REGIONE DEL VENETO

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

Sezione presse e seccheria

nello stabilimento Burgo di Avezzano

di Fabiani Roberto

Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona
fcs.istitutosalesianosanzeno.it - scuolacartaria@sanzeno.org

INDICE

1. OBIETTIVO DELL'ELABORATO

2. PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

3. LA SEZIONE PRESSE

3.1 Caratteristiche fondamentali
3.2 Scopo della sezione presse
3.3 Evoluzione pressatura
3.4 Pressa a scarpa
3.5 Deformazioni meccaniche e controllo del profilo
3.6 Configurazione attuale della sezione presse e progetto di modifica

4. LA SECCHERIA

4.1 Trasferimento di calore dal vapore alla carta
4.2 Scarico delle condense
4.3 Configurazione della seccheria
4.4 La cappa chiusa
4.5 Modifica della cappa e dell'impianto aerotermico
4.6 Ritorni economici

5. CONCLUSIONI

6. BIBLIOGRAFIA

1. OBIETTIVO DELL'ELABORATO

L'elaborato si prefigge lo scopo di presentare l'azienda in cui presto servizio, descrivere lo stato attuale di assetto delle zone interessate dalla trattazione ed illustrare la modifica eseguita ad aprile 2023 in zona presse con l'inserimento di un ulteriore shoe press e rifacimento della cappa con conseguente miglioramento delle potenzialità produttive, dell'impatto ambientale e dei costi di esercizio.

2. PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

Figura 1 Panoramica sito produttivo

Burgo Group negli ultimi anni ha esteso il proprio pacchetto prodotti con l'ingresso nel mondo del packaging, la riconversione dello stabilimento di Avezzano avvenuta nel 2018 è stato il primo passo del Gruppo verso una nuova realtà produttiva, dopo la chiusura del sito

Produttivo nel 2014 causata dalla crisi nel settore delle carte grafiche patinate, punto di forza dello stabilimento.

La riconversione ha interessato tutto lo stabilimento, partendo dall'area di stoccaggio delle materie prime, installazione di un nuovo reparto di preparazione impasti e modifiche del circuito testa macchina e installazione in macchina continua di una seconda cassa d'afflusso e relativa tela di formazione per poter fare carta a doppio strato, si è reso necessario anche un adeguamento dell'impianto di trattamento acque a causa dei maggiori carichi inquinanti. Lo stabilimento di Avezzano oggi produce esclusivamente carte per ondulatori doppio strato, che si suddividono in carte per onda e carte per copertina. La materia prima utilizzata attualmente è costituita da carta e cartone da macero proveniente dal recupero e riciclo del consorzio Comieco. Si tratta prevalentemente di carta e cartone provenienti dalle piattaforme di raccolta e selezione dei rifiuti e refili provenienti dalle realtà produttive che lavorano gli imballaggi in cartone. Secondo gli ultimi dati pubblicati anche nel rapporto annuale dell'ISPRA il tasso di riciclo dei rifiuti di imballaggi di carta e cartone nel 2021 segna un incremento di circa il 9% e raggiunge l'85,1%, superando l'obiettivo fissato dalla direttiva europea per il 2030 (la media Ue27 nel 2019, ultimo anno disponibile, è 82%)[1]. Il settore della carta e cartone si può definire rappresentante principale della transazione ecologica del paese.

[1] L'Italia ricicla il 72% dei rifiuti e avanza sulla raccolta differenziata (asvis.it)

3. LA SEZIONE PRESSE

Si tratta di quella sezione di macchina continua interposta tra zona di formazione e seccheria. Nella sezione presse l'acqua viene rimossa dal foglio mediante la pressione esercitata da coppie di rulli in mezzo ai quali passa il foglio: l'acqua contenuta nel foglio viene trasferita ai feltri su cui la carta è a contatto.

3.1 CARATTERISTICHE FONDAMENTALI

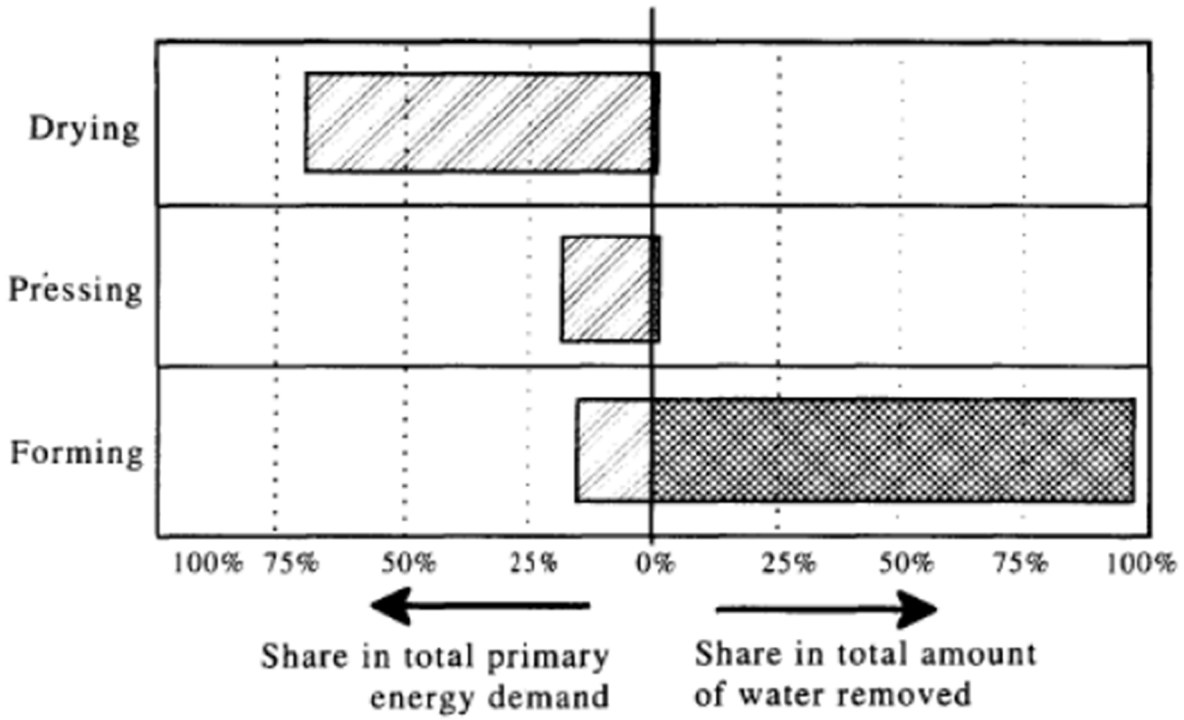
La pressatura del foglio deve avvenire nel modo più uniforme possibile lungo la direzione trasversale, perché è estremamente importante che il foglio sia trasversalmente uniforme in ciascuna delle sue proprietà (uniformità dei profili).
Sotto l'effetto della pressione si ottiene la rimozione dell'acqua libera e conseguentemente l'aumento di compattezza e l'aumento della resistenza del foglio di carta dovuto al fatto che aumentano i legami per un maggior contatto tra le fibre.
Il drenaggio e le proprietà dipendono dal numero dei nip e dalla loro configurazione. Un gruppo presse deve fornire il secco maggiore con il minor numero di nip, le proprietà del foglio devono essere il più possibile uniformi sui due lati e la struttura il più possibile semplice, compatta e rigida, consentire una veloce sostituzione dei manufatti e dei rulli e anche accessibilità per favorire la pulizia e la manutenzione.
Mediante la pressatura si è in grado di influenzare alcune proprietà molto importanti del foglio quali:

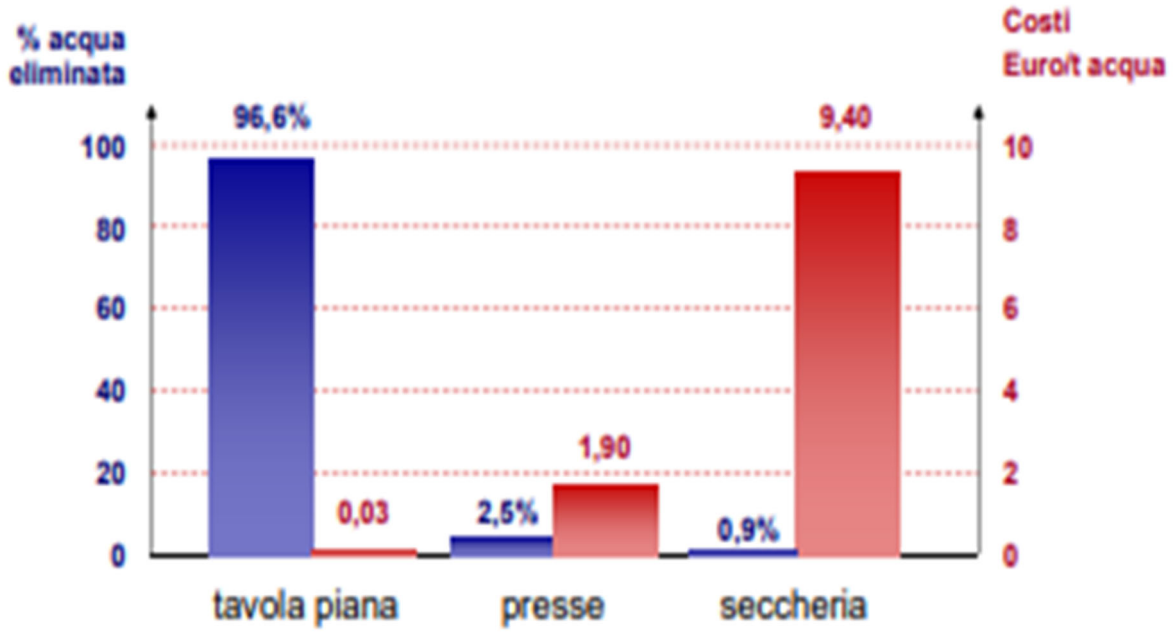
- Profili
  - Profilo trasversale di umidità
- Caratteristiche di resistenza (Caratteristiche importanti per i cartoni)
  - SCT, RCT
  - BURST (scoppio)
  - CONCORA (CMT)
  - Z- Strength (Una misura della forza della carta nella direzione perpendicolare al piano della sua superficie, chiamata anche forza di legame interno, simile all'interna bonding)
  - Rigidezza
  - Internal bonding (resistenza interna, Scott Bond)

La pressatura aumenta la densità del foglio e quindi aumenta il burst, l'internal bonding e SCT/RCT (misure di resistenza a compressione). Il bulk (volume "o mano" di una carta è il rapporto tra spessore di un foglio in micrometri e la sua grammatura in grammi per metro quadrato, volume = spessore / grammatura) è importante anche per le carte da stampa in quanto incrementa opacità e rigidezza a flessione. L'internal bonding è importante per tutte le tipologie.

3.2 SCOPO DELLA SEZIONE PRESSE

Lo scopo principale di una sezione presse è drenare la massima quantità di acqua rispettando le caratteristiche fisiche della carta, generalmente il secco in ingresso è circa il 18% ed in uscita deve essere il più alto possibile (45-54%). Aiuta la formazione dei legami ma fa perdere di spessore, per questo in alcune aziende si usano due feltri in cui passa in mezzo il foglio per limitarne la perdita di spessore, l'acqua residua dovrà essere evaporata in seccheria, in quanto è legata chimicamente alla fibra e bisogna fornire una buona quantità di energia per rompere detti legami, come si può notare dalle figure seguenti il maggior dispendio di energia si ha in seccheria anche se la maggior parte dell'acqua viene eliminata nella zona formazione e sezione presse.

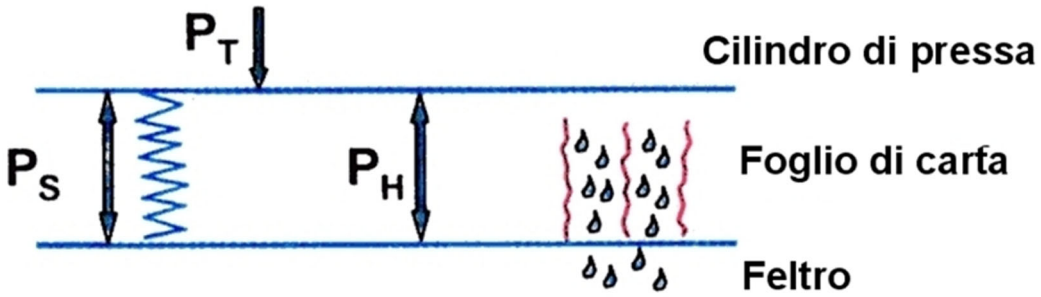




Si può dichiarare che la zona presse, ha una funzione determinante nella formazione del foglio, in quanto con questa delicata operazione, viene eliminata una notevole quantità di acqua contenuta nel manto fibroso, determinando in parte alcune delle numerose caratteristiche del prodotto finito.

Fino al cilindro aspirante si elimina soltanto buona parte dell'acqua libera fra le fibre; tramite foils e casse aspiranti con vuoto più o meno spinto, per proseguire nella disidratazione si ricorre dunque alla sezione presse. La disidratazione del foglio avviene per effetto della pressione esercitata dai rulli che pressano l'uno contro l'altro, fra i quali passa il foglio umido, trasportato da un feltro chiuso ad anello, che lo sostiene e si imbeve dell'acqua strizzata. L'acqua si muove all'interno di un mezzo poroso (carta o feltro) quando è sottoposto ad una pressione idraulica e migra da una zona in cui la pressione è maggiore verso una zona in cui la pressione è minore, cioè grazie ad un gradiente di pressione. La pressione applicata varia a seconda della posizione della pressa, ovviamente sarà minore nella prima pressa dove il foglio è ancora molto umido e deformabile, quindi con il rischio di franatura. Il numero delle presse varia a differenza delle esigenze, in base ai tipi di carta che la macchina continua deve fabbricare. Tale pressione viene misurata in kg al centimetro lineare, anche se la zona di contatto è una striscia e non una linea. L'aumento della velocità della macchina comporta una maggiore quantità di acqua che deve essere eliminata nell'unità di tempo e per questo è necessario operare con pressioni elevate e zone di contatto più ampie in modo d'avere più tempo a disposizione per l'eliminazione dell'acqua. I cilindri della pressa possono essere rivestiti di materiali diversi e presentare superfici differenti: generalmente uno dei due è in granito lucidato o materiale sintetico equivalente assolutamente privo di microrugosità o

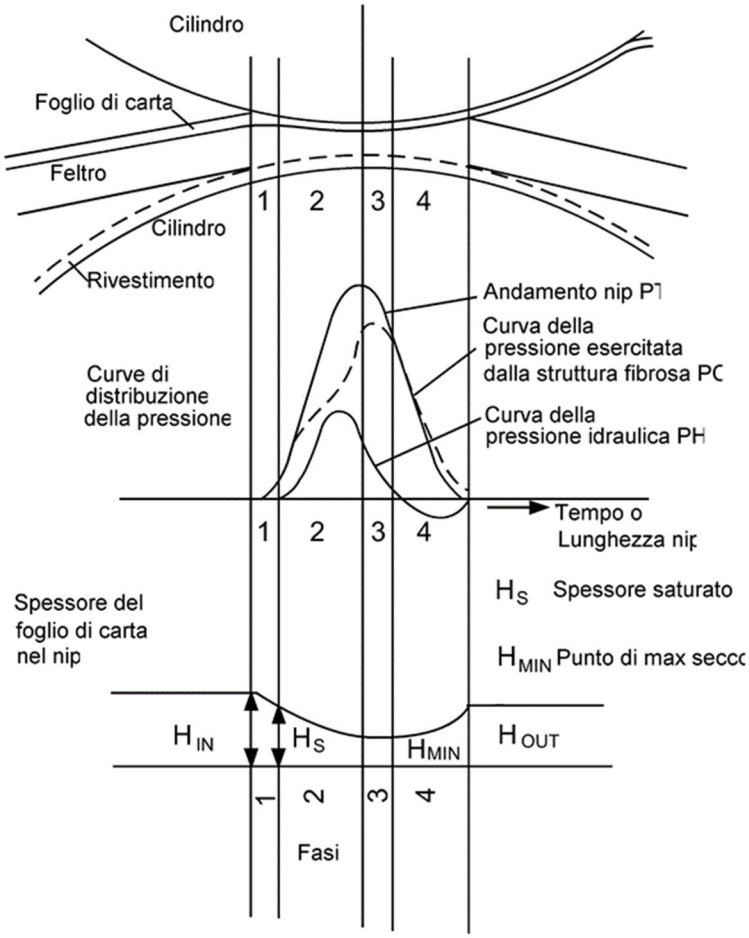
porosità. In alcuni casi le presse possono non essere separate una dall'altra, ma raccolte in gruppi compatti variamente montati All'interno del nip (striscia di contatto tra i due rulli pressa) l'acqua si trasferisce dalla carta al feltro secondo la figura seguente:



P_T = PRESSIONE DI COMPRESSIONE TOTALE
P_s = PRESSIONE DOVUTA ALLA STRUTTURA DEL FOGLIO
P_H = PRESSIONE IDRAULICA
Per ciascun punto del foglio vale:
$P_T = P_s + P_H$

La pressione idraulica diminuisce nella direzione del flusso pertanto la pressione strutturale raggiunge il suo massimo sul lato del foglio dal quale l'acqua è rimossa.
La pressione Strutturale P_s dovuta alla resistenza opposta dal foglio alla compressione nel *nip* ha un andamento parabolico con massimo in corrispondenza della mezzeria geometrica più alta nelle ultime posizioni della sezione presse.
La pressione Idraulica P_H dovuta alla resistenza incontrata dal flusso d'acqua all'interno del foglio è bassa all'inizio del *nip*, massima poco prima della mezzeria del *nip*, diventa negativa nella fase divergente del *nip*, causando possibile *rewetting*.
Più alta nei primi *nip* della sezione presse, aumenta quando le fibre sono più flessibili (es. fibra lunga), perché gli spazi interfibra diventano più piccoli, aumenta nelle grammature più pesanti e con impasti molto raffinati, a causa della fibrillazione esterna e della formazione di fini.
Il rewetting all'interno del nip è dovuto ad il vuoto generato dall'espansione del foglio ed alla capillarità.
L'acqua è rimossa dal foglio grazie alla differenza di pressione idraulica tra il foglio e il feltro, che si genera nelle fasi di compressione (fasi 1 e 2)
Al grado di secco di 20-25 % l'acqua viene già espulsa dalla parete cellulare della fibra
Nelle presse moderne il grado di secco nell'ultimo nip può variare fino al 45-54%. In queste condizioni la maggior parte dell'acqua è all'interno della fibra

Il grado di secco in uscita dalla sezione presse è fortemente dipendente dalla natura dell'impasto fibroso oltre che dalla configurazione della sezione presse.



