantità d'impasto;
- 2) garantire che il getto fibroso atterri sulla tela formatrice in una zona ben precisa, con la giusta angolazione e con un definito differenziale di velocità rispetto alla tela formatrice stessa;
- 3) evitare la formazione di correnti direzionali nella massa liquida, per impedire la

generazione di disomogeneità fra le varie zone in senso trasversale rispetto alla direzione di macchina;

- 4) evitare la formazione di flocculi di fibre grazie ad una microturbolenza controllata.

Per quanto riguarda la formazione del foglio, è innanzitutto importante sottolineare il rapporto esistente tra la densità dell'impasto e la formazione stessa. Nel caso in cui la densità delle fibre in sospensione sia elevata, ovvero in presenza di un impasto poco diluito, le fibre sono molto ravvicinate tra loro e tendono ad aggregarsi formando dei flocculi, incidendo quindi negativamente sulla qualità della formazione del foglio. Per evitare questo inconveniente, la soluzione convenzionale è quella di aumentare la diluizione dell'impasto in entrata nella cassa di afflusso, al fine di diminuire la densità delle fibre e tenerle così separate tra loro.

Ad Avezzano la cassa di afflusso utilizzata per la formazione dello strato del retro è idraulica con controllo di profilo di grammatura a diluizione. All'interno della cassa di afflusso vi è un attenuatore di pulsazioni, o smorzatore, che svolge la funzione di ammortizzatore contro le pulsazioni prodotte dai componenti del ciclo corto (fan pump, cleaners). La sua efficacia è limitata ad un ben preciso range di pulsazioni sia in termini di ampiezza che di frequenza pertanto non può correggere problematiche "macro" derivanti dai componenti prima menzionati. L'attenuatore viene alimentato con aria in modo costante. Uno scarico aria funge da regolatore automatico e fa sì che la pressione dell'aria dell'attenuatore rimanga uguale a quella della pressione della linea della pasta e allo stesso tempo che il livello della pasta nell'attenuatore rimanga costante. L'attenuatore rappresenta anche un compartimento libero a monte della cassa d'afflusso dove è possibile scaricare l'aria rilasciata dal flusso della pasta in arrivo.

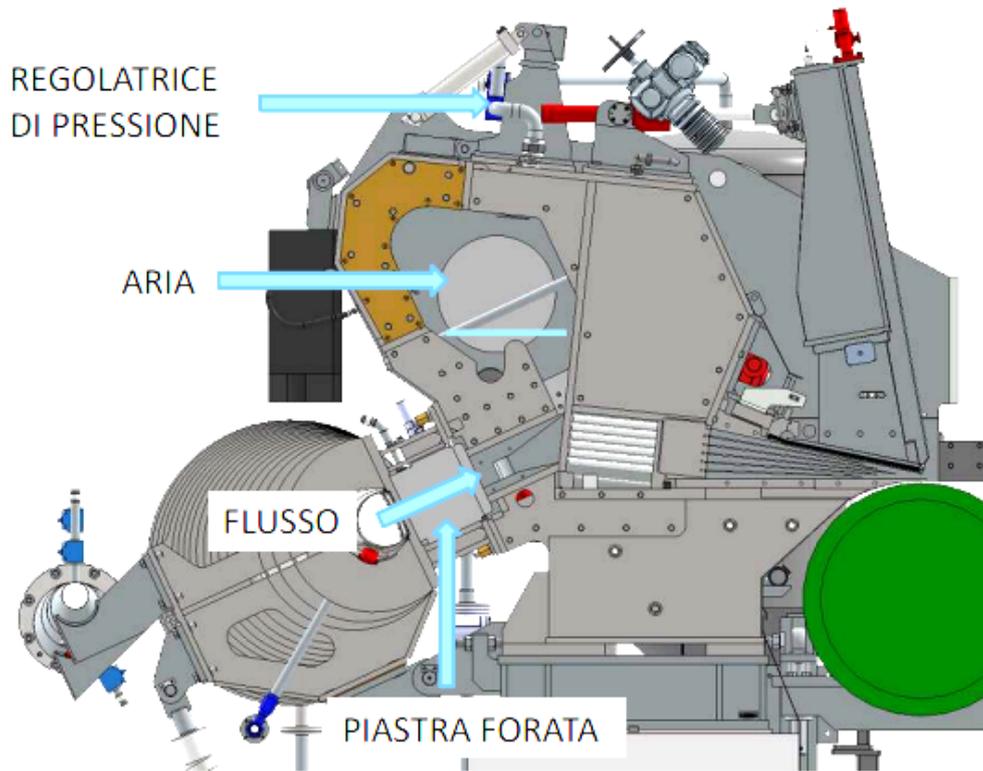


Fig. 4 (cassa di afflusso del retro)

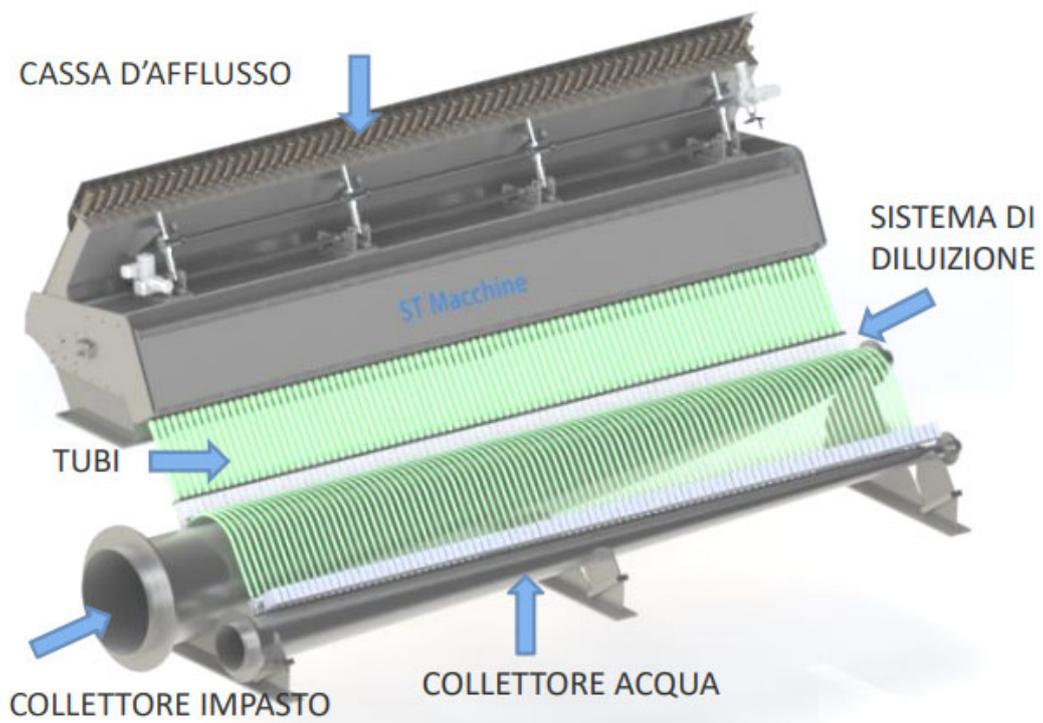


Fig. 5 (sistema di diluizione cassa di afflusso)

Il collettore conico deve distribuire l'impasto in modo uniforme su tutta la larghezza della cassa d'afflusso. Questo risultato si ottiene calcolando il collettore in modo che la velocità dell'impasto calcolata in una qualsiasi delle sue sezioni sia il più possibile costante. Per questo motivo il design del collettore è di tipo parabolico.



