

XXV corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2018/2019

L'allestimento in PM3

di Bortoli Devis



**Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari**

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

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
PM3	3
La fabbricazione.....	3
Allestimento	4
2. LE “NOSTRE” BOBINATRICI	6
Varidur	6
Varistep.....	11
3. CONFRONTO TRA LE “NOSTRE” BOBINATRICI	16
Il sistema frenante	16
Il sistema di taglio	18
Stecca Vs gobbo.....	22
La durezza	23
La tensione	25
Differenza fra le velocità periferiche dei due cilindri portanti	25
Pressione di carico del cilindro pressore.....	26
Misurazione della durezza della bobina pronta	27
4. CONCLUSIONI	28

1. INTRODUZIONE

PM3

Lo stabilimento PM3 di Carmignano di Brenta, facente oggi giorno parte del Gruppo Saci di Verona, vede la sua origine all'inizio del secolo scorso. Nato per la produzione della carta bianca disinchiostrata ed inizialmente appartenente al "Gruppo Cariolaro", è divenuto parte dell'attuale proprietà nel 2014 che ha reindirizzato la produzione su carte packaging.

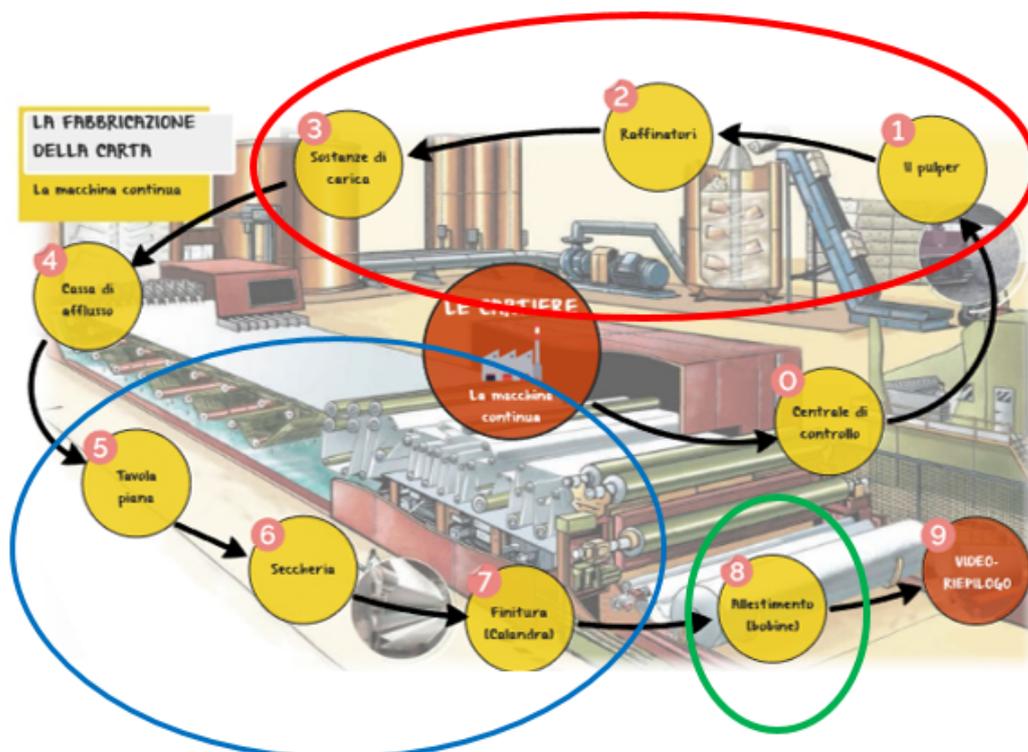
Grazie all'avvento della nuova proprietà si è raggiunta una produzione annua di circa 40.000-45.000 t di carta, equamente distribuita a clienti su suolo nazionale ed internazionale.

I prodotti che escono dallo stabilimento sono suddivisi tra carte per imballaggio flessibile e carte per ondulatori.