Lungo il percorso che il foglio compie nell'attraversare il nip possono essere identificate 4 fasi:

- 1° fase pressione idraulica nulla, Il sistema feltro foglio reagisce solo per quella che è la sua resistenza strutturale (compressione delle fibre)
- 2° fase l'acqua all'interno del sistema feltro foglio ha riempito tutti i vuoti e comincia a esercitare una resistenza idraulica
- 3° fase la somma della resistenza idraulica e strutturale raggiunge il suo massimo; la resistenza idraulica cala
- 4° fase: il foglio comincia ad abbandonare il nip, la compressione totale diminuisce e la resistenza idraulica diventa negativa: l'acqua tende ad essere assorbita dal foglio (re-wetting)

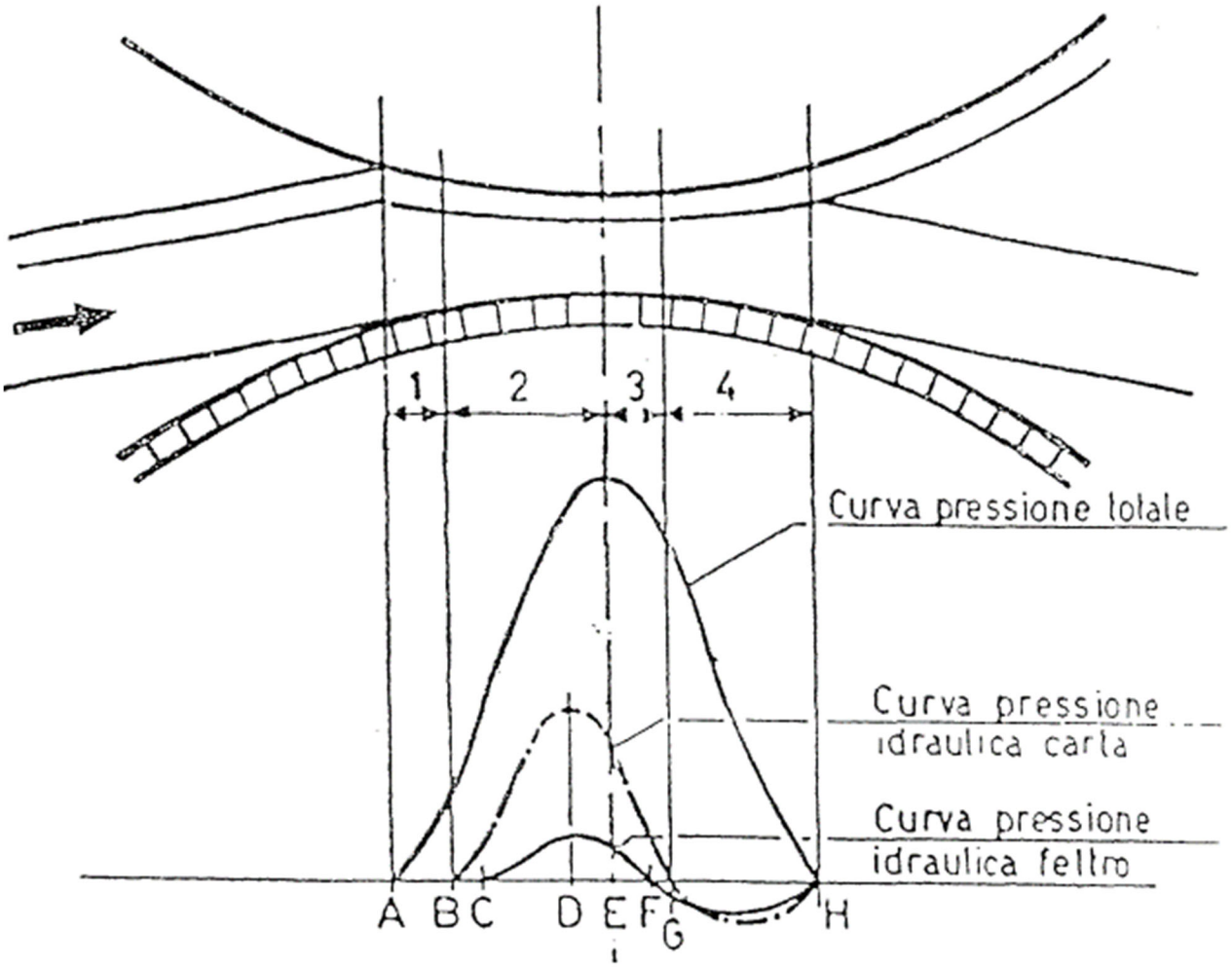
3.3 EVOLUZIONE PRESSATURA

Inizialmente le presse erano costituite da due cilindri e un feltro di lana. Tale feltro in questi casi aveva la sola funzione di supporto, in quanto la carta e il feltro venivano pressati fino al punto in cui l'acqua contenuta nella carta non andava ad occupare tutti gli spazi a sua disposizione, muovendosi attraverso gli interstizi vuoti del foglio stesso. Dopo queste operazioni l'acqua fuoriusciva e veniva scaricata in senso contrario della carta, in quanto essa passava nelle due presse mentre l'acqua appunto non superava tale ostacolo. L'aumento della produzione delle macchine continue e conseguente aumento della loro velocità ha portato un grave problema: infatti la velocità delle presse è diventata superiore a quella che l'acqua impiegava per essere drenata; così la struttura del foglio veniva danneggiata in quanto, non potendo più essere drenata naturalmente, l'acqua si concentrava sotto il feltro. Per eliminare questo inconveniente si sono studiate delle soluzioni modificando feltri e presse. Infatti si sono cominciati a costruire feltri aventi un elevato potere drenante, dove l'acqua riusciva ad essere drenata molto velocemente venendo poi ospitata all'interno di fori o fessure creati appositamente sulla superficie del cilindro. Molti vantaggi sono stati riscontrati con l'avvento di tale sistema, non essendovi più i problemi di velocità in quanto lo spazio che l'acqua dovrà percorrere sarà solo quello dello spessore del feltro, e di conseguenza anche la pressione necessaria sarà molto minore.

Presse a flusso trasversale

La soluzione anticipata precedentemente cioè quella di utilizzare un feltro molto drenante che possa essere attraversato molto velocemente dall'acqua, la quale penetra poi negli alveoli creati sulla superficie del rullo pressa abbracciato dal feltro prende il nome di: "Pressa a flusso trasversale"" in quanto indica il movimento che deve compiere l'acqua per essere eliminata. Come vedremo più avanti, la creazione di rulli con opportuni ricettacoli, la cui funzione è quella di ospitare l'acqua spremuta nel Nip, ha diverse soluzioni: aspirante, scanalata, a fori ciechi. Anche lo sviluppo dei feltri combinati ha portato un grande aiuto nella soluzione di tali problemi; questi feltri infatti hanno la caratteristica di avere al loro interno una struttura aperta e rigida, cioè incomprimibile. Ciò fa sì che lo spessore non si riduca sotto l'effetto della pressione con il notevole vantaggio di poter contenere grandi quantità d'acqua prima di raggiungere la saturazione. Nel caso il feltro non si saturi nemmeno quando venga sottoposto alla massima compressione dei due rulli, si parla di Sello (Dry Press).

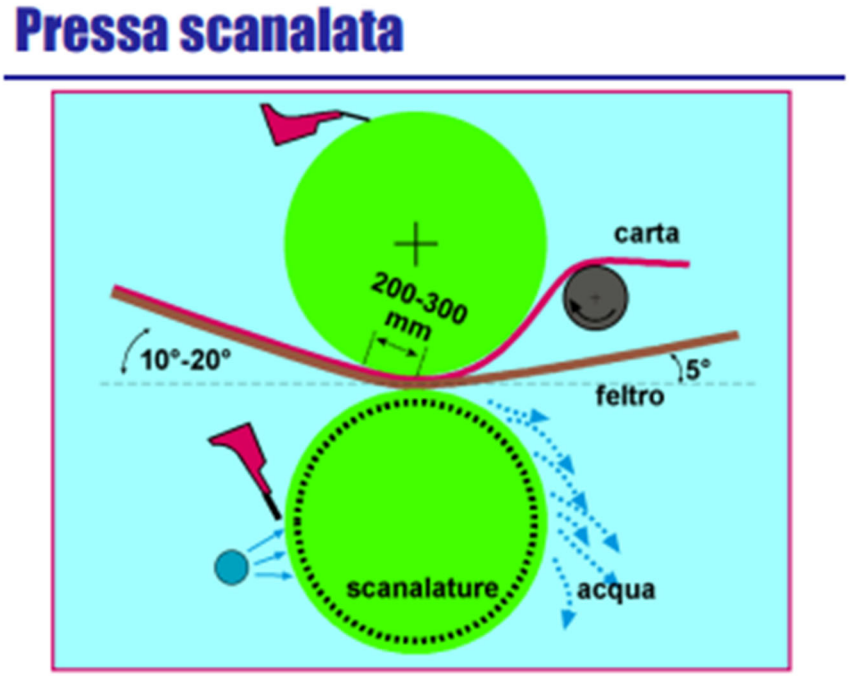
Nella figura in alto e in quella che segue è raffigurata una pressa monofeltrata e cioè costituita da due soli cilindri e da un feltro che abbraccia il cilindro inferiore. In queste figure sono riportati gli andamenti delle pressioni nel nip, queste sono di natura diversa in quanto si verifica una pressione idraulica, e una pressione di tipo meccanica su entrambi. Nella figura seguente nel tratto "A-B" si verifica una pressione meccanica sia sul feltro che sulla carta che elimina l'aria dagli alveoli non contenenti acqua. La pressione idraulica nella carta inizia nel punto "B" dove la migrazione dell'acqua nel feltro è immediata. Nel punto "C" anche sul feltro inizia il carico idraulico, dove l'acqua viene scaricata negli alveoli della camicia del rullo inferiore. Questo fenomeno continua fino a raggiungere la massima intensità nel punto "D", fase di maggiore pressione idraulica. Da qui in avanti il fenomeno diminuisce ma l'evacuazione continua fino al punto "F" dove la pressione idraulica diventa negativa, in quanto da "E" in poi sia per la carta che per il feltro comincia una fase di espansione. In "F" il carico idraulico del feltro diventa negativo e questo comincia ad aspirare acqua oltre che dal foglio anche dalla parete del cilindro abbracciato. Nel punto "G" analoga situazione accade per la carta dove comincerà ad assorbire parte del liquido perso, anche se in percentuale molto inferiore. La separazione avviene nel punto "H"



A: inizio compressione (inizio del nip);
B: punto saturazione acqua;
C: punto saturazione del feltro;
D: punto di massima pressione idraulica nella carta;
E: punto di massima pressione totale;
F: pressione idraulica feltro negativa;
G: pressione idraulica carta negativa;
H: fine compressione.

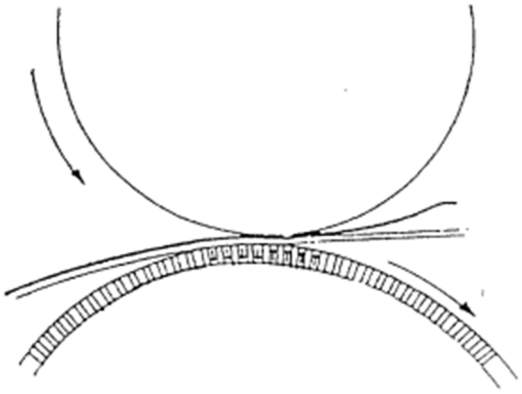
Pressa scanalata

Questa pressa ha la caratteristica di avere un cilindro a contatto con il feltro che presenta lungo la sua circonferenza delle scanalature che permettono all'acqua di scaricarsi istantaneamente. All'inizio vi erano diversi problemi in quanto il rivestimento in gomma era morbido e tendeva a chiudersi, è stato sostituito con poliuretano più duro e per evitare che la carta subisse delle marcature i feltri sono stati più rigidi. L'altra evoluzione ha portato all'utilizzo di raschie e canne di lavaggio per evitare l'occlusione dei canali.



Pressa a fori ciechi

Il cilindro pressa a contatto con il feltro è rivestito in gomma dura nella quale vengono incisi dei fori ciechi, nei quali si trasferisce l'acqua in fase di pressatura per poi scaricarsi nel proseguo della rotazione. Le velocità ottimali sono sopra i 500 mt/min in quanto la sola forza centrifuga riesce a scaricare tutta l'acqua presente nei fori.



Pressa aspirante

In questo tipo di pressa il cilindro inferiore è simile al cilindro aspirante. Questa pressa è caratterizzata da un rivestimento che presenta una particolare foratura a spirale per contenere il rumore creato dall'aria che viene aspirata. All'interno del rullo è presente una cassa aspirante che fa tenuta con il rivestimento e attraverso i fori aspira l'aria e l'acqua estratta dal foglio, la porzione aspirante è collegata ad una pompa ad alto vuoto che permette lo scarico dell'acqua prelevata dal cilindro. La zona di aspirazione può variare tra i 90mm e 170mm e in base alla velocità della macchina varia anche il vuoto applicato

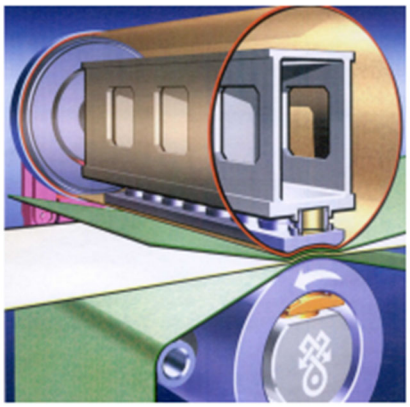
Nei cilindri aspiranti il mantello è forato e comunicante con una camera interna collegata al vuoto, pertanto l'acqua rimossa dal nip viene trattenuta nello spessore del mantello per effetto

del vuoto e rilasciata dopo il nip, quando cessa l'azione del vuoto. Bisogna fare attenzione all'orientamento della cassa, che deve essere esposta al vuoto un attimo dopo il nip, per evitare il rewetting, ma non troppo, per evitare anche il trascinamento del foglio sul feltro.