Fig. 6 (collettore conico cassa di afflusso)

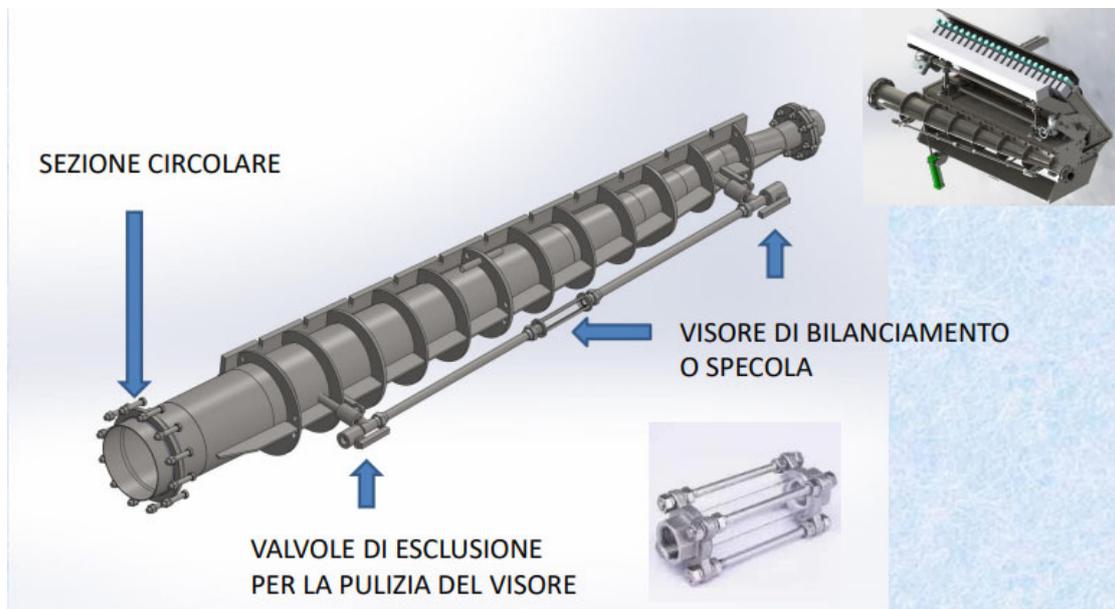


Fig. 7 (sistema per il bilanciamento di pressione in cassa di afflusso)

Il diffusore serve per rendere la sospensione di acqua e fibre più omogenea possibile in modo da assicurare la maggiore qualità della formazione del foglio. Sfrutta il principio della variazione di velocità per rompere i micro fiocchi e creare una micro turbolenza nell'impasto necessaria per omogeneizzarlo. Può essere a due o a tre stadi: il primo ha sempre una sezione circolare ed è dove si raggiungono le velocità maggiori, il secondo (quando presente) ha sempre una sezione circolare ed ha una velocità intermedia, l'ultimo (secondo o terzo a seconda del design) può essere con sezione circolare, rettangolare con angoli raccordati, rettangolare con spigoli vivi o quadrata con spigoli vivi.

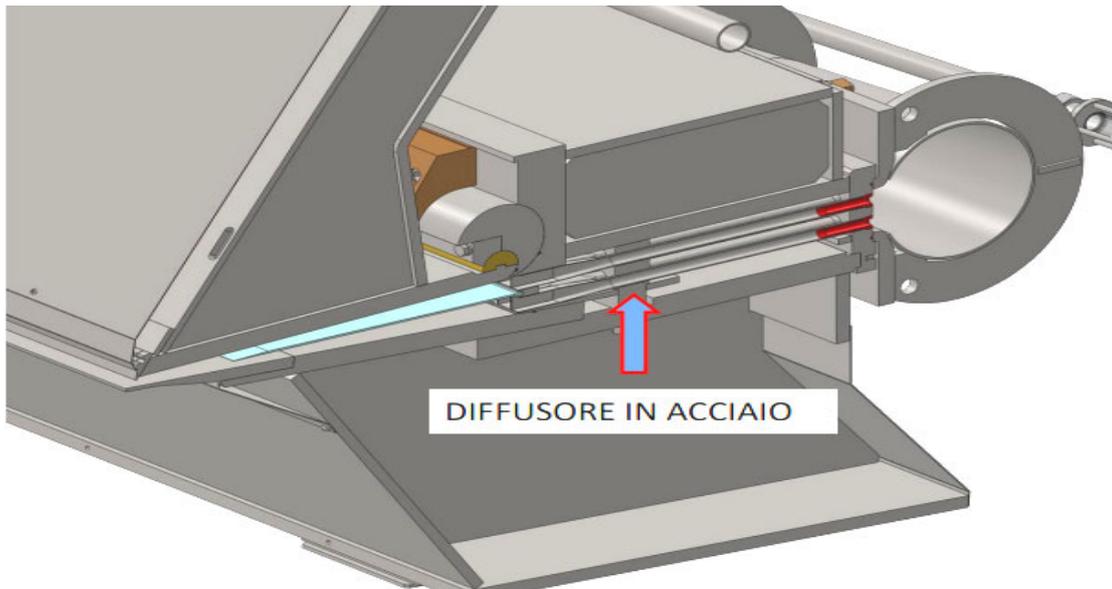


Fig. 8 (diffusore cassa di afflusso)

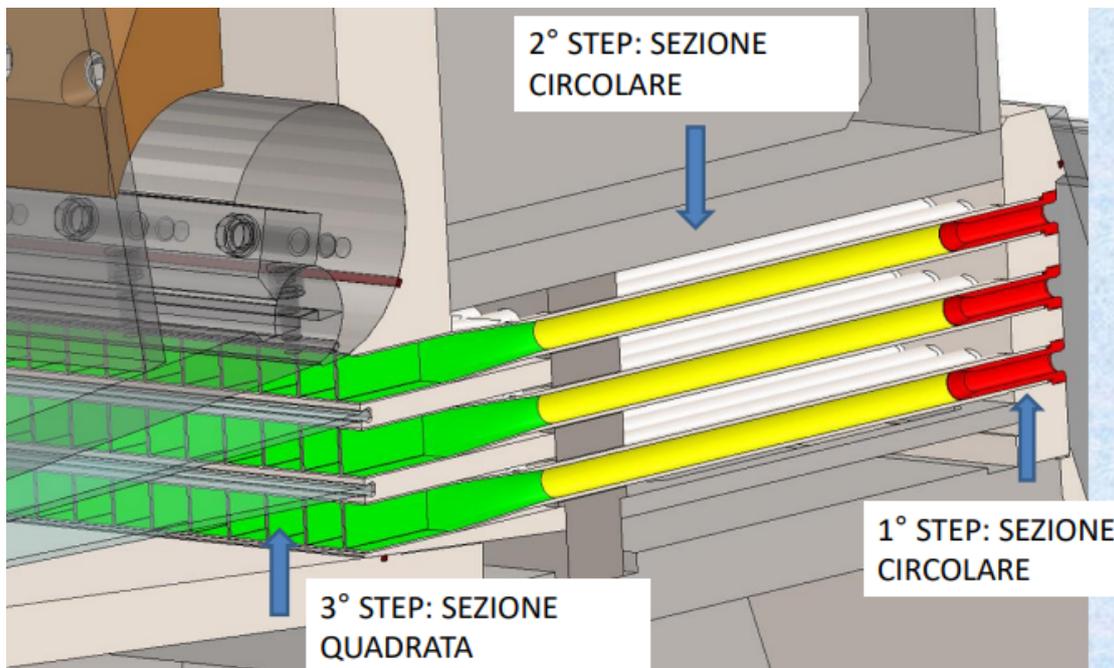
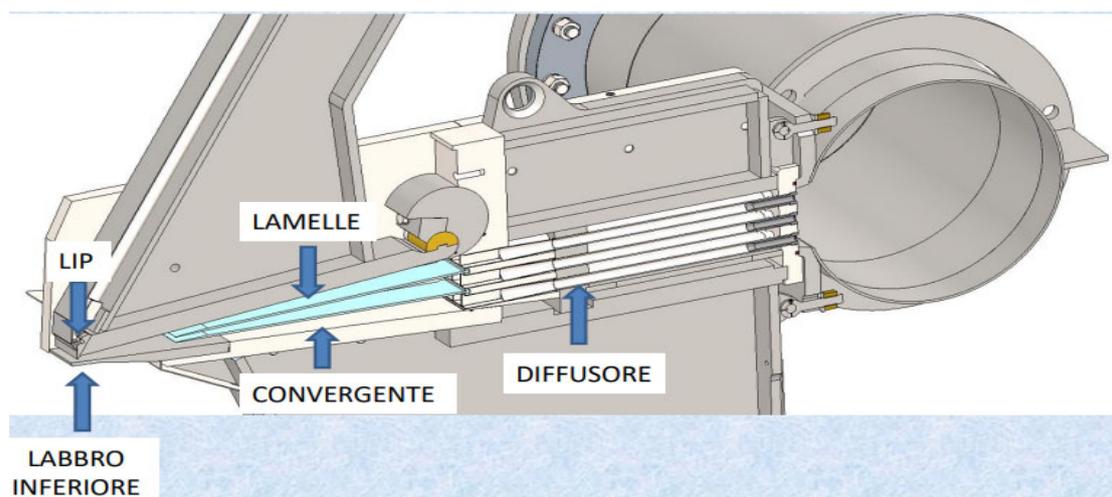