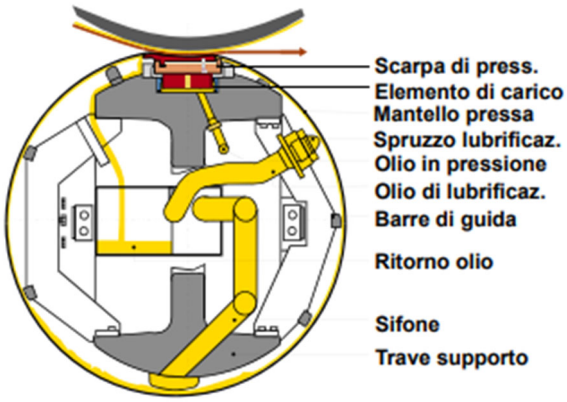
3.4 PRESSA A SCARPA

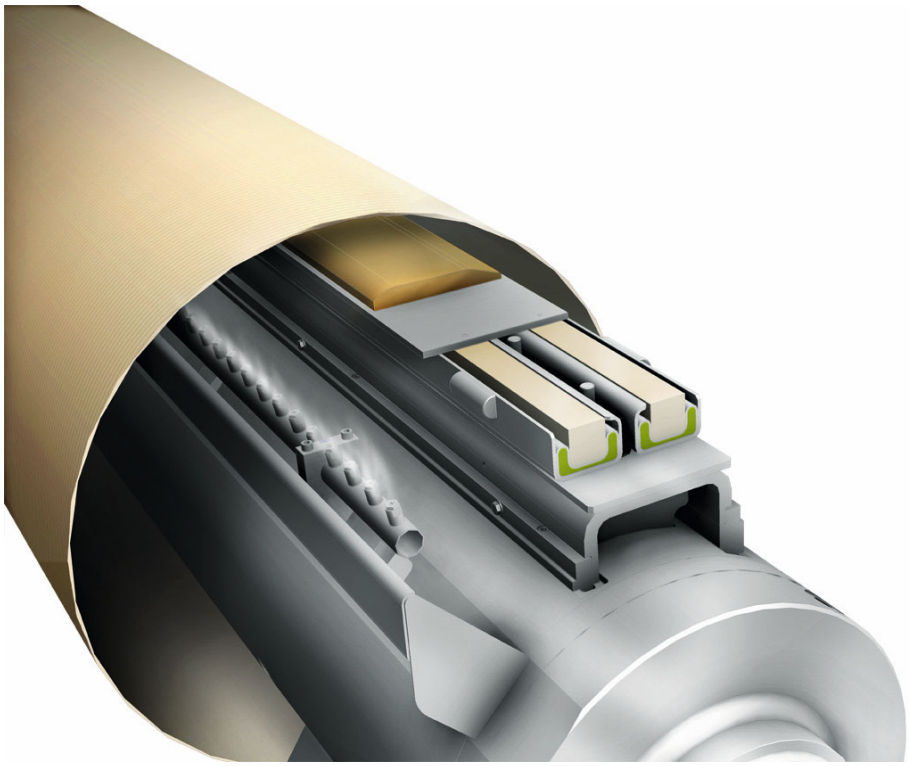
Il continuo aumento della velocità di produzione delle macchine continue ha portato ad un conseguente aumento delle quantità di acqua da eliminare nell'unità di tempo, per sopperire a questa problematica l'evoluzione tecnologica, basandosi sul principio che la maggior quantità di acqua poteva essere estratta aumentando la pressione esercitata oppure prolungando il tempo di permanenza all'interno del nip, ha portato allo sviluppo della pressa a scarpa o shoe press. La pressa a scapa è costituita da una trave nella cui sommità vi è installato un pattino (scarpa), azionato da dei pistoni posti sotto ad esso. Il pattino ha una forma tale da accoppiarsi con il contro cilindro e imprimere un gradiente di pressione crescente in direzione macchina. I pistoni sono mossi da una centralina idraulica ad alta pressione. Il rivestimento di questa pressa è costituito da un mantello o belt che ha una base tessuta in poliammide e kevlar mentre il rivestimento in poliuretano. Questa base è rivestita di poliuretano di differenti durezze tenuta in tensione da appositi compressori. Il lato interno, a contatto con la scarpa, è liscio mentre il lato esterno è lavorato in modo da avere un volume vuoto, che varia tra il 20% ed il 40%, capace di far drenare l'acqua che arriva dalla carta attraverso il feltro.

Pressa a scarpa



Sezione di un cilindro NIPCO FLEX

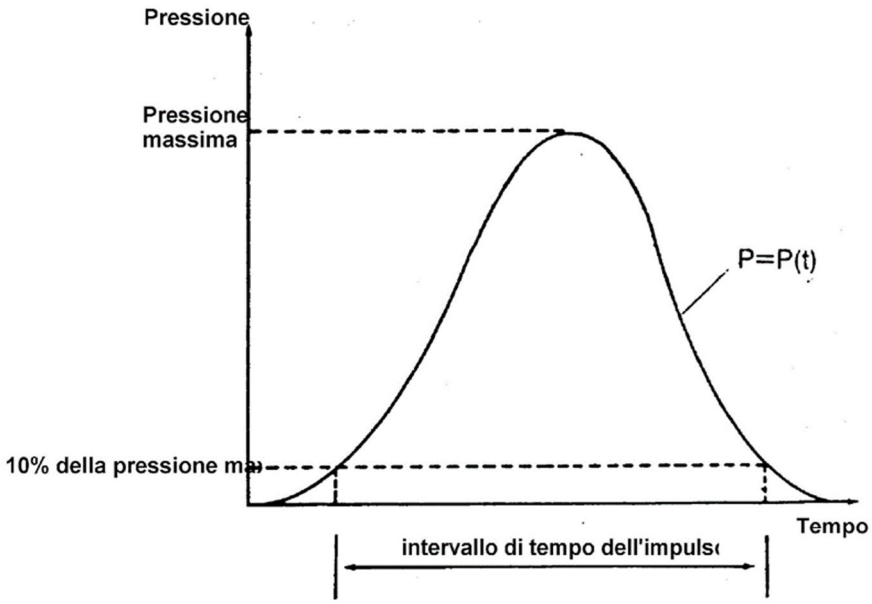




Impulso di pressione

È il parametro che determina la quantità d'acqua rimossa in una pressa, è definito come prodotto della pressione specifica (kg/cm^2) per il tempo di permanenza; oppure viene anche definito come rapporto tra la pressione lineare (kg/cm) e la velocità della macchina. Dimensionalmente l'impulso è quindi una pressione per un tempo. Se si vuole ottenere un maggiore grado di secco si deve aumentare uno dei due parametri, o la pressione o il tempo. Il modo più semplice è quello di allungare il tempo abbassando la velocità di produzione, ma ciò è antieconomico; un altro metodo è quello di aumentare la larghezza del NIP ed è ciò che si è fatto con l'introduzione della pressa a scarpa. Questa introduzione a portato ad un profilo delle pressioni (MD) costante su tutta l'impronta e senza particolari picchi, la punta massima di pressione notevolmente inferiore e che cade velocemente nella zona finale del nip: questo riduce notevolmente la riumidificazione del foglio, la possibilità di variare il profilo di pressione (in direzione di macchina) entro certi limiti attraverso la regolazione della pressione esercitata dai dispositivi meccanici che agiscono sull'inclinazione del gruppo scarpa (o possibilità di sostituire la scarpa con una di geometria diversa), e la possibilità di variare il diagramma di pressione in direzione trasversale anche grazie all'accoppiamento con un contro-rullo a bombé variabile.

IMPULSO = p(Kg/cm2) * t (millisec)



$$\text{Impulso} = \int P(t)\,dt$$

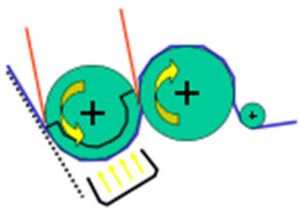
$$\text{Impulso}[kPas] = \frac{\text{Carico lineare } [kN/m]}{\text{Velocità funzionam.to press}[m/s]}$$

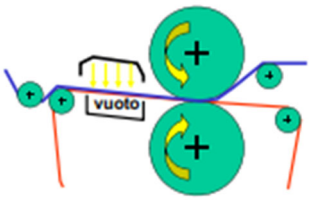
Temperatura

Comportamenti diversi della carta all'interno del Nip possono essere determinati anche dalla temperatura con la quale il foglio entra nella sezione presse. Con l'aumentare della temperatura del foglio diminuisce la viscosità dell'acqua e si riducono così i carichi idraulici e si ottiene una maggiore evacuazione del liquido tra le fibre, diminuisce la tensione superficiale dell'acqua, riducendo le forze di capillarità, questa situazione porta a far sì che le fibre sono più morbide e ciò implica una maggiore compressibilità del foglio poiché si riduce la pressione strutturale e una diminuzione del ritorno elastico del foglio, riducendosi così il rewetting.

Approssimativamente, 10°C in più implicano 1% in più di secco in uscita dalle presse.

Per avere questo aumento di temperatura si possono installare delle casse vapore. Si tratta di un cassetto diviso a settori e file che soffia vapore saturo sulla superficie della carta in corrispondenza di un sistema aspirante che fa penetrare il flusso nella carta.





Carte flow controlled e carte pressure controlled

La distinzione fra carte "pressure controlled" e "flow controlled" è nella tipologia delle carte e del loro comportamento a livello fisico. Nel primo dei due gruppi troviamo carte leggere, scolanti e con elevata porosità come quelle da giornale e carte fini in generale, dove è necessario applicare un alto valore di carico per ottenere un elevato impulso avendo su di esse poca influenza la velocità della macchina e quindi il tempo di permanenza nella zona di pressione. Questo risultato si può ottenere utilizzando cilindri duri di piccoli diametri.

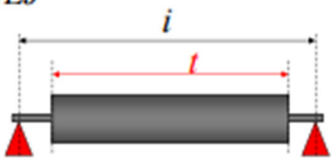
Il secondo gruppo invece è rappresentato da carte pesanti, poco scolanti e con bassa porosità o molto raffinate (cartoncini o simili) in cui l'impulso deve essere mantenuto elevato grazie all'aumentare del tempo di pressatura, quindi velocità più basse, rulli meno duri con diametri maggiori.

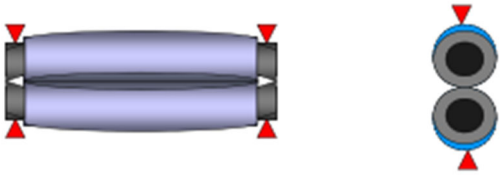
3.5 DEFORMAZIONI MECCANICHE E CONTROLLO DEL PROFILO

Il cilindro viene supportato da due sostegni laterali e riceve un carico sulla sua lunghezza subendo una deformazione. La pressione esercitata tra i due cilindri pressa aumenta la flessione al centro della "tavola" (freccia) e produce una ovalizzazione. Ciò comporta una pressione differenziata tra il centro e i lati delle presse. A questo inconveniente, chiamato "Freccia Massima", si deve porre rimedio per far sì che il profilo di umidità risulti uniforme e non risulti più alto nella zona centrale. Tale deformazione è calcolabile con una opportuna formula matematica. Si può calcolare il bombé da dare ad una pressa in funzione della lunghezza della tavola, dello spessore del mantello, del diametro del cilindro, della pressione di esercizio e del coefficiente di elasticità del materiale.

$$F\,\max = \frac{pt^3(12i - 7t)}{38{,}4EJ}$$

F : freccia al centro del rullo (mm)
p : pressione al nip (Kg/cm)
t : tavola (cm)
i : interasse supporti (cm)
E: modulo elastico (kg/cm^2)
J: momento di inerzia (cm^4)





Si può verificare anche un altro fenomeno e cioè quello di ovalizzazione, in quanto la camicia è di piccolo spessore in relazione al diametro del cilindro stesso. L'effetto della curvatura e in generale quello della deformazione dei cilindri va ad interessare entrambi i cilindri pressori e comporta una diversa distribuzione dei carichi applicati sul foglio di carta che, nel caso del fenomeno di flessione, risulteranno minori lateralmente e più alti al centro, viceversa se prevale l'effetto di ovalizzazione.

Correzione della curvatura

Per ovviare all'inconveniente dei fenomeni di ovalizzazione e flessione si è dovuto intervenire durante la delicata operazione di rettifica, creando sulla superficie del cilindro una curvatura chiamata "Bombe". È da tenere presente che tale bombatura verrà effettuata solo alla camicia e non verrà considerato né il tipo né lo spessore del rivestimento usato. La curva della bombatura è una porzione di sinusoide e il suo valore massimo misurato sul diametro è uguale al doppio della freccia che può essere calcolata con la formula: **$F\ max = pt^3 \times (12i - 7t)/38,4EJ$**

dove: p = pressione al nip (in kg/cm) t = larghezza della tavola (in cm) i = distanza tra i supporti (in cm) e = momento d'inerzia (cm^2) j = modulo elastico (in kg/cm^2)

La deformazione del cilindro dipende esclusivamente dalle caratteristiche geometriche (grandezze i, t e j nella formula della freccia) e fisiche del materiale di cui è costruita la camicia e non dipende affatto dal tipo di rivestimento. Infatti se tale rivestimento dovesse essere sostituito, il valore del Bombè potrebbe rimanere uguale. Una volta calcolato il valore della freccia si deve aggiungere quello dell'ovalizzazione. Per eseguire questo calcolo si deve ricavare una "nip impression" cioè l'impronta su carta carbone della linea di contatto. La differenza tra i carichi ipotizzati e quelli applicati nella realtà rendono molto difficile però tale misurazione.

La formula è la seguente: **$C = (LC2 - LB2) \times (d1 + d2) / (2d1 \times d2)$**

dove: LC = larghezza dell'impronta al centro, LB = larghezza dell'impronta ai bordi, d1 = diametro pressa 1, d2 = diametro pressa 2.

Cilindri a Bombè variabili

Fino a quando i carichi applicati rimangono costanti, i concetti e le formule sopracitate sono applicabili. Nei casi in cui le produzioni diverse modifichino tali valori, si deve ricorrere a cilindri a Bombè variabili. Questi cilindri sono costituiti da un robustissimo albero centrale su cui ruota la camicia; tra questi due componenti sono montati opportuni elementi meccanici

che esercitano una spinta fra albero e la camicia determinando appunto la curvatura desiderata.

Ecco i tipi di meccanismi più utilizzati per ottenere questo risultato:
- olio immesso in camera a pressione;
- pistoncini che premono la camicia dall'interno con un meato d'olio interposto;
- un pattino che preme la camicia dall'interno, sempre con l'aiuto dell'olio;

Nello schema che segue si può vedere nella prima figura un cilindro a Bombè variabile, dove sono evidenziati gli spintori idraulici alimentati da tubi contenenti olio in pressione. Nella pagina successiva si vede il problema dell'incurvatura dei rulli (fig.2) e la soluzione (fig.3).

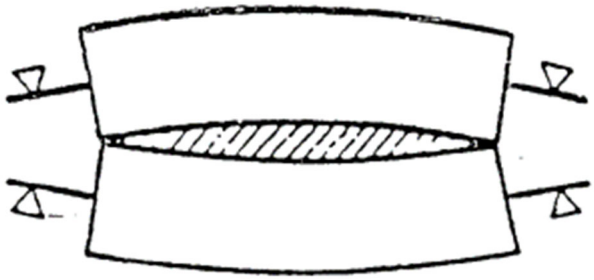


Fig. 2

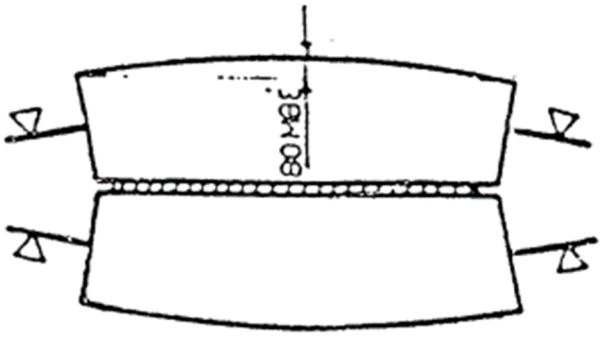
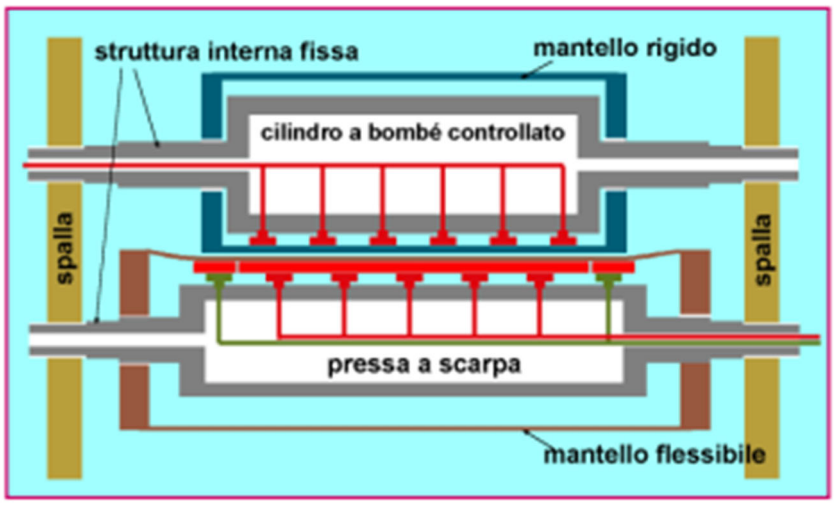
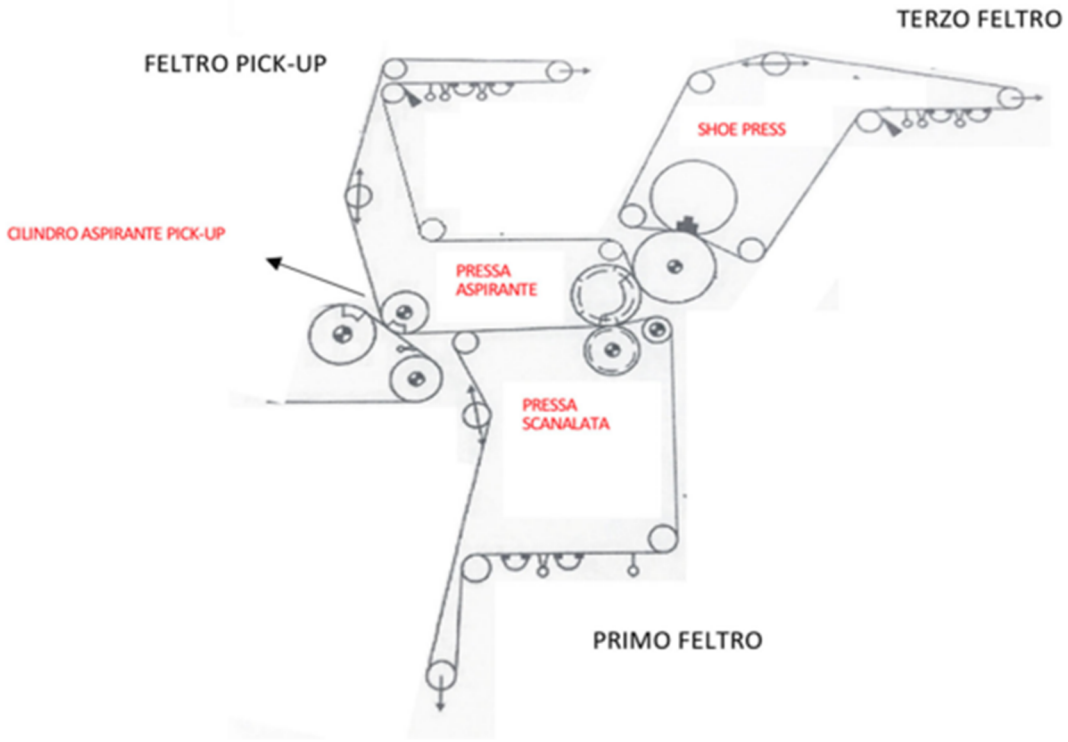