Fig. 9 (sezioni del diffusore)

All'uscita del diffusore si cerca di avere la massima area aperta per una distribuzione ottimale dell'impasto nel convergente. Dato un certo design del diffusore le variabili sono principalmente due: diametro del primo stadio e numero di file di tubi (partendo da un minimo di due). Nel convergente il flusso in uscita dai tubi del diffusore si riunisce e accelera fino ad arrivare al "lip" da cui abbandona la cassa d'afflusso. Nel convergente possono essere installate le lamelle. Il loro scopo è quello di creare una microturbolenza nell'impasto che garantisce una migliore omogeneizzazione dello stesso e una migliore

formazione. Il labbro superiore “lip” in genere è sporgente in modo da creare un ostacolo all’uscita del flusso che crea nell’impasto una microturbolenza e migliora la formazione. Due sono i parametri di dimensionamento importanti del convergente: la sua lunghezza e il suo angolo. La lunghezza viene scelta in modo da consentire al flusso in uscita dal diffusore di omogeneizzarsi ma non deve essere troppo lungo per evitare fenomeni di flocculazione. L’angolo deve essere sempre maggiore di un valore minimo di circa 3-4° al fine di garantire la stabilità del getto.



*Fig. 10 (componenti della cassa di afflusso)*

Mantenendo costante la grammatura prodotta e la pressione in cassa, aprendo il labbro aumentano i giri della fun pump, quindi aumenta la portata e si abbassa la consistenza. Chiudendo il labbro si abbassa la portata e aumenta la consistenza. L’effetto si vede chiaramente sulla posizione della linea dell’acqua sulla tavola piana che si allunga o si accorcia. Arretrare o avanzare la posizione del lip serve per regolare il punto di atterraggio del getto rispetto al forming board. La teoria vorrebbe che un terzo del getto atterri prima del forming board e due terzi dopo.

Una volta che l’impasto fuoriesce dalla cassa d’afflusso e atterra sulla tela, ha la tendenza ad allargarsi e nei casi peggiori a fuoriuscire dalla tela. Questo fenomeno è tanto più sentito quanto maggiore è l’apertura del “lip” e quanto minore è la velocità della macchina continua. Tutto ciò ha effetti negativi sia per la sporcizia che si accumula lateralmente che per la grammatura dei bordi che risulterà più bassa del centro. Per contenere questo fenomeno si usano le “spondine”.



Fig. 11 (spondine laterali in tavola piana)

Il principio su cui si basa la regolazione del profilo tramite diluizione è quello di iniettare localmente una quantità di acqua che si mescola all'impasto prima del diffusore. In condizioni normali le valvole sono tutte aperte al 50%. Se in un punto la grammatura è troppo alta, la valvola si apre maggiormente iniettando più acqua e riducendo la grammatura. Viceversa la valvola si chiuderà un po' richiamando più impasto e aumentando la grammatura.

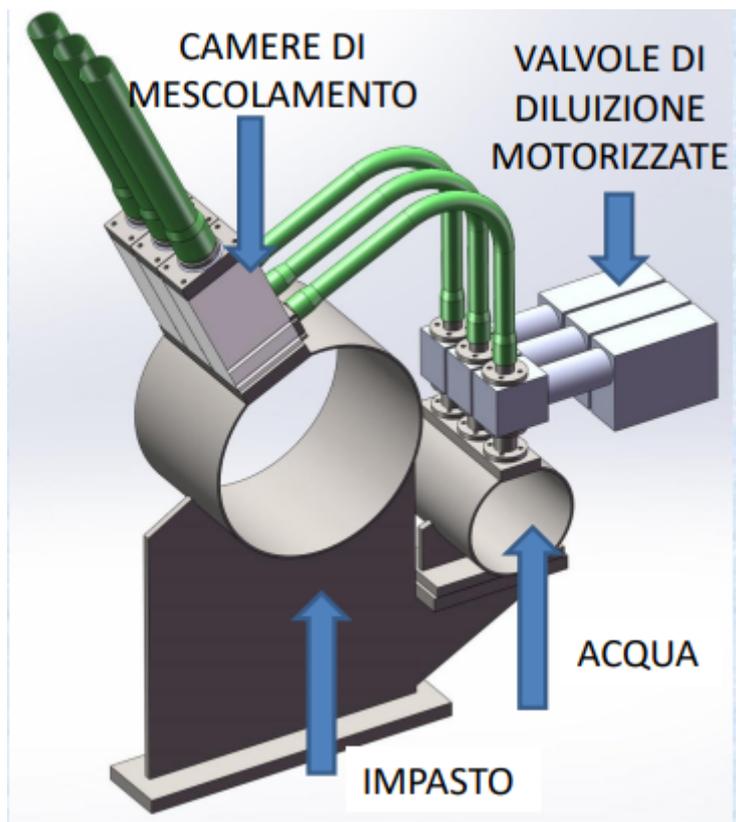
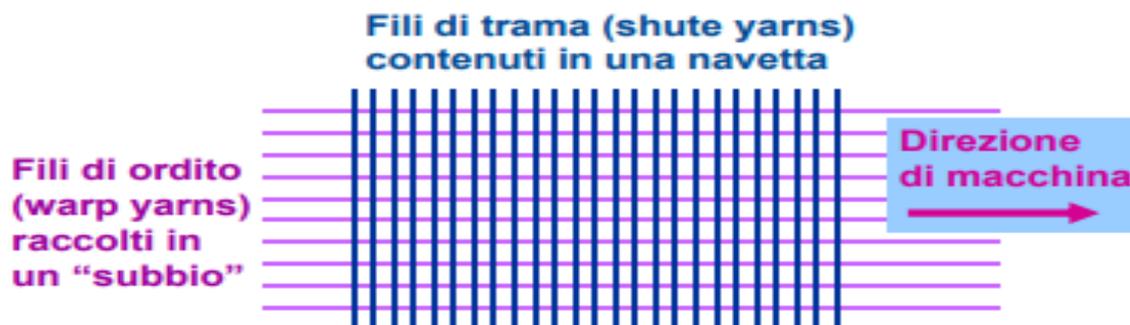


Fig. 12 (sistema di diluizione in cassa di afflusso)

Il compito principale della cassa d'afflusso è quello di alimentare la tela di formazione con un getto il più possibile costante ed omogeneo, sia in direzione di macchina che in direzione trasversale. Il flusso d'impasto deve giungere sulla tavola piana con una velocità ben definita, ma non necessariamente uguale, a quella della tela. La differenza tra la velocità del getto e quella della tela è definita generalmente come rapporto getto/tela. Se la velocità del getto è inferiore a quella della tela, si ha una diminuzione della quadratura del foglio, ossia carico di rottura longitudinale superiore a quello trasversale e questo dipende dal fatto che la tela trascina le fibre orientandole longitudinalmente. Molto importante per la formazione del foglio, è anche la direzione con cui il getto arriva sulla tela, cioè l'angolo che esso forma con il forming board: un punto di contatto molto arretrato (labbro superiore avanzato rispetto a quello inferiore), con il getto che si infrange tra il rullo capotela ed il forming board, implica un drenaggio repentino dell'impasto, peggiorando l'uniformità della formazione, ma ottenendo un maggiore aggrovigliamento tra le fibre, che porta ad una maggiore resistenza meccanica. Arretrando il labbro superiore rispetto a quello inferiore, si sposta avanti il getto facendo così in modo da drenare l'impasto in avanti sulla forming board per ottenere una formazione più lenta e graduale. È importante, per la messa a punto della cassa d'afflusso, lo studio dell'orientamento fibra da esso generato. Il getto può essere di tipo convergente, cioè "inflow", ovvero getto che si dirige dai lati della cassa verso il centro e divergente, cioè "outflow", con il getto che si dirige dal centro verso i lati.