Fig. 3



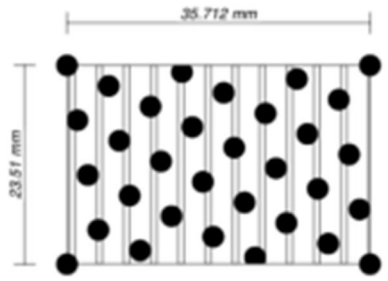
3.6 CONFIGURAZIONE ATTUALE DELLA SEZIONE PRESSE

La sezione presse inizia tramite un cilindro aspirante ed un feltro pick-up. Il gruppo presse presente ha una configurazione “trinip”. I componenti principali della sezione presse trinip presente sono i seguenti: feltro pick-up, feltro inferiore, feltro terza pressa, cilindro aspirante pick-up, pressa scanalata, pressa aspirante, cilindro centrale ceramicato, pressa a scarpa.
IL feltro pick-up preleva il foglio dalla tela di formazione e lo accompagna ai primi due nip, poi lo cede al cilindro centrale. Il Feltro inferiore si accoppia insieme al feltro pick-up nel primo nip. Il cilindro aspirante pick-up ha il compito di trasferire il foglio dalla tela al feltro pick-up, esso è costituito da un mantello forato in bronzo contenente una cassetta di alto vuoto, collegata all’impianto del vuoto.



La prima pressa “Venta-nip” è scanalata ed è caratterizzata da un cilindro in acciaio inossidabile rivestito in poliuretano che presenta su tutta la circonferenza sottili scanalature e fori cechi di 2,5 mm di diametro in cui convoglia l’acqua da rimuovere. Le scanalature sono molto ravvicinate ed hanno una larghezza di 0,7 mm ed una profondità di 2 mm.

Customer:	BURGO
Location:	AVEZZANO
PM no.:	2
Com. no.:	
Roll type:	I° Bottom Press BD+Gr
Quality:	BLUE DIAMOND
Hardness:	8+/-3 P&J
Cover colour:	BLUE
Cover length:	5893 mm
Ø Core/Cover:	858/898 mm
Blind hole:	2.5 mm Ø; Depths: 2
	Drilling: single
Grooving:	0.7 mm wide; 2 mm deep
	2.5 mm land

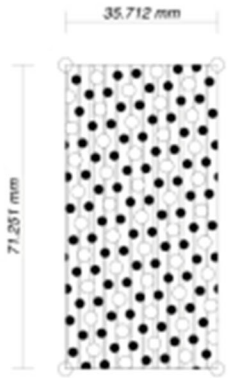


Cover 2:1

Open area:			
		Suction drilling:	0.0 %
		Blind drilling:	17.0 %
Core (total):	0.0 %	Grooving (theor.):	21.9 %
Cover (total):	35.1 %	Grooving (pract.):	18.2 %

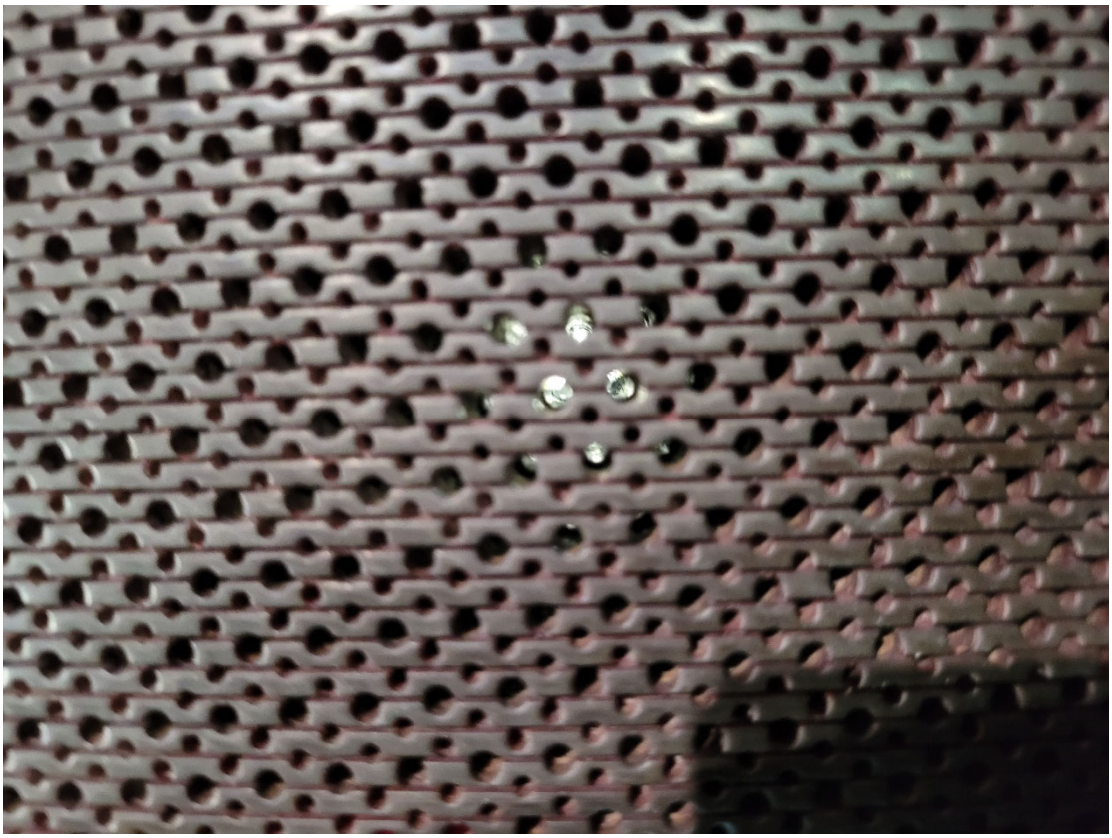
La seconda pressa è una pressa aspirante costituita da un cilindro con mantello in acciaio inox rivestito da uno strato in poliuretano. Sul rivestimento sono presenti dei fori che attraversano anche la camicia in acciaio, una combinazione fra fori cechi e scanalature simili a quelle presenti nella pressa Venta-nip. Per attenuare il rumore, la forma dei fori aspiranti è svasata ossia il loro diametro è leggermente superiore verso l'esterno. All'interno del cilindro troviamo due casse aspiranti (basso e alto vuoto) che sono collegate all'impianto del vuoto.

Customer:	BURGO
Location:	AVEZZANO
PM no.:	2
Com. no.:	
Roll type:	SUCTION PRESS
Quality:	QUANTUM
Hardness:	10+/-3 P&J
Cover colour:	
Cover length:	5890 mm
Ø Core/Cover:	1094/1134 mm
Suction hole:	3.5 mm Ø Core
	3.2 mm Ø Cover
Blind hole:	2.2 mm Ø; Depths: 2
	Drilling: double
Grooving:	0.7 mm wide; 2.2 mm deep
	2.3 mm land



Cover 1:1

Open area:			
		Suction drilling:	15.2 %
		Blind drilling:	14.3 %
Core (total):	18.8 %	Grooving (theor.):	23.3 %
Cover (total):	46.0 %	Grooving (pract.):	16.4 %

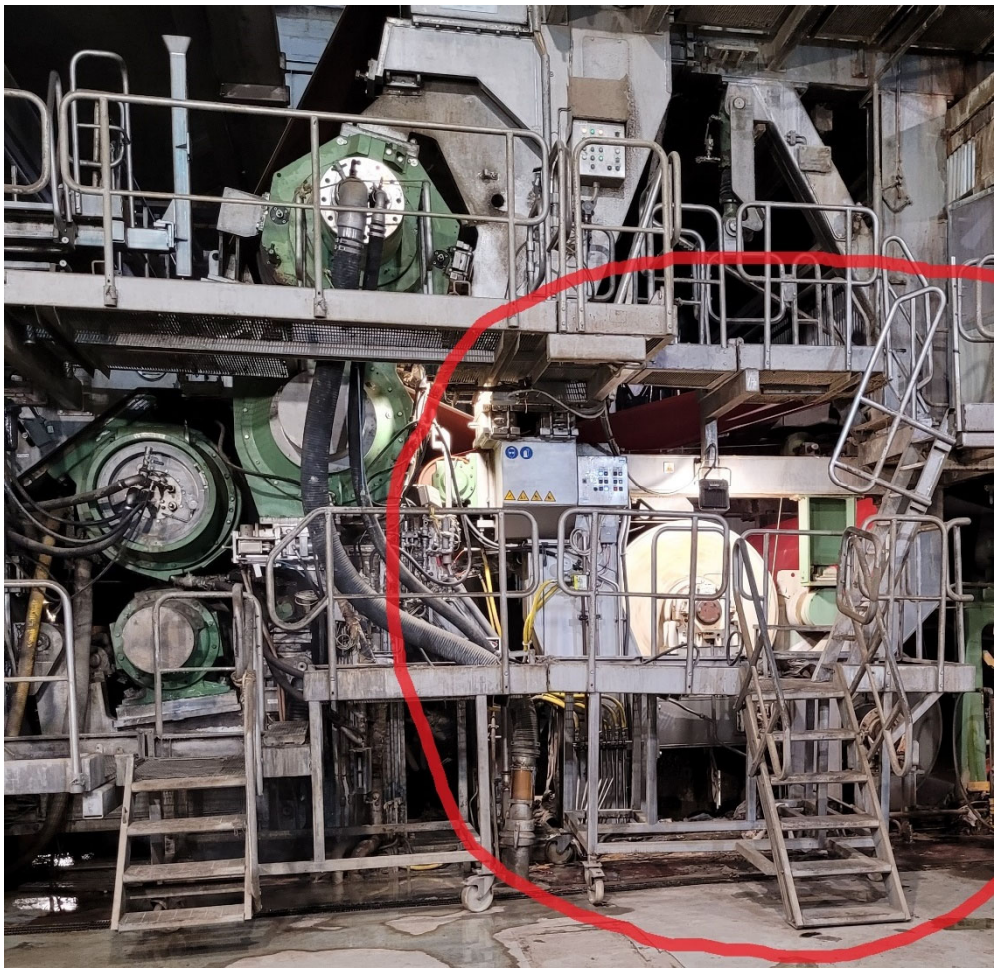


Il Cilindro centrale è un cilindro di grosse dimensioni con la superficie liscia, esso fa da contro-cilindro sia alla seconda pressa (aspirante) che per la terza (shoe press). La superficie di questo cilindro deve avere proprietà tali da favorire l'adesione del foglio all'uscita del secondo nip, e successivamente favorirne il distacco dopo il terzo. Inoltre, deve essere resistente sia alla penetrazione dell'acqua che all'attacco di eventuali agenti chimici usati nel condizionamento dei feltri. È un cilindro metallico rivestito con uno strato anticorrosivo; esternamente viene depositato un sottile rivestimento ceramico.

La terza pressa è una pressa a scarpa, la quale permette di applicare carichi lineari elevati al nip (600 kN/m), incrementando al tempo stesso l'estensione della zona di contatto (250 mm), rispetto alle altre presse, ed aumentando il tempo di permanenza all'interno del nip mantenendo comunque invariate le caratteristiche del foglio. La pressa a scarpa è costituita da una trave nella cui sommità vi è installato un pattino (scarpa) azionato da dei pistoni posti sotto ad esso. Il pattino ha una forma tale da accoppiarsi con il contro cilindro e imprimere una pressione crescente in direzione macchina. I pistoni sono azionati da una centralina idraulica ad alta pressione. Il rivestimento di questa pressa è costituito dal mantello o belt che ha una base tessuta con fili monofilamento di poliammide in cui vengono inseriti sia in direzione macchina MD che trasversale CD dei fili di rinforzo in poliestere. Questa base è rivestita di poliuretano di differenti durezze tenuta in tensione da appositi compressori. Il lato interno, a contatto con la scarpa, è liscio per favorire la scorrevolezza e di conseguenza

diminuire l’attrito, mentre il lato esterno è lavorato in modo da avere un volume vuoto capace di far drenare l’acqua che arriva dalla carta attraverso il feltro.

particolare del belt



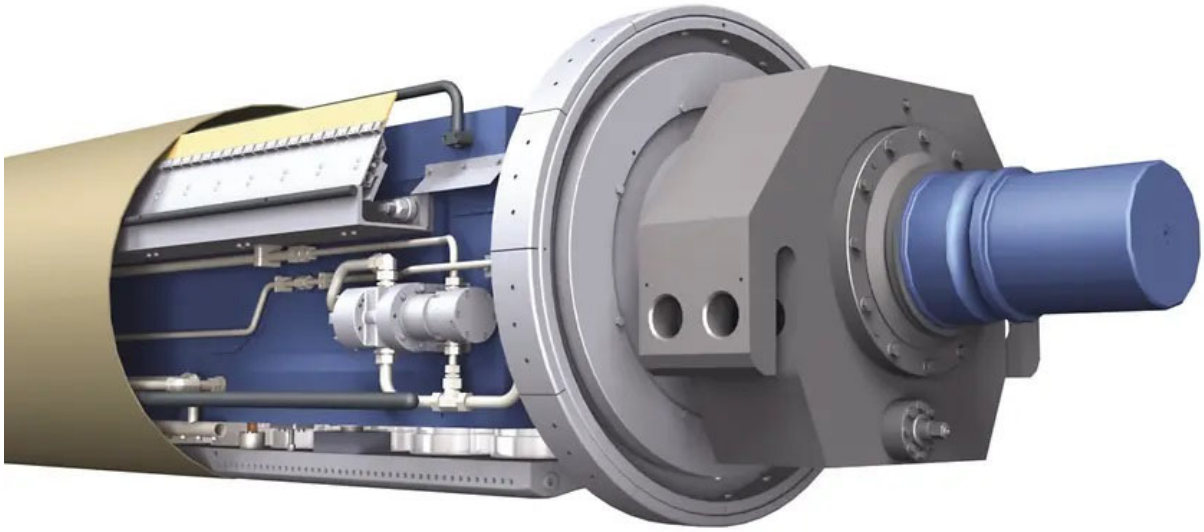
Zona interessata dalla modifica

La porzione di macchina evidenziata in foto è quella dove verrà installata la nuova pressa. La modifica prevede la sostituzione degli attuali due essiccatori con l'installazione di una nuova pressa a scarpa come quarta pressa, di conseguenza anche l'ingresso in seccheria sarà modificato. La nuova 4ª pressa sarà una pressa a scarpa PrimePress X separata dalla configurazione attuale trinip, sarà in posizione inversa rispetto all'attuale, cioè la pressa a scarpa (prime roll x) è in posizione inferiore mentre il cilindro superiore sarà a bombatura variabile (prime roll hv-smart). La nuova pressa permetterà di applicare un carico molto elevato al nip, 1450 kN/m, secondo lo studio di progettazione si dovrebbero guadagnare circa 4 punti di secco, passando dagli attuali 49-50, si raggiungeranno i 53-54 punti di secco e con un risparmio stimato del consumo di vapore in seccheria del 10-12%, che potrebbe mutare in un aumento di produzione mantenendo i livelli attuali di consumo e/o produzione di vapore.

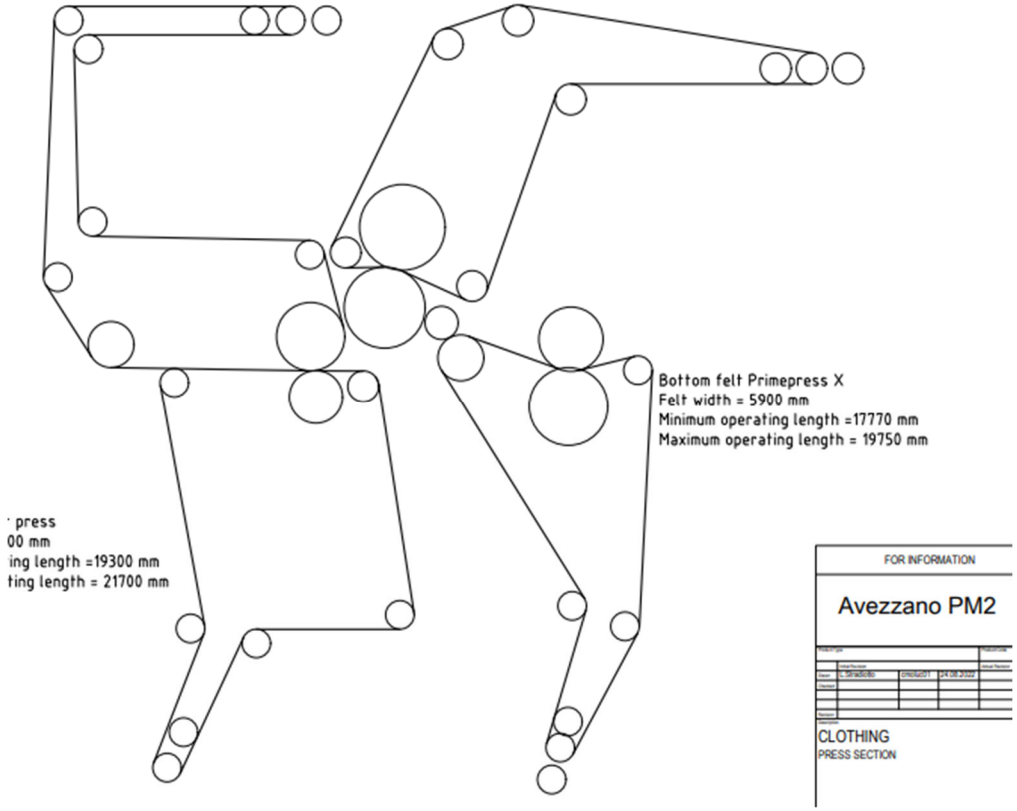
La superficie utile al nip della nuova pressa è di 290 mm, gli spintori circa 20, sono distanziati di 250mm lungo tutta la trave e sono speculari tra la shoe press e il controcilindro, il quale è

fatto in acciaio e con un rivestimento in ceramica che presenta delle microrugosità in modo tale da non favorire l'adesione del foglio all'uscita del nip.
Il circuito idraulico è innovativo in quanto condiviso per la lubrificazione degli organi meccanici (cuscinetti e riduttori), per la lubrificazione dell'interno della pressa e per l'azionamento degli spintori sia della shoe press che del controcilindro.
Ci sono due circuiti separati in quanto lavorano a pressioni differenti, la bassa pressione, circa 15 bar, esegue la lubrificazione interna, per favorire la scorrevolezza del belt all'ingresso del pattino e la lubrificazione degli organi meccanici mentre l'alta pressione, circa 200 bar, esegue la lubrificazione all'interno del nip, sono presenti dei fori che immettono olio direttamente sulla superficie del pattino. È presente, sempre all'interno della pressa, anche una pompa per l'evacuazione dell'olio in eccesso con un sistema a sifone e galleggiante che mantiene un livello costante ed idoneo all'esercizio. Sono presenti oltre ai classici filtri anche degli smorzatori di vibrazioni, i quali assorbono le sollecitazioni trasferite dalla pressa al fluido lubrificante.
Il funzionamento è molto simile al vaso di espansione dei classici impianti di riscaldamento di casa, la differenza sta nel fatto che la membrana presente in questi smorzatori è gonfiata con azoto invece che con della semplice aria compressa.
Le linee di alimentazione degli spintori della pressa e del controcilindro sono collegate in parallelo per dare uniformità al profilo di umidità, è possibile variare la pressione esercitata soltanto sui bordi, per eventuali esigenze lavorative, di un meno 25% rispetto alla pressione esercitata dal resto della pressa.

Anche il sistema pneumatico per tenere in posizione il belt e permettergli la rotazione intorno alla trave è alquanto innovativo, è composto da due soffiatori (o compressori) installati sopra la centralina e invece di aspirare aria dall'esterno la aspirano dall'interno della centralina, sopra il pelo libero del livello dell'olio, con questo sistema secondo quanto riportato dal personale specializzato, si evitano infiltrazioni di umidità e quindi goccioline di acqua che inquinerebbero il circuito idraulico e concorrerebbero al prematura usura o disfunzione delle componenti.



Sono stati eseguiti molti lavori di adeguamento per l'alloggiamento ed il sostegno di questo nuovo componente, come strutture metalliche, supporti, dispositivi per la manutenzione della pressa, nuovi ed ulteriori separatori acqua-aria per servire la nuova porzione di macchina, nuovo impianto idraulico e installazione di un ulteriore cilindro pick-up tra la terza e la quarta pressa e ulteriori cassette stabilizzatrici.



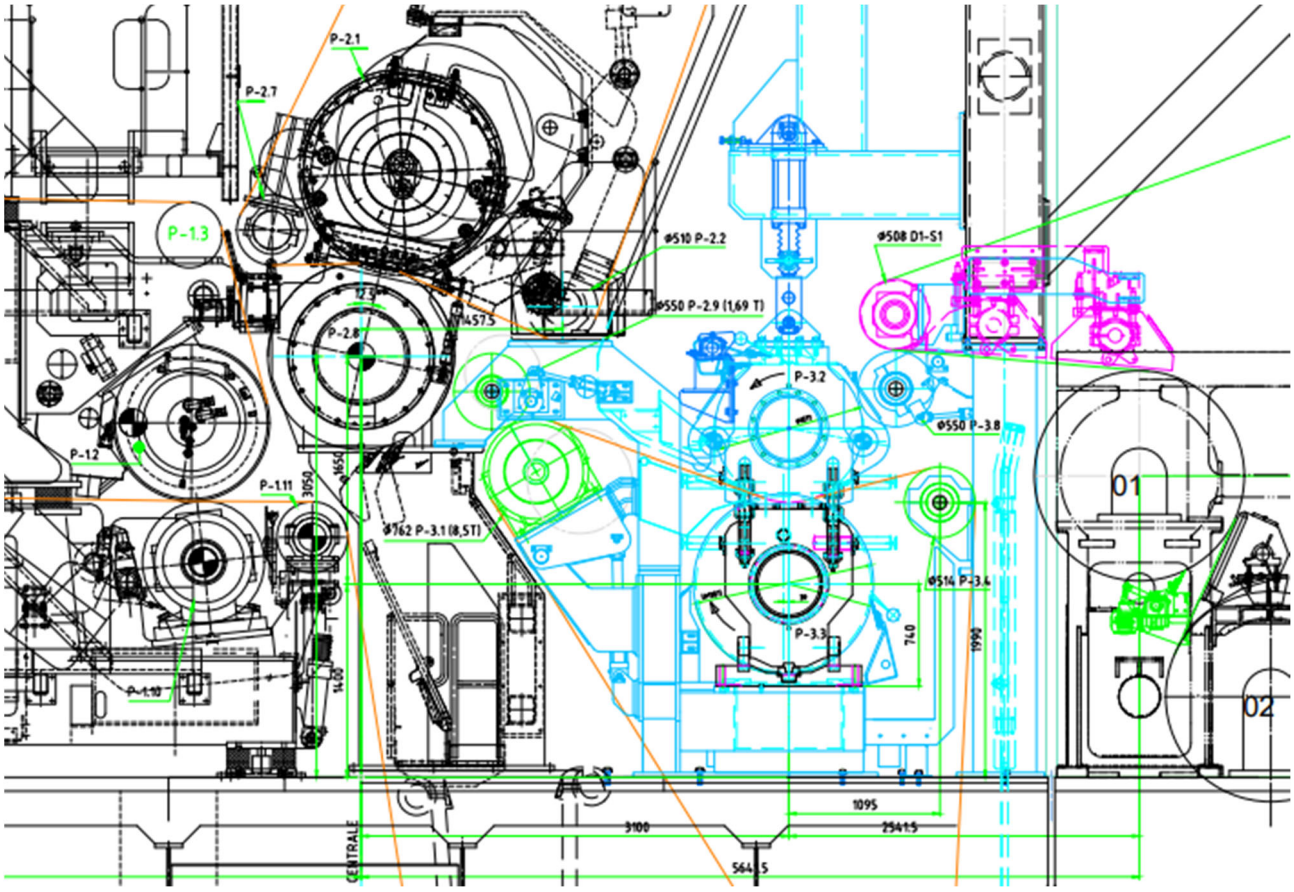
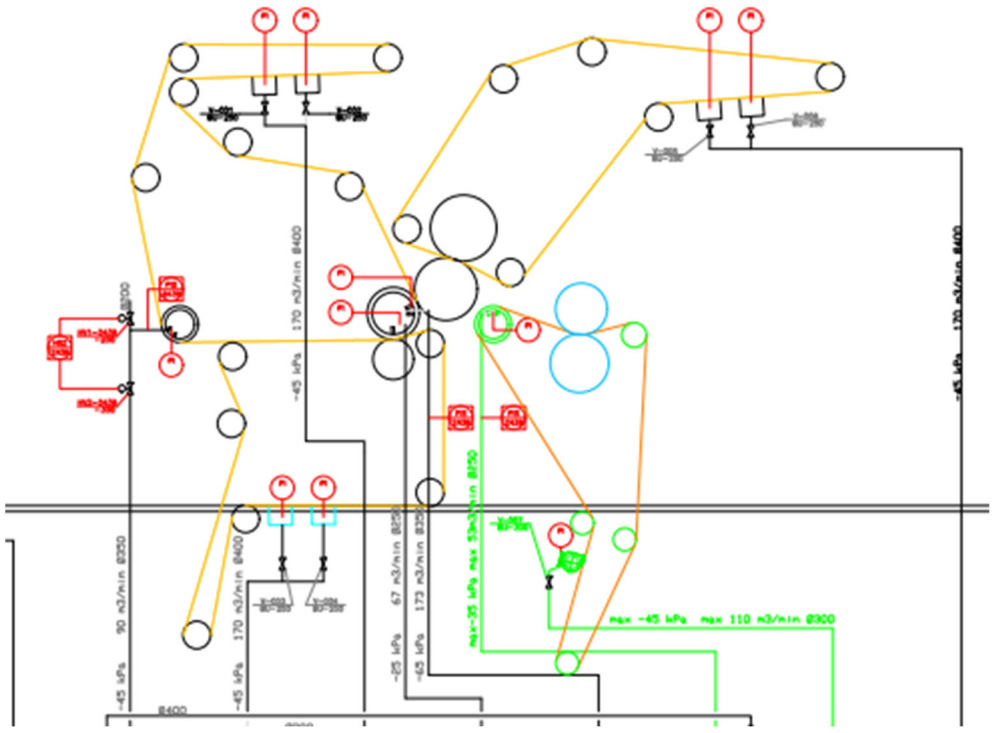
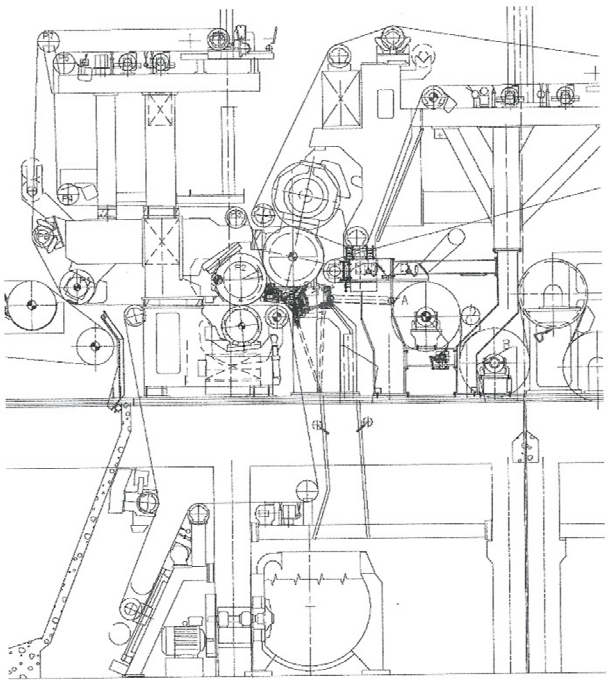


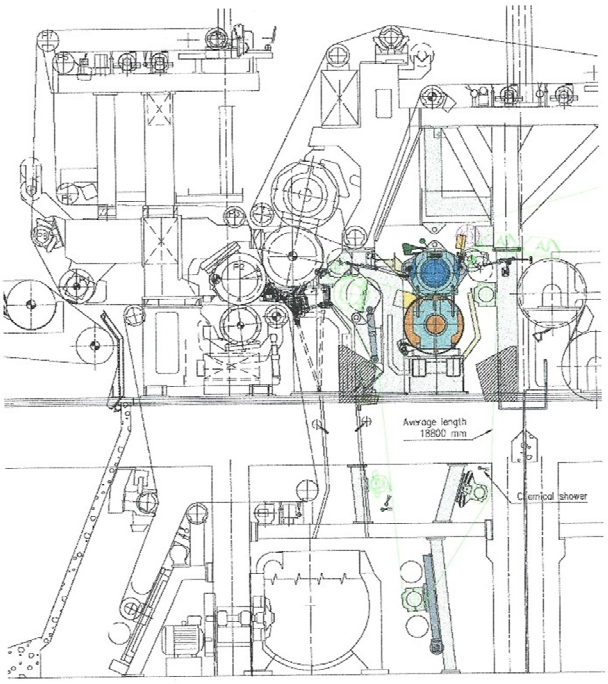
immagine di progetto di come cambierà la porzione di macchina oggetto della modifica.



in verde le nuove linee ed utenze che andranno collegate all'impianto del vuoto già esistente.