Il secondo elemento che troviamo per la formazione del foglio nella tavola piana è la tela di formazione. La funzione della tela di formazione è:

- 1) mantenere un drenaggio controllato;
- 2) dare supporto alle fibre (drenare l'acqua e trattenere le fibre);
- 3) formare il foglio;
- 4) trasportare il composto fibroso e rilasciarlo al feltro pick-up;
- 5) deve essere stabile, resistente all'abrasione ed essere sempre pulita.



*Fig. 13 (come è formata una tela)*

La tela di formazione ha la maggiore influenza fino a che i primi 10-15 g/m<sup>2</sup> si sono depositati. Dopo questo range di grammatura è la carta stessa che funge da filtro, non più la tela. Le tele di formazione sono costruite solitamente con filati di materiali sintetici per una maggiore durata di vita. La tela è formata dagli orditi che lavorano in direzione di macchina e la trama che lavora in direzione trasversale.

La tela utilizzata ad Avezzano usata per la formazione del retro ha una lunghezza totale di circa 66 metri ed è formata da tessuti a doppio strato e mezzo. Questo tipo di tele di formazione è nato per migliorare le prestazioni delle tele a doppio strato.

Sono essenzialmente tele a doppio strato modificate sul lato carta, in grado di aumentare sia il supporto fibre che l'area aperta della tela. I maggiori vantaggi che queste tele offrono rispetto ad una a doppio strato semplice sono:

- 1) diminuzione delle marcature;
- 2) migliore capacità drenante;
- 3) migliore ritenzione e maggiore vita.

Per fare in modo che la tela abbia un'efficienza ed una durata elevata, bisogna pulirla continuamente. La pulizia deve essere efficace ma non aggressiva. Il modo migliore per pulirla sono gli spruzzi ad alta pressione; questi, posti in serie su tutto il formato della tela, devono avere una pressione sufficiente a togliere impurità dalla trama ma non devono incidere sulla resistenza. Gli spruzzi, inoltre, vanno inseriti in posti ben precisi e con angolazioni particolari. Le tele possono essere lavate periodicamente anche con acido cloridrico o con soda, ma a basse concentrazioni e per tempi brevi. Altri elementi drenanti che troviamo nella tavola piana che permettono la formazione del foglio sono: il forming board, i foils, i vacuumfoils, le casse aspiranti, il telino, il cilindro aspirante.

Il Forming Board è una stecca rivestita in ceramica che impedisce l'immediato drenaggio della pasta dopo "l'atterraggio sulla tela". Dopo l'impatto sulla tela troviamo una prima zona di drenaggio graduale, il più possibile dolce e controllato, mediante i foils. Questi elementi drenanti hanno la funzione di tenere "mossa" la pasta sulla tela, di "richiamare" nelle maglie della tela e sotto di essa l'acqua dell'impasto, di "togliere" con la punta (naso) l'acqua richiamata nelle e sotto le maglie dal foil precedente. Dopo il primo tratto della tavola piana la leggera depressione creata dai foils non è più sufficiente a togliere l'acqua ed è necessario ricorrere ad elementi drenanti (vacuumfoils, casse umide, casse aspiranti, cilindro aspirante) che, creando un vuoto sempre più alto sotto la tela, costringono l'acqua a lasciare la fibra.

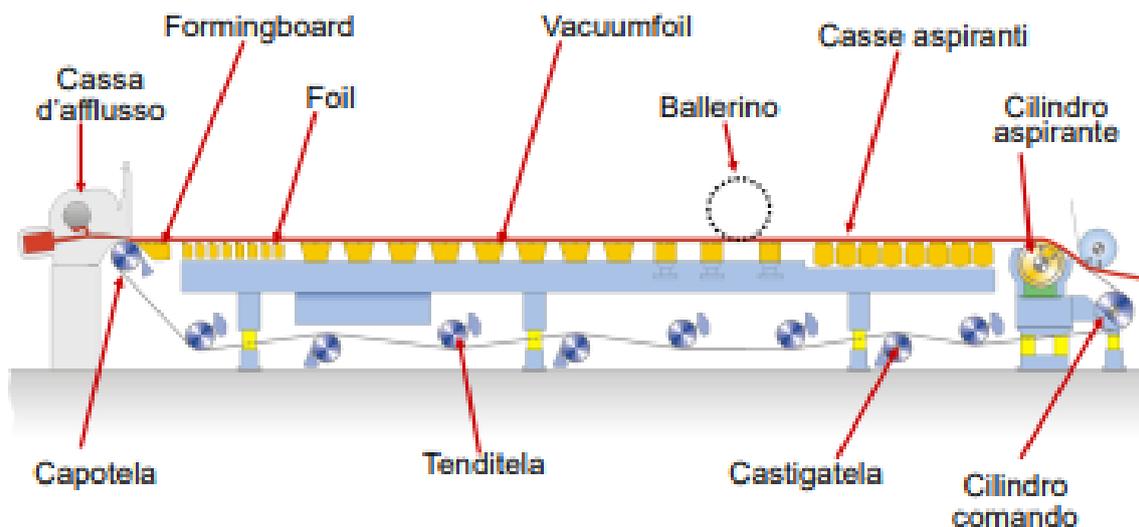
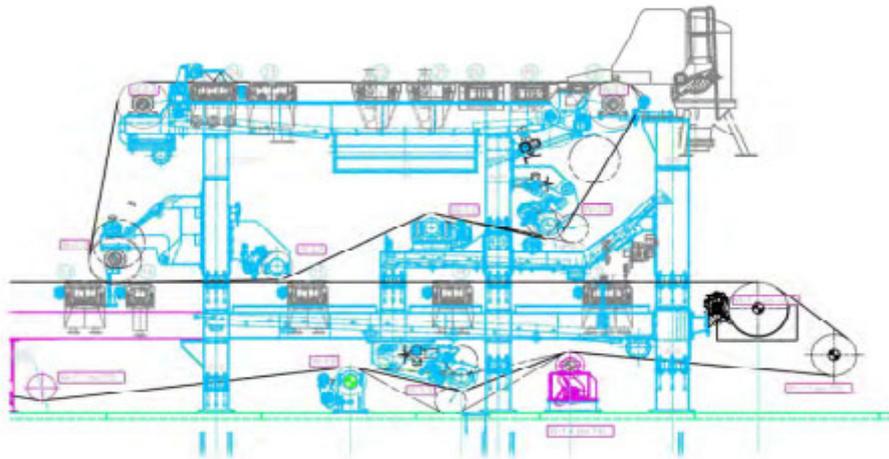


Fig. 14 (esempio di una tavola piana)

Quando lo spessore del feltro fibroso raggiunge un certo limite, l'azione idrodinamica non è più sufficiente per drenare l'acqua; a questo punto intervengono le casse aspiranti, costituite da un cassone chiuso, con un coperchio piano formato da robusti listelli o da piastre forate rivestite di materiale sintetico o ceramico. Ciascuna cassa è collegata, mediante un tubo di scarico, ad una gamba barometrica e ad un impianto di aspirazione opportunamente regolato a basso vuoto, per cui si viene a determinare una differenza di pressione tra le due facce del feltro fibroso: pressione atmosferica su quella superiore e depressione su quella inferiore. In questo modo il drenaggio avviene solamente nella parte inferiore del foglio creando così un doppio viso alla carta; per evitare ciò è stato progettato il telino. I principi di funzione si basano sui cambi di direzione delle tele, foils e dalla tensione delle tele. Il telino ad Avezzano è lungo circa 16 metri, è essenzialmente costituito da una tela superiore all'interno della quale, un cassetto di drenaggio, aspira l'acqua dal lato superiore del foglio. La tela superiore viene a contatto con quella inferiore su un elemento curvo (cassetta) posto all'interno della tela superiore e la pressione creata tra le due tele estrae l'acqua costringendola ad attraversare la tela superiore, dove viene immediatamente aspirata da una cassetta aspirante. Il completamento del drenaggio e la compattezza del foglio vengono ottenuti dalla tensione della tela inferiore e dal vuoto della cassa aspirante posta all'interno della tela superiore. Come ultimo elemento della tavola piana troviamo il cilindro aspirante formato da un mantello in acciaio o bronzo (quest'ultimo più facile da forare senza l'utilizzo di lubrificanti) con fori passanti ed un cassetto aspirante all'interno. Il cilindro aspirante svolge due funzioni: quella di estrarre ulteriore acqua dal feltro fibroso e quella di trascinare la tela. Una volta "passato" il foglio alla zona presse, la tela inferiore girando tra il cilindro comando fa il suo ritorno verso il cilindro capotela.