Prima

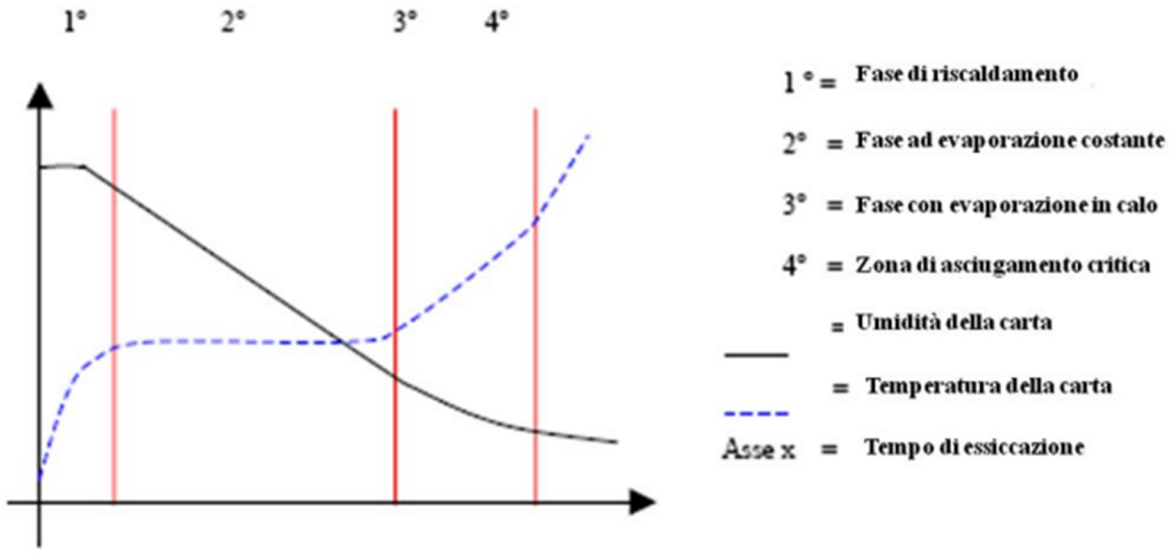


Dopo

4. LA SECCHERIA

Il processo d'essiccamento della carta è quello che richiede il maggior impiego energetico e di conseguenza richiede soluzioni di massima efficienza, riduzione di consumi e un miglioramento dell'impatto ambientale. Sono stati innumerevoli nel susseguirsi degli anni gli approcci per realizzare soluzioni di seccheria alternative al vapore, quali infrarossi elettrici o a gas e aria calda, dimostratesi però validi solo per alcune specifiche funzioni dell'essiccamento. Le aziende costruttrici di impianti per il processo d'essiccamento della carta si stanno sempre più orientando sul risparmio energetico, ora più attuale sia per i costi dei combustibili necessari per la produzione del vapore, sia per un adeguamento alle norme sulle emissioni in atmosfera. In questo scenario gli impianti primari sono: gli impianti di vapore e condensa, le cappe ad alta efficienza, le cappe di aspirazione fumane con recupero di calore, i sistemi di soffiaggio tele e stabilizzazione foglio, i sistemi di controllo computerizzati per l'ottimizzazione dei cicli termici. Il processo per la fabbricazione della carta è essenzialmente basato sul drenaggio e disidratazione. Per essiccare la carta di tutta la sua acqua ci sono 3 fasi importanti, la prima è per drenaggio sulla tavola piana, nella sezione di formazione, tramite gravitazione, pulsazioni e vuoto, la carta prosegue nella sezione presse, dove l'acqua viene rimossa per compressione meccanica aumentando il secco fino al 33%-55%, questo grado di secco ovviamente varia da come è stata progettata la sezione presse e dal tipo di impasto che si usa. Il foglio prosegue entrando nella seccheria dove, per evaporazione, si rimuove l'acqua restante. In questa zona l'azione di evaporazione è assicurata dallo scambio termico tra i cilindri essiccatori e la carta, suddividendo nel migliore dei modi i cilindri essiccatori in gruppi termici in modo da permettere un idoneo scarico delle condense ed ottenere una certa curva d'essiccamento della carta. Questa parte della macchina continua richiede il maggior dispendio energetico, infatti secondo alcune statistiche si consuma sotto forma termica anche più del 50% dell'energia totale. È per questo motivo che si cerca di spingere il più possibile la disidratazione del foglio nella sezione presse, guadagnando un punto di secco in ingresso della seccheria si riesce a guadagnare anche il 5% di produzione. Un alto secco prima dell'ingresso in seccheria è fondamentale anche perché aumenta la resistenza del foglio e di conseguenza migliora la "runnability" della macchina facendo attenzione a non variare troppo lo spessore del foglio. In uscita dalle presse il foglio di carta contiene ancora il 50% circa di acqua, acqua presente nel foglio sotto forma di goccioline e verrà chiamata acqua libera, che teoricamente potrebbe essere eliminata per azione meccanica ma avremmo bisogno di elevate pressioni nel nip e, comunque, vedremo che questa acqua libera evaporerà nella prima zona della seccheria dove andremo a scaldare

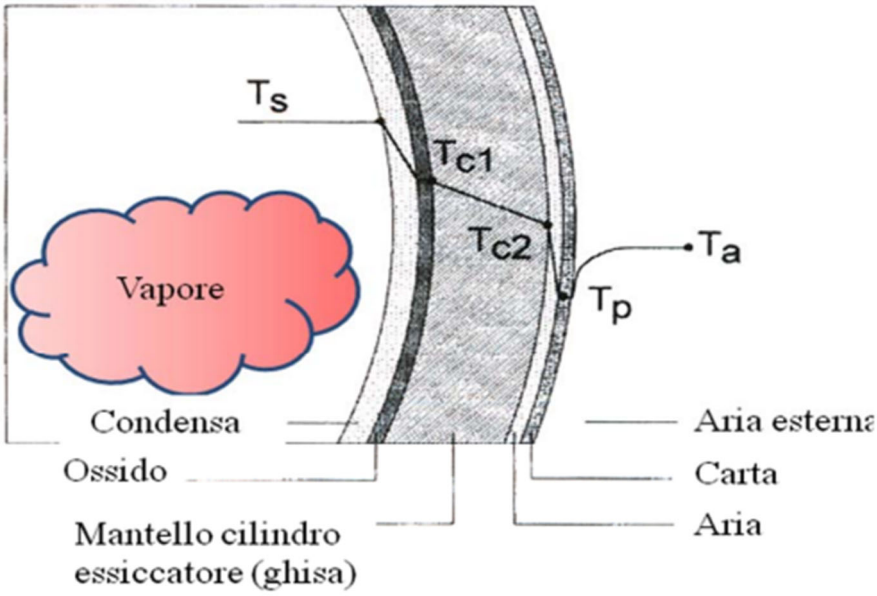
il foglio. Infine c'è l'acqua legata chimicamente alle molecole delle fibre che forma il foglio detta acqua legata.



Nel grafico possiamo vedere cosa accade nella seccheria. Nella prima fase la carta anche se completamente formata è ancora molto umida e ha una temperatura ancora relativamente bassa, avendo queste caratteristiche non ha una buona resistenza meccanica, quindi è ancora molto delicata e può incorrere in rotture. In questa fase incontreremo i cilindri ad una temperatura relativamente bassa (circa 40-50 °C), perché se la carta dovesse incontrare una superficie calda con una notevole differenza di temperatura avremmo un'adesione delle fibre superficiali della carta sul mantello del cilindro essiccatore creando così lo spolvero di fibra e poter causare rotture e imbrattamento delle tele essiccatrici ostruendo così il passaggio dell'evaporato e di conseguenza peggiorare l'essiccamento. Nella seconda fase i cilindri vengono portati il più velocemente possibile ad una temperatura superiore ai 100 °C; in questa zona della seccheria si ha un pareggio tra il calore fornito dal sistema e il calore sottratto dall'evaporazione, si genera quindi un'area a temperatura costante in cui la quantità d'acqua evaporata è costante. Nella terza fase l'acqua libera è evaporata completamente, rimane solo l'acqua intimamente legata alle fibre e difficile da far evaporare, di conseguenza in questa zona si ha una diminuzione dell'acqua evaporata e per evitare danneggiamenti del foglio si comincia a ridurre la temperatura del foglio. Nella quarta fase la temperatura della carta è notevolmente alta e l'essiccamento è veramente difficile da proseguire, difficile e a volte inutile perché non ha senso spingere il foglio di carta ad un 100% di secco perché questa a riposo tenderebbe ad assorbire la % di umidità ambientale che è circa il 5%.

4.1 TRASFERIMENTO DI CALORE DAL VAPORE ALLA CARTA

La temperatura Ts è la temperatura di condensazione del vapore all'interno del cilindro, la temperatura Tp è la temperatura a cui avviene l'evaporazione dell'acqua contenuta nella carta.



Il vapore, ad una certa temperatura e pressione viene inviato all'interno del cilindro, si ha una prima conduzione sulla pellicola della condensa che aderisce alla parete interna del cilindro, essendo l'acqua un pessimo conduttore, abbiamo un primo abbassamento di temperatura, la seconda barriera è uno strato fortunatamente sottile e quindi poco influente di ruggine, la terza è lo spessore del mantello del cilindro (solitamente ghisa), che è abbastanza spesso ma ha una buona conducibilità. La quarta è un lieve strato di aria che si interpone tra il mantello del cilindro e la superficie del foglio, qui non c'è una buona conducibilità, quindi dipende tutto dallo spessore. Fino a quando il foglio di carta ha una certa umidità la conducibilità all'interno del foglio rimane buona, quando il grado di secco si alza questa diminuisce.

4.2 SCARICO DELLE CONDENSE

Nel cilindro viene iniettato vapore che condensando contro le pareti "fredde" del cilindro si trasforma in acqua, per estrarre la condensa serve un tubo munito di una "scarpetta". All'interno dei cilindri, quando il vapore si condensa, in base alla quantità di condensa, al diametro del cilindro e alla velocità di rotazione si è potuto osservare che si forma una pellicola di condensa che aderisce al mantello dell'essiccatore a tutte le velocità.

A mano a mano che aumenta la velocità di rotazione del cilindro, una certa quantità di condensa passa attraverso gli stadi seguenti:

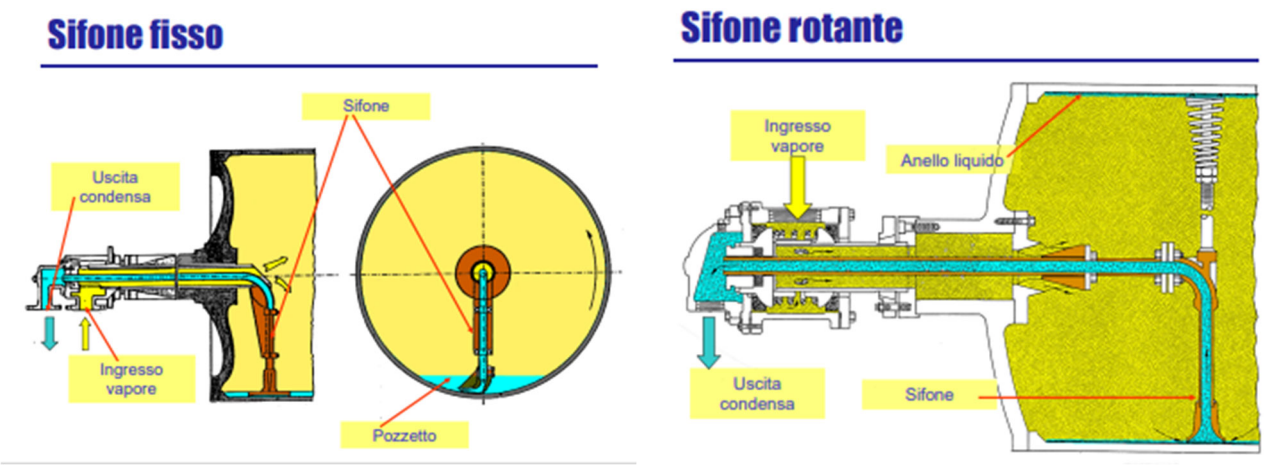
- la maggior parte della condensa si raccoglie in una pozza sul fondo dell'essiccatore (pozza);
- questa pozza si sposta lungo la parete nel cilindro nella direzione di rotazione (cascata lieve);
- la condensa ricade sotto forma di "pioggia" dalla parete del cilindro (cascata);
- per effetto della forza centrifuga, la condensa forma uno strato continuo sulla parete, che prende il nome di "anello" (spessore 1-1,5 mm);

La velocità angolare alla quale cessa uno stadio e si passa a quello successivo, dipende dalla quantità di condensa e dal diametro del cilindro, in uno stesso cilindro essiccatore si sono osservate contemporaneamente la formazione dell'anello e della pioggia.

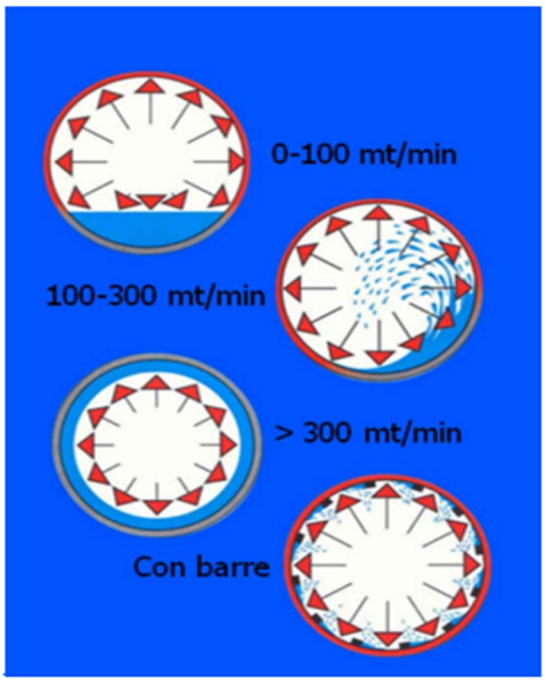
Comportamento della condensa alle varie velocità

Analizzando il comportamento della condensa nell'essiccatore si è stabilito che il disegno e le dimensioni del sifone sono un fattore importante rispetto al comportamento della condensa e all'uniformità di temperatura del mantello dell'essiccatore. Il sifone di un cilindro essiccatore è un dispositivo attraverso il quale la condensa ed il vapore fluente, come pure l'aria e i gas non condensabili, passano dall'interno dell'essiccatore alle tubazioni che, attraversano il giunto rotante portano la condensa all'esterno. Il sifone ideale deve essere progettato e dimensionato in modo da tenere al minimo lo spessore e le variazioni della pellicola di condensa. Il fenomeno della pioggia nell'interno dell'essiccatore aumenta il consumo di energia, crea degli inconvenienti ai cuscinetti degli essiccatori e riduce la trasmissione di calore in quella zona. Vi sono due tipi principali di sifone, i rotanti e i fissi.
I sifoni rotanti girano insieme al cilindro essiccatore, mentre i sifoni fissi rimangono immobili rispetto ad un punto esterno dell'essiccatore. Il sifone fisso (fermo rispetto le spalle della macchina) pesca sempre sul fondo (pozzetto), l'acqua sale per inerzia ma per uscire necessita di una certa differenza di pressione. Il sifone rotante (rispetto le spalle della MC) è solidale al

mantello, è adatto a macchine veloci dove si forma l'anello liquido, necessita di una differenza di pressione più alta rispetto a quello fisso. Mantiene uno spessore di anello liquido più basso ma lascia sfuggire più vapore attraversante.
Di solito il sifone rotante esige meno manutenzione di quello fisso, perché l'apertura del sifone rotante, chiamata "scarpa", è fissa rispetto all'interno del mantello dell'essiccatore ed è bloccata nella sua posizione. Il sifone fisso presenta l'apertura della bocca aspirante opposta al senso di rotazione del cilindro. Il sistema drenante funziona sul principio di utilizzo dell'energia cinetica dell'anello liquido in abbinamento alla combinazione differenziale di pressione/vapore attraversante. In funzione alla distanza tra la scarpa e il cilindro, non tutto il film di condensa viene rimosso, ne rimarrà uno spessore minimo. Di conseguenza minore sarà la distanza tra la scarpa e il cilindro, minore spessore di condensa, migliore sarà la condizione operativa, minore sarà la caduta di temperatura.



Per ridurre gli effetti negativi della condensa negli ultimi anni sono state introdotte le barre di turbolenza. Queste sono delle barre fissate longitudinalmente lungo tutta la circonferenza interna del cilindro essiccatore. Si è visto che, man mano si va verso l'interno del cilindro la velocità di questa diminuisce, quindi lo strato di condensa ruota più lentamente rispetto al cilindro. Con la presenza delle barre di turbolenza, che girano alla stessa velocità dell'essiccatore, impattando contro la condensa, generano una turbolenza e la disgregazione dell'anello liquido. I vantaggi sono minor consumo energetico, migliore trasferimento di calore, migliore profilo trasversale d'umidità.



Estrazione della condensa

Viene effettuata dal sifone che convoglia l'insieme condensa-vapore verso un barilotto, all'interno dello stesso avviene la separazione tra vapore attraversante + vapore nascente, dall'acqua condensata. Un errore di regolazione della pressione o della portata, sì manifesta con una perdita di vapore e di rendimento oppure può portare all'allagamento del cilindro. La misura del vapore attraversante (con specifico strumento) permette di impostare un valore di differenza di pressione relativamente basso perché se un cilindro si allaga il vapore attraversante va a zero mentre il ΔP aumenta.

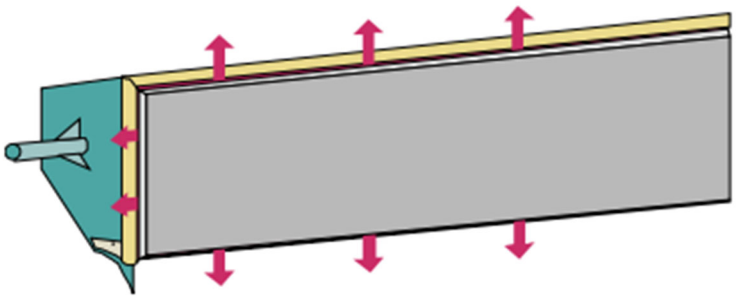
4.3 CONFIGURAZIONE DELLA SECCHERIA

La seccheria si suddivide in:

- Pre-seccheria
- Post-seccheria

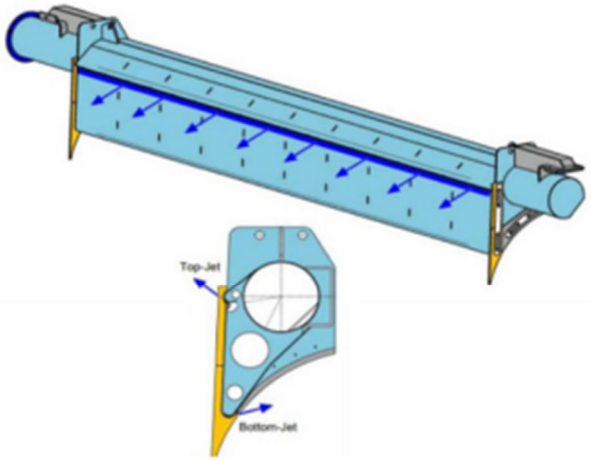
La pre-seccheria è composta da cinque batterie quattro delle quali slalom ed una di tipo "doppio feltrata". Nella batteria slalom la tela è unica ed accompagna la carta sia contro gli essiccatori superiori sia durante il trasferimento attorno a dei cilindri inferiori non lasciando

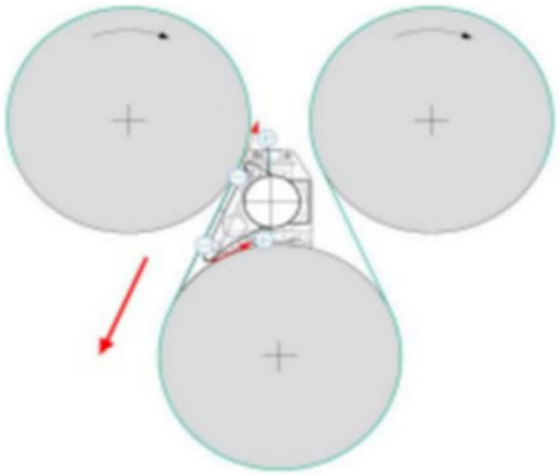
mai tiri liberi, durante il passaggio sui cilindri inferiori la carta è esterna rispetto la tela ciò favorisce lo scambio di umidità con l'aria della seccheria.



Per garantire una buona adesione del foglio su queste batterie, sono presenti delle cassette stabilizzatrici chiamate "UNORUN". L'aria che viene soffiata attraverso le fessure delle cassette crea una depressione tra la tela e la carta mantenendo il foglio ben disteso, di fondamentale importanza la regolazione di distanza e portata d'aria.

CASSA STABILIZZATRICE
UNORUN:

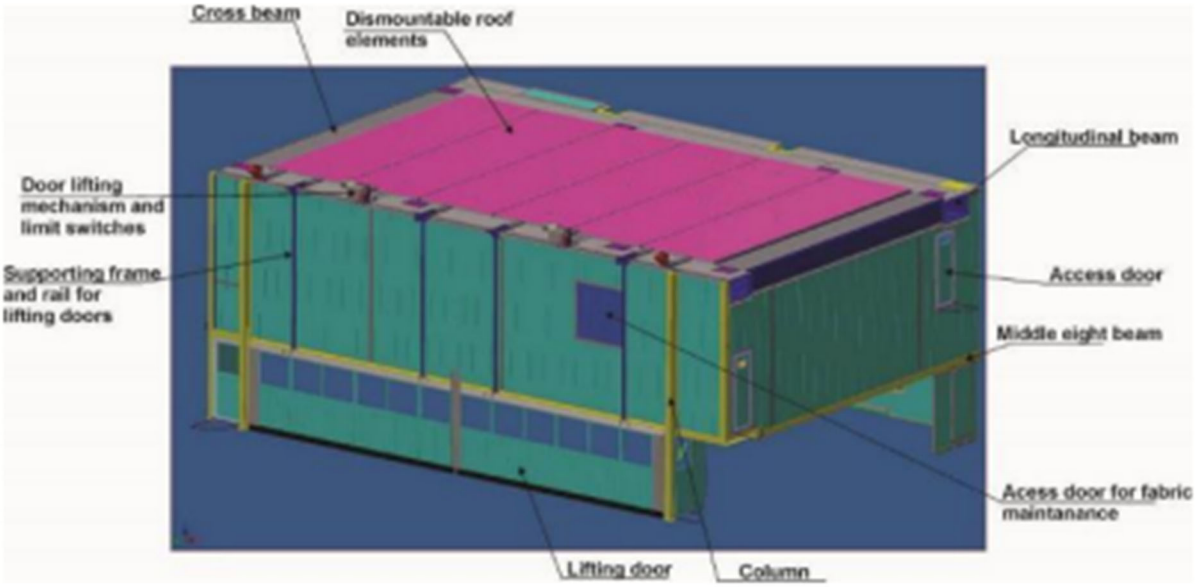




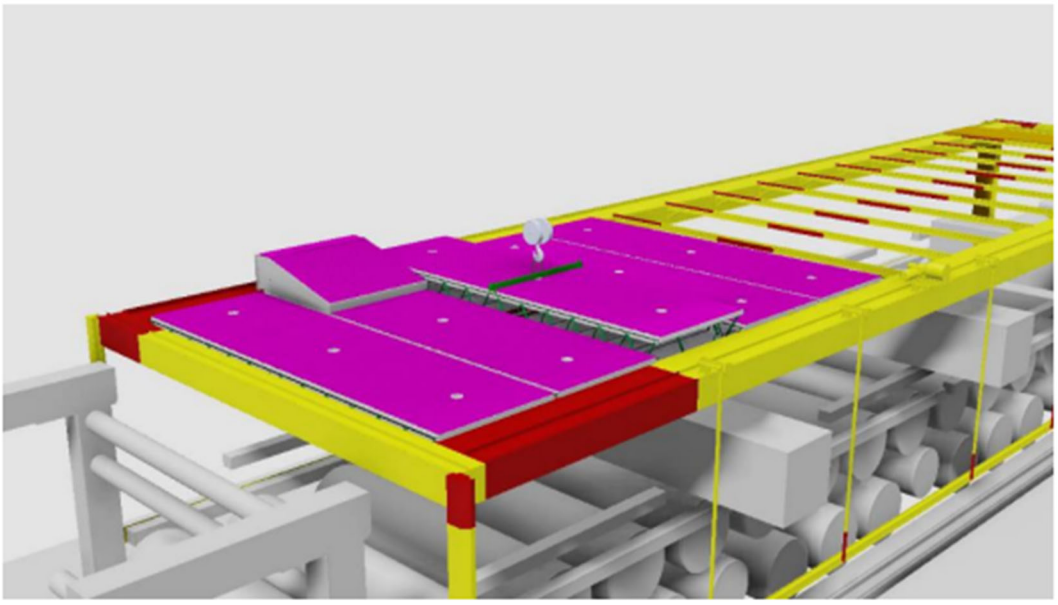
La quinta batteria è doppio feltrata, costituita da una tela superiore ed una inferiore. In queste batterie il foglio di carta è sempre a contatto con i cilindri essiccatori ma nel passaggio che effettua tra i cilindri inferiori e quelli superiori presenta tiri liberi.
La post seccheria è formata da una batteria slalom ed una "doppio feltrata". L'impianto del vapore nei cilindri è a cascata, quindi si parte con temperature elevate all'uscita della seccheria fino ad arrivare a temperature più basse in ingresso.

4.4 LA CAPPA CHIUSA

Ha lo scopo di introdurre aria secca (aria esterna riscaldata) all'interno della seccheria, questa lambisce la carta e ne assorbe l'umidità. Successivamente deve essere allontanata più velocemente possibile e prima di uscire all'esterno l'aria umida deve cedere il calore accumulato dallo scambio termico all'aria entrante per mezzo di scambiatori di calore.
Le recinzioni dello scantinato e della cappa dovrebbero per quanto possibile essere chiuse ermeticamente per impedire l'infiltrazione di aria fredda dallo scantinato. L'aria umida inoltre non deve fuoriuscire dalla parte superiore della cappa per poi condensare. Le pareti della cappa dovrebbero avere un isolamento sufficiente per minimizzare la perdita di calore che si trova all'interno della stessa. Allo stesso tempo, la temperatura delle superfici interne delle pareti della cappa ed il tetto devono rimanere alte per evitare fenomeni di condensazione. Tutte le cappe, verso il lato servizio, sono provviste di portelli, scorrevoli verso l'alto, con finestre di vetro termico. Dal lato comando della cappa, come nella recinzione dello scantinato, ci sono portelli scorrevoli così da permettere attività di manutenzione o pulizia necessarie al buon mantenimento della macchina.
Con una cappa completamente chiusa, la seccheria è separata dal resto della macchina ottenendo benefici nelle condizioni d'essiccamento del foglio ed uniformità di asciugatura con l'eliminazione delle correnti d'aria e delle infiltrazioni dall'esterno della seccheria. Nella figura seguente esempi di esposizione di profili di umidità trasversale del foglio ottenuti con una scarsa ventilazione della tasca in una seccheria semi-aperta. L'economia energetica è migliore, in quanto il consumo di energia nella seccheria cala quando le perdite di calore diminuiscono. La capacità di usare l'aria di scarico con un alto contenuto di umidità riduce l'esigenza di aria per il rifornimento del riscaldamento al sistema ed aumenta la potenzialità totale per il recupero di calore. Le condizioni di lavoro in sala macchina sono migliori in quanto la percentuale di acqua nell'aria e la temperatura della stessa sono significativamente inferiori. Le pareti della cappa inoltre attenuano il rumore della macchina; la costruzione ed i suoi componenti ricevono protezione poiché la cappa impedisce all'aria umida di diffondersi in sala macchina in cui potrebbe condensare e creare problemi.
L'aria di espulsione viene raccolta nel controsoffitto della cappa attraverso aperture regolabili (serrande). Regolando le aperture la quantità di aria di scarico può essere bilanciata in diverse parti della sezione dell'essiccatore. Dal controsoffitto l'aria di scarico viene convogliata attraverso i condotti dell'aria di scarico al sistema di recupero del calore.
Le porte di sollevamento della cappa possono essere collegate al sistema automatico di rottura del foglio.
La costruzione del tetto della cappa permette il transito su di essa per pulizia e manutenzione.



Serrande per il controllo dello scarico (evaporazione):



Elementi del tetto smontabili:

Camini d'aria di mandata per la ventilazione delle tasche:

Estremità del timpano sotto la sezione della pressa:

4.5 MODIFICA DELLA CAPPA E DELL'IMPIANTO AEROTERMICO

È stato realizzato un survey report in collaborazione con la ditta TIP95 relativamente le seguenti parti di impianti della linea 2 di Avezzano:

- Termoventilazione della sala;
- Cappa coibentata;
- Air system;
- Sistema di rimozione nebbie.

Sulla base delle misure effettuate sono state segnalate diverse opportunità di miglioramento e di risparmio energetico ottenibili grazie ad interventi manutentivi.

Fig. 1 Ventilatore aria entrante sala fermo

Fig. 2 Ventilatori estrazione sala fermi

Fig. 3 Ventilatore Controsoffitto, nessun flusso

Fig. 1 situazione sala batterie vapore

Successivamente all'incendio occorso alla 5° batteria nel febbraio 2021 si è provveduto, con TIP95, a ricostruire la parte finale della cappa di pre-seccheria,

Situazione attuale

La capacità del sistema di ventilazione della pre-seccheria è di per sé sufficiente a garantire la produzione attuale.

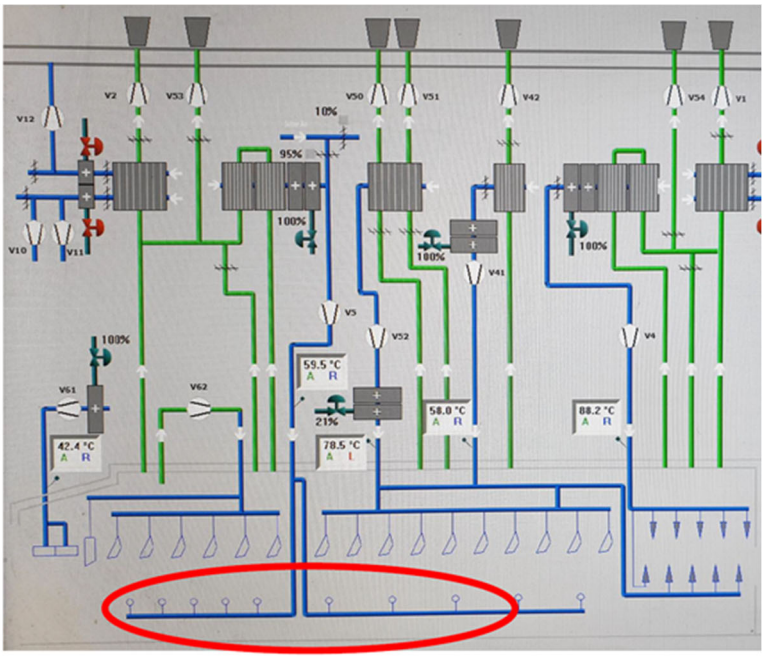
Al termine del primo semestre 2022 è stato aggiornato il survey report dalla TIP95 evidenziando che nonostante gli interventi di manutenzione effettuati abbiano migliorato la situazione, restano tuttavia parecchie criticità, soprattutto dal punto di vista dell'efficienza energetica.

Vengono quindi suggeriti i seguenti interventi su:

- Cappa coibentata pre-seccheria
  Il completamento della sostituzione della cappa resta necessaria per poter operare con livelli di entalpia maggiore, ovvero aumentando il contenuto d'acqua dell'aria uscente e la temperatura, così facendo si possono diminuire i flussi, ottenendo un importante risparmio soprattutto dal punto di vista termico;

- Ventilazione sala
  È necessario rivedere sostanzialmente la situazione attuale ed intervenire soprattutto nella zona umida, dove viene suggerita l'adozione di un sistema di rimozione delle nebbie. Anche il resto della macchina beneficerebbe di un adeguata ventilazione della sala onde evitare che gli operatori usino la cappa, mantenendo le porte aperte, come ausilio alla ventilazione;

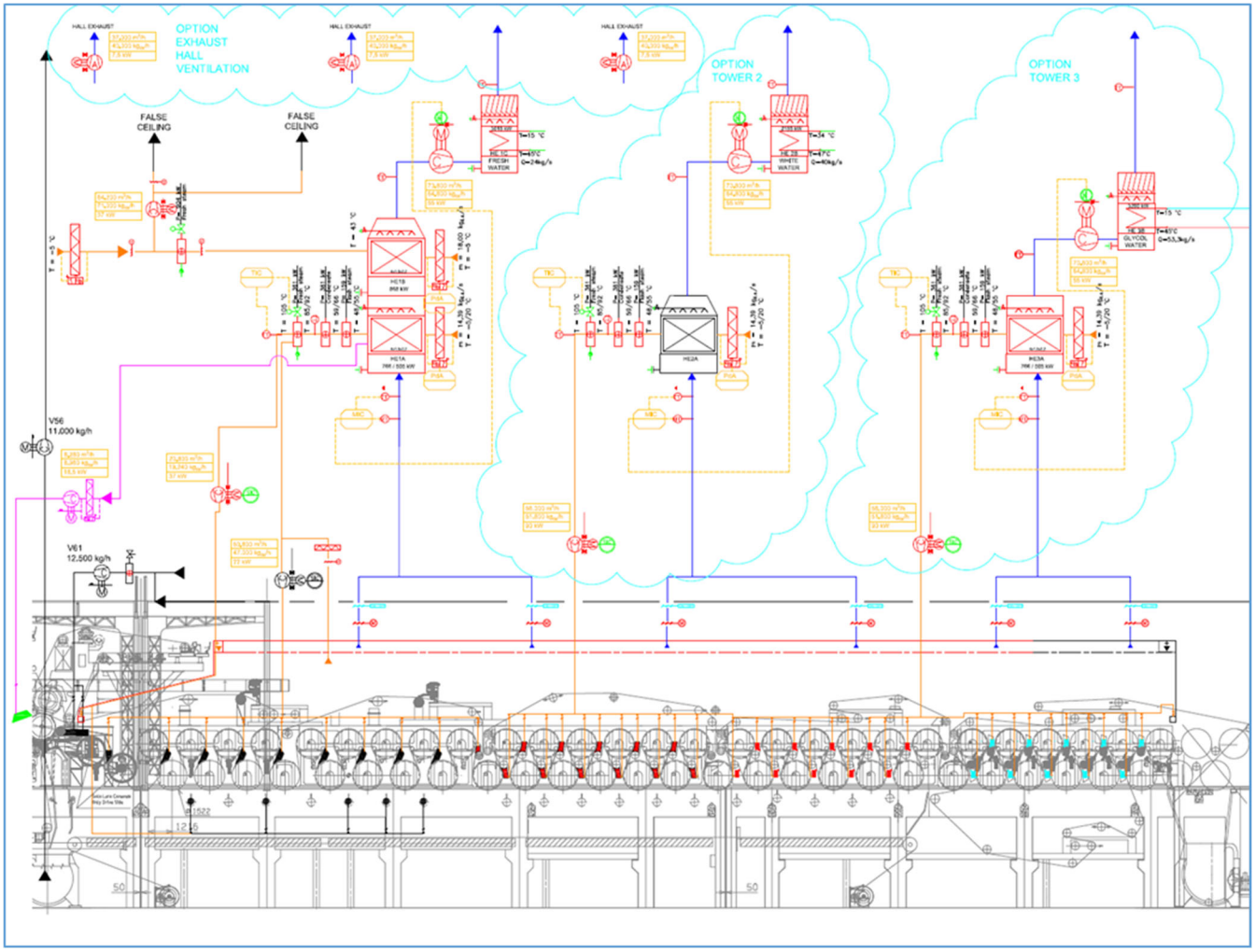
- Pocket ventilation/Runnability systems
  La ventilazione della pre-seccheria può essere migliorata soprattutto in zona slalom, dove si registrano sacche di aria satura, l'aggiunta di alcune casse di ventilazione sarebbe sufficiente a eliminare il problema;



- Sistemi di recupero termico
  La re-ingegnerizzazione e ricostruzione del sistema è fortemente consigliata. Sono da eliminare le condotte in cemento (risalenti al 1968) ed è consigliabile mettere in opera un nuovo sistema di scambiatori, batterie di vapore flash e condensa alimentati da ventilatori pilotati da inverter;

- Sistema supervisione DCS
  L'adozione dei suggerimenti sopra riportati è imprescindibilmente legata ad una gestione automatica del sistema, anch'essa volta ad ottimizzare i consumi energetici e l'ergonomia dello impianto aerotermico.