## 3 TELA SUPERIORE TOP

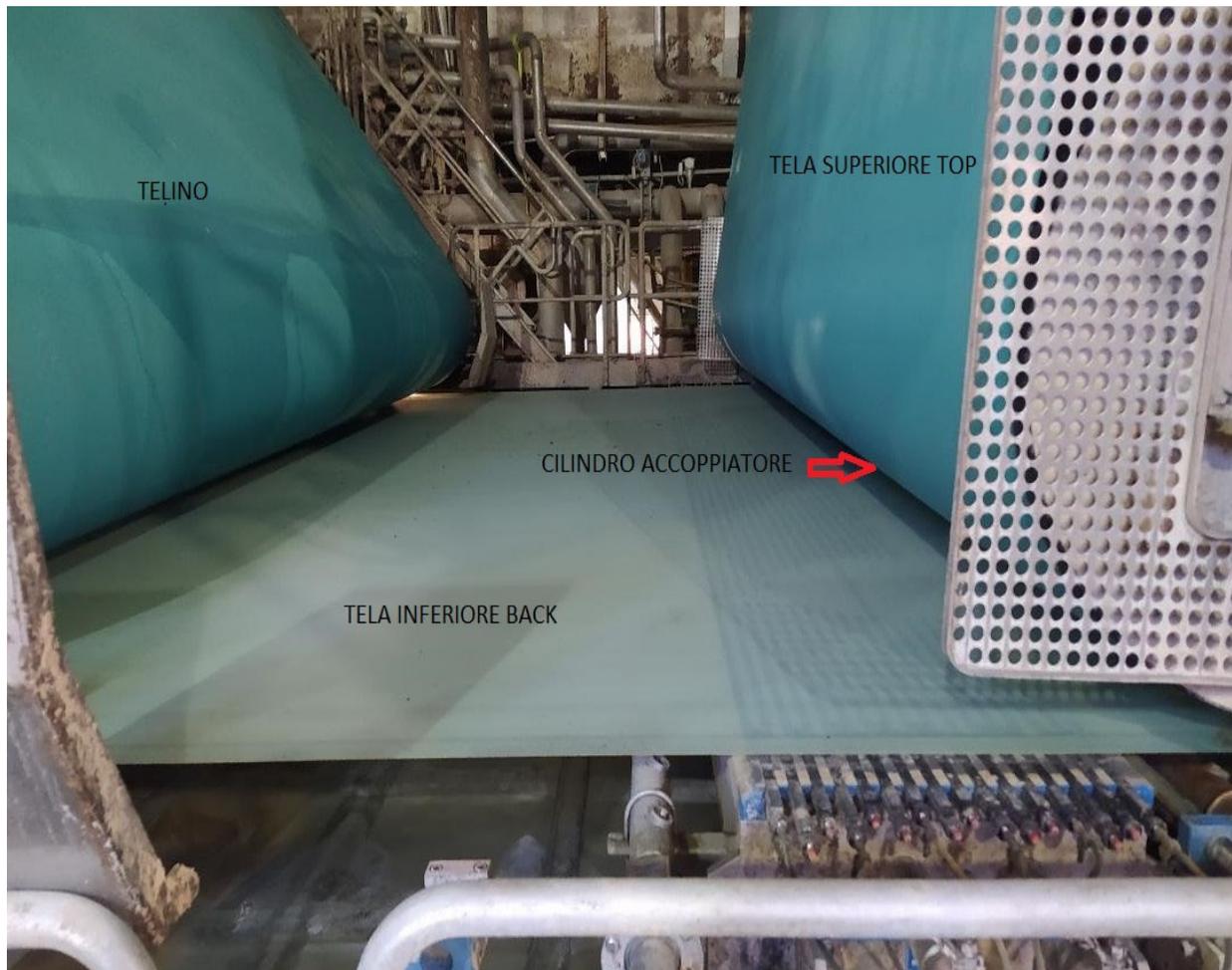
### 3.1 CASSA DI AFFLUSSO, TAVOLA PIANA, TELA DI FORMAZIONE, SISTEMI PER IL VUOTO.



*Fig. 15 (zona di formazione della copertina "tela top")*

Al di sopra della tavola piana per la formazione dello strato del retro, o back, troviamo la tavola piana per la formazione dello strato della copertina, o Top. Anche se di lunghezza è circa la metà della tavola piana per la formazione dello strato del retro, il funzionamento è simile. All'inizio della tavola piana il primo elemento per la formazione dello stato fibroso che troviamo è la cassa di afflusso. Per lo strato della copertina è stata montata una cassa di afflusso idraulica con attenuatore di pulsazioni, o smorzatore, esterno. La cassa d'afflusso idraulica è adatta per macchine ad elevata velocità. Esse sono riempite completamente di pasta. A differenza della cassa di afflusso del retro dove la correzione del profilo avviene in modo automatico tramite un sistema di diluizione, nella cassa di afflusso per la copertina la correzione del profilo avviene tramite dei martinetti che vanno a deformare il labbro superiore nel punto dove si vuole intervenire. L'impasto nella cassa di afflusso arriva tramite un diffusore conico in acciaio inox. Dentro la cassa di afflusso troviamo anche qui il diffusore formato da due fili di tubi circolari, dal lato ingresso pasta, e rettangolari sul lato uscita pasta verso la tela di formazione. Nel convergente vi è posta una lamella (Lexan), ossia un "foglio" in policarbonato con lo scopo di creare delle micro turbolenze nell'impasto e garantire una migliore formazione. Anche in questa tavola piana sono presenti tutti i sistemi per il drenaggio quali foils e cassette aspiranti. In questa tavola piana la tela di formazione è composta da tessuti a doppio strato e mezzo ed è lunga circa 26 metri.

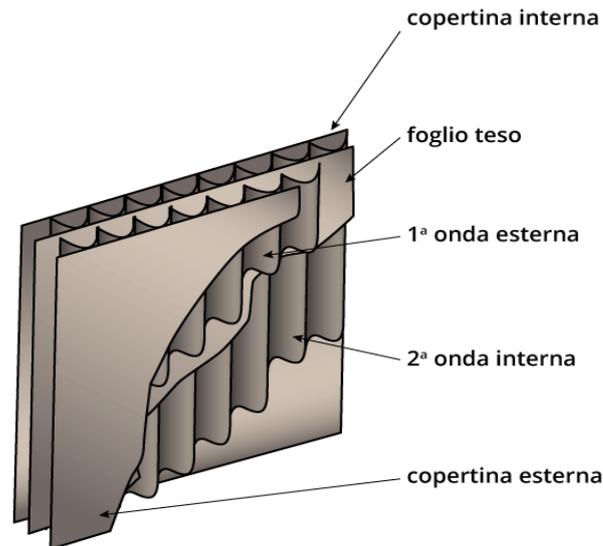
## 4 ACCOPPIAMENTO TRA DUE STRATI.



*Fig. 16 (zona di adesione tra i due fogli, retro e copertina)*

Il cartone ondulato per le sue caratteristiche di riciclabilità e biodegradabilità è diventato nel tempo il materiale più richiesto nella produzione di imballaggi robusti e versatili ideali per contenere, trasportare e proteggere il contenuto all'interno. Tecnicamente il cartone ondulato è un sandwich composto da due fogli di cartone piano (le Copertine) e uno o più fogli di cartone ondulato (onda) tenuti insieme da collanti naturali derivati da amidi di mais, fecola di patate ed altri. Nel caso i fogli di cartone ondulato siano due o più, fra uno e l'altro si interpone un altro foglio di cartone piano chiamato teso. Si parla allora di cartone ondulato a onda singola, doppia o tripla. Per la produzione di carte realizzate da fibre di recupero, la materia prima spesso è disomogenea perché oltre alle fibre possiamo trovare ceneri, contaminanti (plastica, vetro, ferro, ecc..) e colloidali. Generalmente nella cartiera in cui lavoro utilizziamo macero pre e post consumer. Normalmente per la produzione dello strato del retro usiamo un macero prettamente post consumer, ossia fibre meno nobili

ricavate dalla raccolta urbana, cartoni misti e cartaccia, mentre per la produzione delle copertine usiamo macero pre consumer, ovvero fibre ricavate da scarti di editoria, rifili stampati e non, libri. Per la produzione di copertina bianca invece utilizziamo rifili bianchi e scarti bianchi con o senza patina. Partendo da questo presupposto si nota come ogni strato, retro e copertina, ha una sua lavorazione. Lo strato del retro essendo meno nobile e meno raffinato è quello più spesso, mentre lo strato della copertina è quello più pregiato e meno spesso.