Proposta di modifica



Si prevede di intervenire contestualmente alla fermata di due settimane, già programmata per aprile 2023 per l'installazione di una nuova pressa a scarpa in 4a posizione.

La dimensione, la complessità dell'intervento, la difficoltà di reperimento di alcune componenti elettriche, oltre che la contemporaneità con la "modifica 4a pressa" ci costringe a suddividere la mole dell'investimento in almeno 2/3 fasi successive:

PRIMA FASE (aprile 2023)

- completare il rifacimento della parte rimanente di cappa della pre-seccheria;
- sostituzione apparecchiature di recupero termico e ventilazione della TERZA TORRE
  - scambiatori e ventilatori estrazione cappa / immissione pocket ventilation 4a/5a batteria pre-seccheria,
  - scambiatore e ventilatore recupero termico dedicato al condizionamento del controsoffitto,

- scambiatore dedicato all'innalzamento della temperatura dell'acqua fresca degli spruzzi di pulizia tele e feltri,

- implementare nel sistema DCS la supervisione ed il controllo dell'impianto di ventilazione;
- costruzione di una copertura in pannelli sandwich in continuità con quanto già esistente a protezione degli impianti di post-seccheria.

SECONDA FASE

- sostituire le apparecchiature di recupero termico della PRIMA TORRE
  - estrazione/immissione aria della pre-seccheria,
  - sistema di recupero calore dedicato al condizionamento della sala;
- la ventilazione della sala sarà migliorata aggiungendo nuove N°3 unità di estrazione;

TERZA FASE

- sostituire le apparecchiature di recupero termico della SECONDA TORRE di estrazione/immissione aria della pre-seccheria;
- la seconda torre sarà corredata di un secondo sistema di recupero calore dedicato all'innalzamento della temperatura dell'acqua di processo;

OPZIONI FUTURE

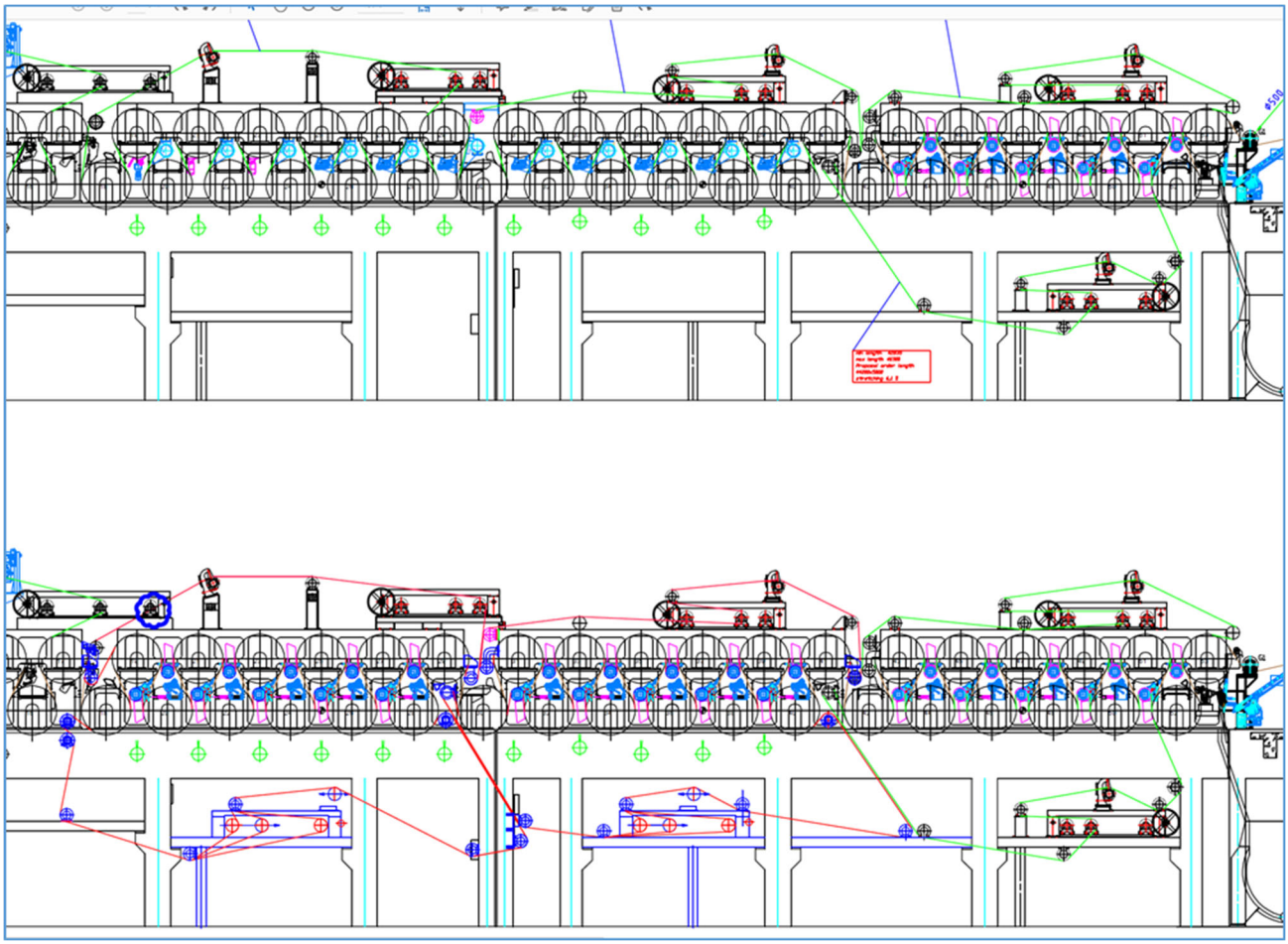
- 3° e 4° batteria pre-seccheria

Ripristinando la configurazione doppio-feltrata, preesistente la riconversione del 2017, è auspicabile ottenere un aumento della capacità produttiva pari a circa il 30%, la proposta TIP95 tiene già in considerazione questo potenziale aumento di capacità;

- Pocket ventilation/Runnability systems

Qualora si dovesse intervenire in 3° e 4° batteria, con il cambio di lay-out, anche il sistema della pocket ventilation delle stesse batterie dovrà essere aggiornato;

- Sostituzione cassette Pocket ventilation in 5° batteria come modifica 3° e 4° batteria.



Escluso dall’attuale progetto

Il ripristino del sistema di rimozione nebbie della zona umida è rimandato a futuri interventi.

4.6 RITORNI ECONOMICI

Ipotesi: costo gas metano 1.2 €/Sm^3;
Costo CO_2 80 €/ton.

La stima dei risparmi attesi 2.3 M€/y si compone delle seguenti aliquote:

1) riduzione consumo vapore aerotermico
16.000 ton/y → 1.6 M€/y
La riduzione di vapore nell'impianto aerotermico è ottenibile grazie alla maggior efficienza dei nuovi scambiatori di calore e alla riduzione delle portate di aria in CAPPA.
Si tratta, in ogni caso, di una valutazione prudente dato che l'aspettativa reale prevede di riuscire ad annullare l'intero consumo di vapore (22.500 ton/y) adoperato attualmente a tale scopo.

2) riduzione di vapore in pre-seccheria
7.100 ton/y → 0.7 M€/y
La riduzione di vapore in pre-seccheria è ottenuta grazie all'aumento del grado di secco in uscita alle presse, conseguente l'aumento di temperatura del ciclo delle acque di macchina, ottenuto con i recuperi termici ARIA/ACQUA.

Scambiatore ARIA / ACQUA	Incremento temperatura silo	Incremento secco uscita presse	Riduzione evaporato pre-seccheria	Riduzione vapore pre-seccheria
TORRE 3	6 °C	0,6%	4.356 Ton/y	420 k€/y
TORRE 2	4 °C	0,4%	2.772 Ton/y	270 k€/y

Volendo suddividere i ritorni sulle varie fasi di intervento risulta quanto indicato di seguito in tabella:

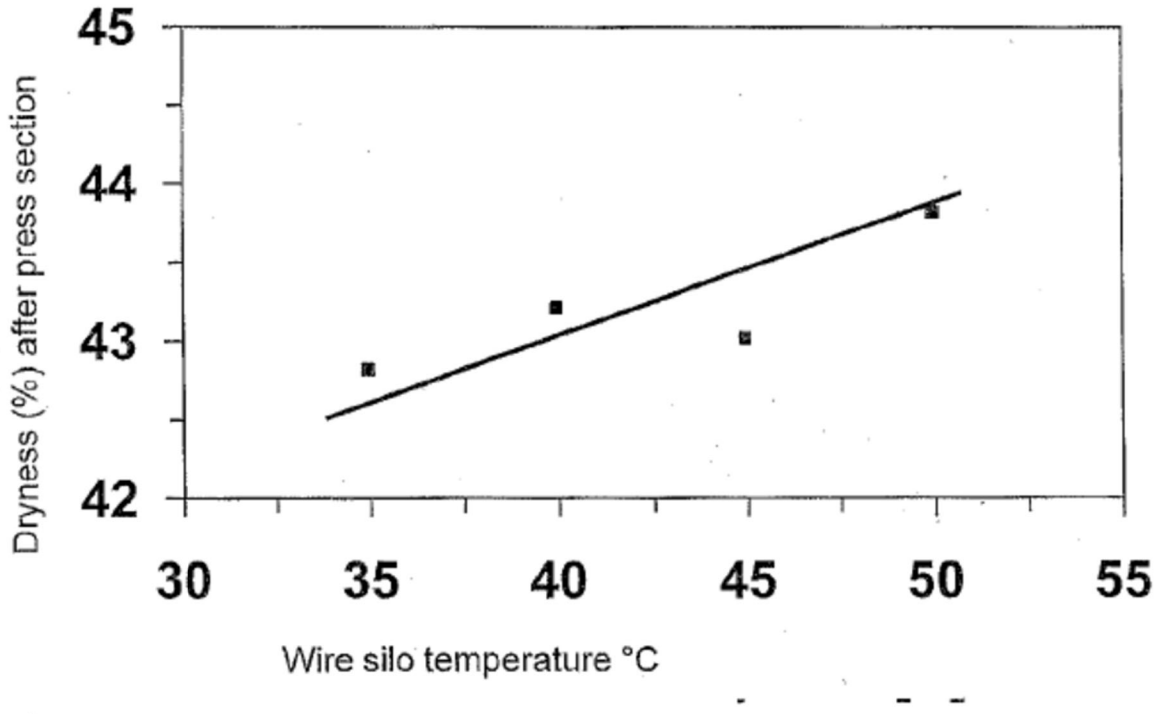
	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Descrizione sintetica	**CAPPA + TORRE 3** Controsoffitto	**TORRE 1** Scambiatore glicole 2/5 riscaldamento	**TORRE 2** Completamento riscaldamento + impianto glicole
Risparmio			
vapore aerotermico	7.000 ton/y 0,700 M€	7.000 ton/y 0,700 M€	2.000 ton/y 0,200 M€
vapore pre-seccheria	4.356 ton/y 0,436 M€		2.772 ton/y 0,270 M€
Risparmio totale	11.356 ton/y 1,136 M€	7.000 ton/y 0,700 M€	4.772 ton/y 0,470 M€

NOTA BENE

Alle considerazioni fatte sopra va aggiunto il possibile rilascio di TEE (titoli efficienza energetica), la cui incertezza ci suggerisce di non considerare i relativi importi nel calcolo del ritorno economico.

Rappresentano tuttavia una aliquota allettante. [400 k€ includendo anche la modifica 4a pressa]

Wire silo temperature effect to dryness after press section



metso paper

Energy savings; 680tpd

SIMULATION FOR EXISTING HOOD

Common data		Heat Recovery								Steam coils consumption					
Exhaust air temp. [°C]	Exhaust air water content [g/kg]	Exhaust air flow [kg/s] [kg/s]	Fresh air Flow [kg/s]	Outside Temp. of fresh air (ext.) °C	Average Temp. after heat rec. °C	Average Rec. Power kW	n° of Days			Initial temp before fresh steam coil °C	Required Final temp. °C	Power needed kW	Energy MWh/year	Fresh steam used Ton/Year	Energy Cost €/Year
69	82	126,9	49,9	0,0	35,0	1.755	330			60,0	95,0	1.755	14.037	22.507	1.575.473

eletrical consumption						Total energy Thermal REQUIRED	Total energy Thermal RECOVERED	Total energy Thermal MISSING	Total cost of fresh steam	Total cost eletrical energy	Total operating cost
Power for inlet air kW	Energy MWh/year	Energy Cost €/Year	Power for exhaust air kW	Energy MWh/year	Energy Cost €/Year	MWh/year	MWh/year	MWh/year	€	€/Year	€/Year
131	1.038	124.502	114	903	108.346	**9.011**	**5.691**	**3.320**	**1.575.473**	**232.848**	**1.808.321**

SIMULATION FOR NEW HOOD AND AIR SYSTEM

Common data		Heat Recovery								Steam coils consumption					
Exhaust air temp. [°C]	Exhaust air water content [g/kg]	Exhaust air flow [kg/s] [kg/s]	Fresh air Flow [kg/s]	Outside Temp. of fresh air (ext.) °C	Average Temp. after heat rec. °C	Average Rec. Power kW	n° of Days			Initial temp before fresh steam coil °C	Required Final temp. °C	Power needed kW	Energy MWh/year	Fresh steam used Ton/Year	Thermal Energy Cost €/Year
85	122	55,6	44,5	0,0	48,0	2.144	330			84,0	95,0	491	3.892	6.304	441.268

eletrical consumption						Total energy Thermal REQUIRED	Total energy Thermal RECOVERED	Total energy Thermal MISSING	Total cost of fresh steam	Total cost eletrical energy	Total operating cost
Power for inlet air kW	Energy MWh/year	Energy Cost €/Year	Power for exhaust air kW	Energy MWh/year	Energy Cost €/Year	MWh/year	MWh/year	MWh/year	€	€/Year	€/Year
81	641	76.937	101	801	96.171	**8.030**	**7.100**	**930**	**441.268**	**173.108**	**614.376**

Unit cost €/Ton steam	Unit cost €/MWh Thermal	Unit cost €/MWh eletrical
70,00	**71,50**	**120,00**

Energy saving with new hood and air system		
Electrical energy saving MWh/year	101	
Value of electical saved EUR/year	12.174	
Thermal energy saving Ton of steam/year	16.203	Values for FUTURE production
Value of steam saved EUR/year	1.134.205	Values for FUTURE production
TOTAL SAVINGS EUR/year	1.146.380	Values for FUTURE production

30.06.2022

5. CONCLUSIONI

Sulla base delle nozioni acquisite durante il corso, un'operazione apparentemente semplice come la pressatura ossia la rimozione meccanica dell'acqua dal foglio, é contornata da una elevata quantità di variabili, se eseguita in maniera poco efficiente può portare ad una perdita di caratteristiche del prodotto finito.
Nell'attuale situazione globale, sia per i costi dell'energia, sia per l'evolversi delle situazioni aziendali, qualsiasi operazione o lavoro o modifica eseguita e programmata in ambito di cartiera è vocata all'efficienza, sia a livello produttivo che a livello energetico. La costante ricerca di migliorie porta ad uno sviluppo sempre crescente di tecnologie e professionalità del settore cartario, supportate ed incentivate anche dalle nuove politiche "ecologiste" di sostituzione degli imballaggi plastici con quelli in carta.

6. BIBLIOGRAFIA

Materiale didattico 28° corso cartari a cura del prof. Paolo Zaninelli
Appunti ing. Giuseppe Castagna
Appunti ing. Riccardo Spinelli
Manuale Andritz Press Section Rebuild
Materiale dello stabilimento Burgo di Avezzano