*Fig. 17 (come è formata un cartone ondulato)*

Le caratteristiche del cartone ondulato sono strettamente legate alle caratteristiche delle singole carte che lo compongono. In questo senso si possono distinguere le carte in due macro categorie: le carte da copertina e le carte per ondulazione. Le carte da copertina possono essere avana o bianche (richieste soprattutto per esigenze di stampa) e si classificano secondo caratteristiche meccaniche decrescenti:

- 1) Kraftliner avana o bianco;
- 2) Kraftliner bianco patinato, le quali contengono molta fibra vergine;
- 3) Testliner avana o bianco, contenete quasi esclusivamente fibra riciclata.

Anche le carte per ondulazione sono classificate secondo caratteristiche meccaniche decrescenti: Semichimica, Medium, Wellenstoff e Fluting e sono realizzate esclusivamente con fibra riciclata. Suddivise per tipo e per grammatura le carte che compongono il cartone, possiamo anche identificare e misurare le diverse caratteristiche del cartone ondulato per meglio rispondere alle differenti esigenze di impiego.

- Grammatura del cartone: esprime il peso del cartone al metro quadrato; non è altro che la

somma delle grammature delle copertine, più la grammatura delle onde (il peso al metro quadrato dovrà essere maggiorato secondo un coefficiente di ondulazione che varierà in base allo spessore ed al passo dell'onda) ed il peso dei collanti.

- Spessore del cartone: misura la distanza in mm tra le due superfici esterne di un cartone ondulato.
- Edge Crush Test (ECT): è una prova di compressione che si effettua su una striscia di cartone, volta a misurare lo sforzo espresso in kN/m nel sistema internazionale di misurazione necessario per deformare la striscia stessa. Tale dato consente di confrontare i vari cartoni ondulati rispetto alla loro resistenza alla compressione ed è strettamente correlato con la resistenza all'impilamento degli imballi relativi.
- Resistenza allo scoppio: misura la resistenza alla perforazione di un cartone ondulato. Si esprime in kPa nel sistema internazionale di misurazione ed è la misura della resistenza alla rottura di un cartone sottoposto ad una pressione in senso ortogonale alla sua superficie.
- Box Compression Test (BCT): misura la resistenza di una scatola di cartone ondulato vuota alla compressione verticale, ovvero quanti chilogrammi può portare una scatola prima di schiacciarsi. Questo dato è fortemente correlato con quello di ECT del cartone che compone l'imballo.
- Assorbimento d'acqua (COBB): misura in gr/m<sup>2</sup> la quantità di acqua distillata che viene assorbita da un determinato cartone sottoposto ad una pressione di colonna d'acqua di 1 cm in un determinato intervallo temporale. Il dato che si ricava può essere utile sia per eventuali considerazioni sulla stampa (dato che i colori nella stampa flexo sono a base acqua), sia nell'impiego del cartone in ambienti umidi (es. celle frigorifere o cantine);
- Permeabilità all'aria Gurley: rappresenta il tempo necessario espresso in secondi (s) per far passare 100 cm<sup>3</sup> di aria.

Uno dei problemi più frequenti che si incontra per la produzione di carta per ondulatori è l'adesione tra i diversi strati. Un ruolo importante lo svolge la percentuale di umidità che uno strato possiede al momento dell'accoppiamento; infatti bisogna trovare un giusto compromesso che permetta la formazione di legami idrogeno senza però pregiudicare l'asciugamento.

### BURGO AVEZZANO 02 TELA INFERIORE

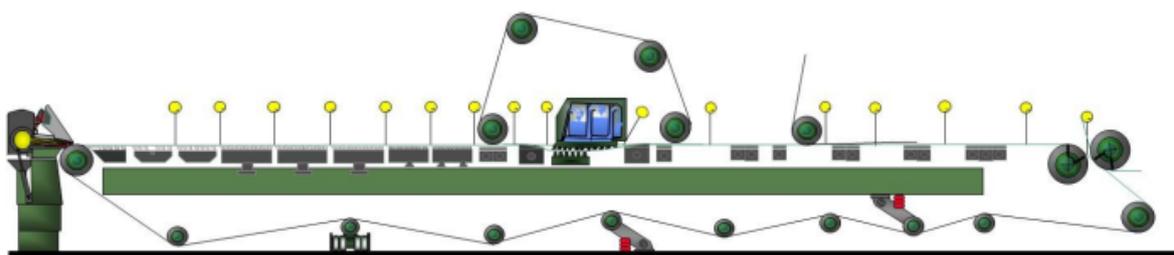


Fig. 18 ( tela inferiore, retro)

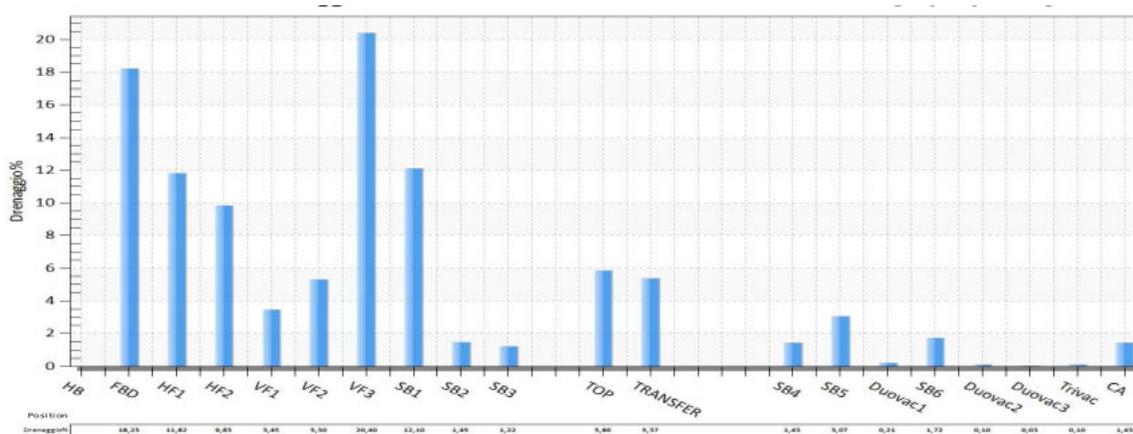


Fig. 19 (drenaggio tela inferiore)

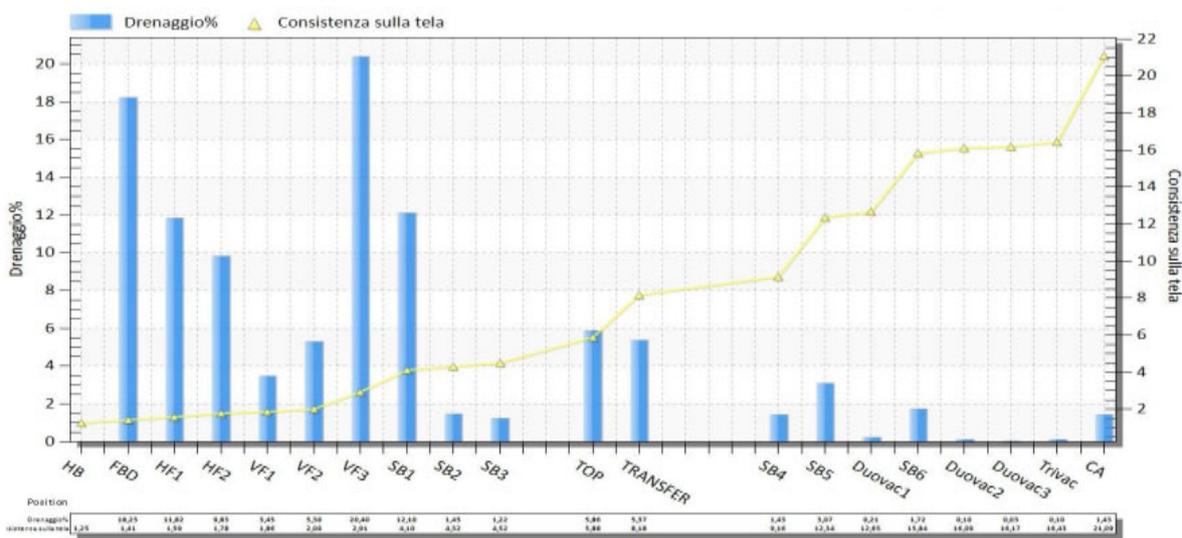


Fig. 20 (rapporto drenaggio e consistenza del foglio sulla tela inferiore)

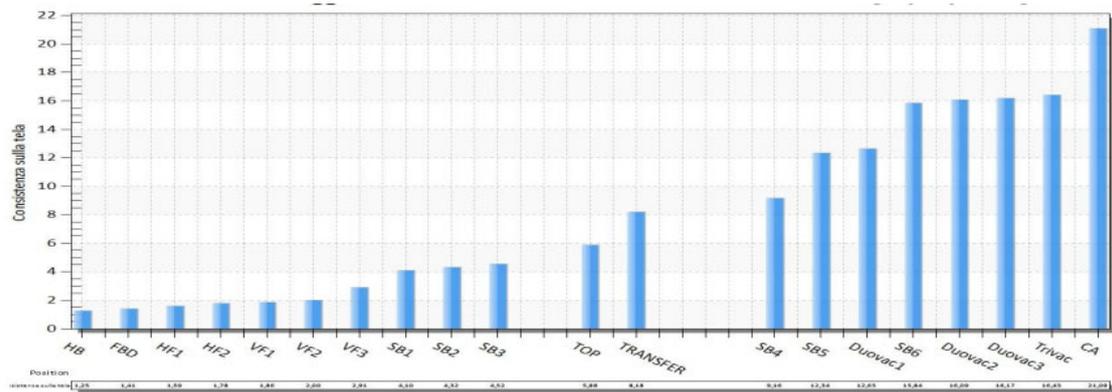


Fig. 21 (consistenza del retro in tavola piana)

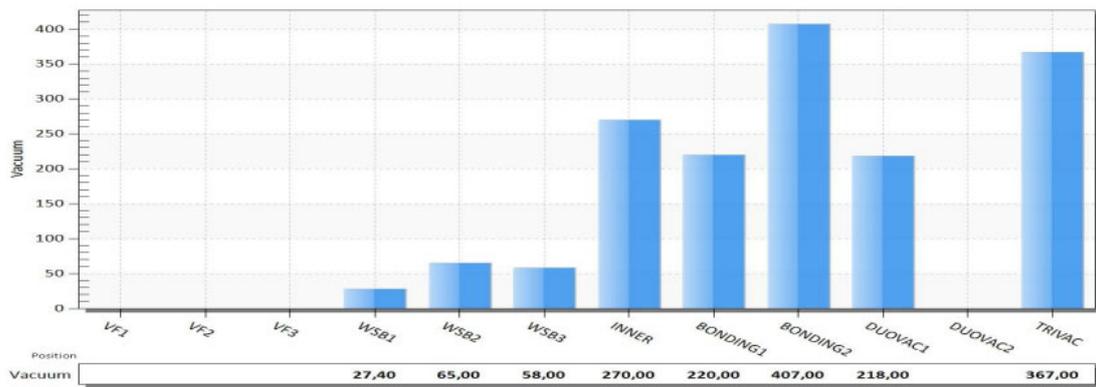


Fig. 22 (vuoti sulla tela inferiore)

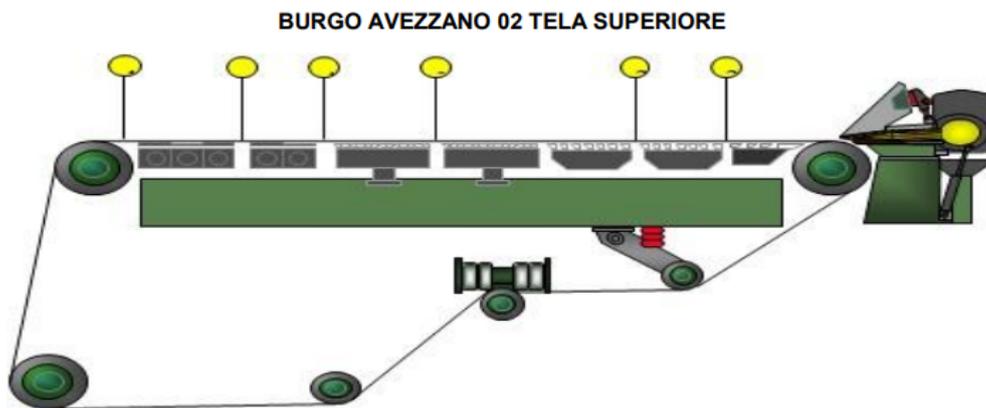


Fig. 23 (tela superiore, copertina)

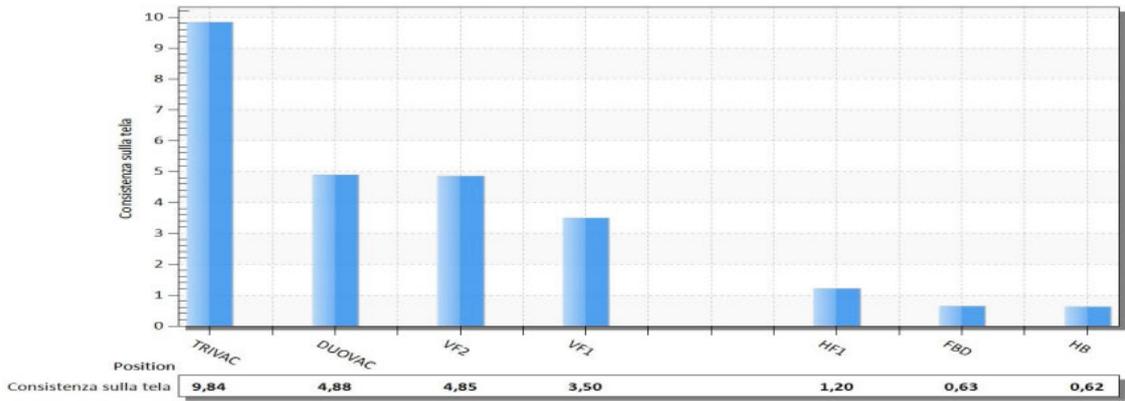


Fig. 24 (consistenza in copertina)

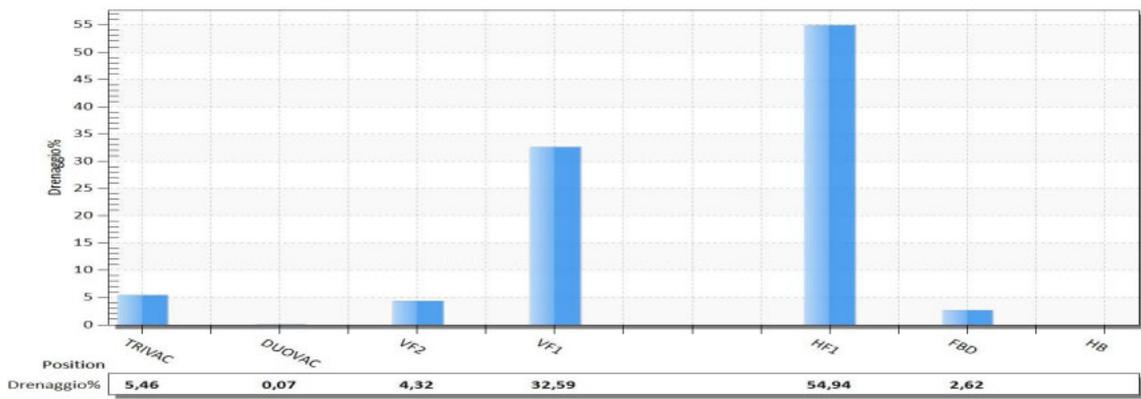


Fig. 25 (drenaggio in tavola piana superiore)

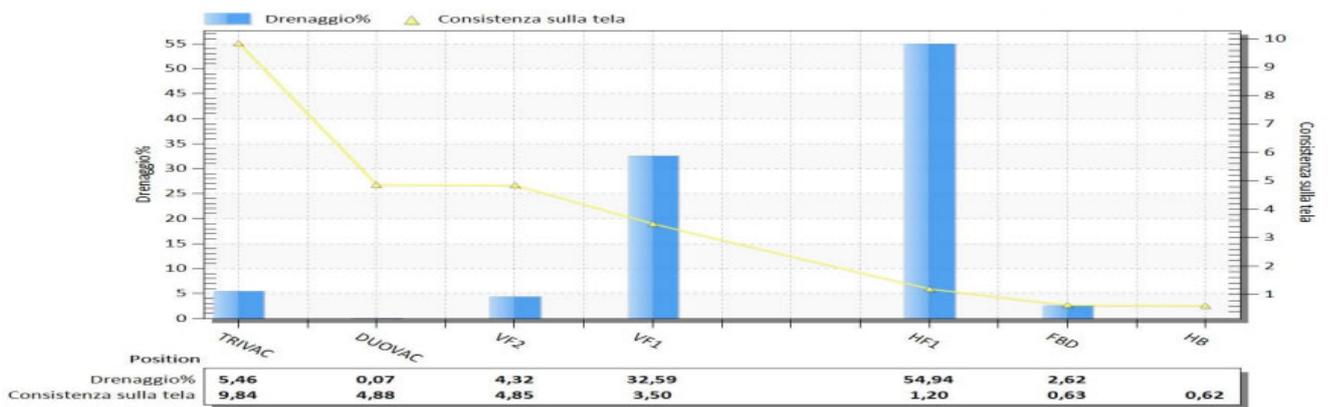


Fig. 26 (rapporto drenaggio e consistenza del foglio sulla tela superiore)

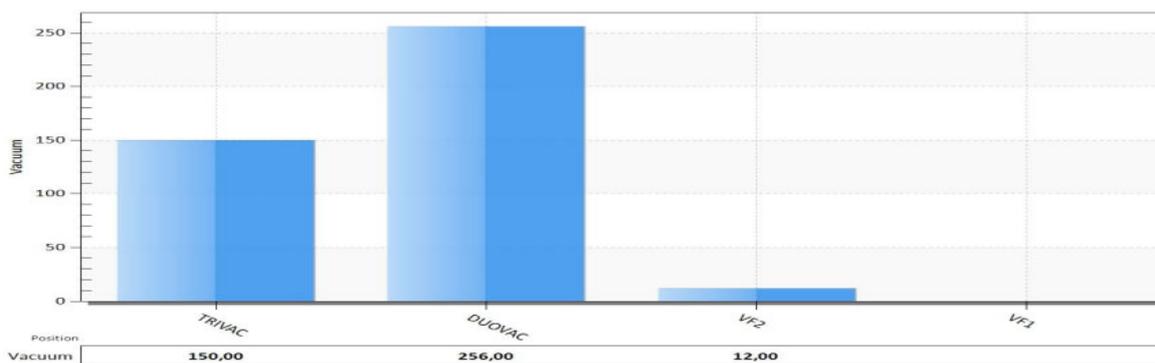


Fig. 27 (vuoti sulla tela superiore)

Per avere un buon accoppiamento tra gli strati retro e copertina, possiamo notare dalle prove tecniche effettuate che c'è una differenza di drenaggio, quindi di secco all'adesione. Tale differenza è dovuta dalla tipologia di fibre utilizzate per la formazione del foglio, dalle portate della cassa di afflusso e dalla velocità delle tele. Solitamente il rapporto portata pasta tra retro e copertina è circa 3 a 1 (9.000 litri /min sul retro e 3.000 litri/min sulla copertina). Ovviamente le portate sono date in base alla tipologia di grammatura da produrre e dalle condizioni di vapore per asciugare il foglio. L'accoppiamento tra i due fogli di carta avviene sotto il cilindro accoppiatore che si trova tra la tela inferiore e la tela superiore. Sotto questo cilindro di accoppiamento l'adesione degli strati è aiutata da una cassetta collegata ad un impianto di alto vuoto (Sulzer). Normalmente la carta arriva in questo punto di contatto con un secco intorno al 8-10%. L'adesione avviene tra i legami fibra-fibra e per questo il foglio non deve essere troppo secco, altrimenti si avrebbe una delaminazione. Per ovviare a questo problema, un aiuto può arrivare dall'amido che, immesso in impasto o spruzzato all'ingresso dell'accoppiamento, può favorire l'accoppiamento stesso.

Una delle prove effettuate in laboratorio per verificare l'adesione tra gli strati è lo Scott Bond. Questo test ci permette di capire quanta forza occorre per separare i fogli di carta, ossia la delaminazione degli strati.

Come viene effettuato il test in laboratorio? Per mezzo di un nastro biadesivo idoneo applicato alle due facce della provetta si fissa quest'ultima a due superfici, delle quali quella inferiore appartiene ad un elemento piano e quella superiore ad un elemento angolare dell'apparecchio. Si provoca la separazione in due della provetta nella zona di minor resistenza, mediante l'urto di un pendolo contro la faccia interna dell'elemento angolare. Si misura il lavoro compiuto dal pendolo per effettuare questa separazione; il valore del lavoro corrisponde alla resistenza allo sfaldamento all'interno di un getto, ovvero all'adesione tra getti o strati della carta o del cartone.



*Fig. 28 (strumento Scott Bond)*

## **5 TIPI DI CARTE PRODOTTE NELLO STABILIMENTO DI AVEZZANO.**

Ad oggi nella cartiera di Avezzano vengono prodotte carte con fibre riciclate per la produzione di carta da onda e carta per copertina.

Solitamente il foglio è doppio strato, retro accoppiato ad una copertina, e le principali carte realizzate con fibre da recupero sono:

- carta da onda (Fluting, Wellenstoff, Medium, Medium HP).
- carta per copertina (Testliner 1, 2, 3 e 4, Frost, Testliner bianco, TK1).

## **6 OSSERVAZIONI E CONCLUSIONI.**

Per prima cosa bisogna ribadire l'importanza della tavola piana per la formazione del foglio e come seconda cosa, per quello che riguarda il mio settore, l'importanza del tipo di fibre da recupero (macero) utilizzate. Una buona formazione del foglio è importante sotto tanti punti di vista: una veloce asciugatura della carta sia alla sezione presse che in seccheria, minori rotture della carta dovute alla tavola piana, maggiori velocità della macchina e quindi maggiore produzione.

Per quando riguarda l'accoppiamento dei due fogli di carta in macchina continua, uno dei maggiori parametri da controllare è la percentuale di umidità/secco al momento del cilindro accoppiatore. Questo parametro è influenzato dalla formazione del foglio, dal drenaggio sopra la tavola piana e dal contenuto di ceneri nell'impasto. Un buon accoppiamento tra i due strati di fogli vuol dire migliore qualità della carta, migliore resistenza e minore delaminazione del foglio.

## **7 RINGRAZIAMENTI.**

Desidero ringraziare il gruppo Burgo per la bellissima esperienza che mi ha permesso di fare frequentando questo corso di formazione, in particolare il direttore di stabilimento Ing. Gasbarrini Alberto ed il suo successore Ing. Bassano Gianclaudio, il direttore del personale Dott. Maiorani Francesco, il responsabile di produzione sig. D'Orazio Franco ed il suo successore Ing. Contò Emiliano.

Un grazie anche all'Istituto San Zeno di Verona, all'organizzatore del corso Prof. Zaninelli Paolo, a tutti i suoi collaboratori/collaboratrici e a tutti i colleghi del corso.

## **8 BIBLIOGRAFIA.**

Materiale didattico del 28° corso di Tecnologia per Tecnici Cartari anno 2022-23.

Appunti di lezioni durante il corso.

Materiale tecnico interno Cartiera Burgo di Avezzano.