LA FABBRICAZIONE

Schematicamente è possibile illustrare la fabbricazione suddivisa in tre fasi produttive:

- Preparazione impasti;
- Formazione e finitura del foglio;
- Allestimento.



Nello specifico, nella trattazione che seguirà, ci occuperemo della terza fase produttiva: l'allestimento.

ALLESTIMENTO

L'allestimento comprende tutte le operazioni alla quali è sottoposto il nastro continuo di carta dopo che ha lasciato la macchina continua e fino alla spedizione all'acquirente. In questa ultima fase della filiera produttiva, quindi, il nastro di carta, sottoforma di rotolo, viene trasformato in bobine pronte per la fornitura.

Parliamo infatti di "rotolo" quando la carta è avvolta su sé stessa sopra rulli metallici propri della macchina operatrice; al contrario, definiamo "bobina" quando la carta viene arrotolata su tubo di cartone, plastica od altro materiale "a perdere".

L'allestimento include operazioni che hanno lo scopo di migliorare le caratteristiche superficiali della carta stessa, come, ad esempio, la calandratura, ed operazioni effettuate al fine di ridurre il nastro di carta in dimensioni ed in confezioni adatte all'uso finale. Quest'ultime operazioni, nel particolare, sono l'essenza stessa dell'allestimento.

Le manovre dell'allestimento vanno effettuate con estrema accuratezza, al fine di ottenere bobine del corretto formato, esenti da detriti fibrosi, con giunte nelle bobine adeguatamente effettuate, il tutto imballato affinché la bobina non subisca danni nel trasporto e nell'immagazzinamento, oltre a non subire variazioni di umidità tra interno ed esterno.

Due sono i momenti cruciali di questa fase: bobinatura ed imballaggio.

Durante la bobinatura vengono sistemate le rotture avvenute durante la fase di fabbricazione, viene data la giusta tensione al nastro affinché la bobina abbia la corretta durezza, vengono tagliate le irregolarità dei bordi e, ovviamente, suddiviso il rotolo in bobine.

Per effettuare i tagli la bobinatrice è munita di coltelli circolari opportunamente distanziati:

- Coltelli "a cesoia", ovvero con lama e controlama circolari poste una sull'altra ed i punti di contatto sul foglio adeguatamente allineati secondo una retta orizzontale in modo che in tutti i punti il foglio sia contemporaneamente sottoposto all'azione di taglio;
- Coltelli "ad incisione", con il bordo tagliente liscio premuto contro la carta che gira attorno ad un cilindro o "controcoltello".

I coltelli devono lavorare evitando lo spolveri ai bordi della bobina.

La velocità della bobina è, solitamente, dalle due alle tre volte e mezzo quella della macchina continua, al fine di poter effettuare le giuste manovre (come giunzioni e regolazione dei coltelli) tenendo, al contempo, il passo con la produzione.

Una volta ottenute le bobine vengono imballate in modo da proteggere il prodotto finito. Un buon imballaggio provvederà a mantenere costante l'umidità della carta, in modo che non vi siano scambi con l'ambiente circostante. Questo è necessario per non compromettere le successive fasi di trasformazione e stampa.

L'operazione di imballaggio include anche l'apposizione della marcatura o dell'etichettatura, cosicché siano riportate tutte le informazioni necessarie sia prima che dopo la fruizione da parte dell'utilizzatore. Solitamente sono riportate nome del produttore, grammatura, formato, direzione di macchina, ed eventualmente, se i due lati sono dissimili, il lato tela o il lato feltro (indicazione essenziale per la stampa).

2. LE “NOSTRE” BOBINATRICI

Dopo la serie di accenni riguardanti la cartiera di provenienza e cos'è e cosa si intende per allestimento è opportuno iniziare ad addentrarsi all'interno dell'argomento che si è deciso di trattare cioè le Bobinatrici.

Le “Bobinatrici” o le “Ribobinatrici” sono il cuore dell'allestimento ovvero della trasformazione in prodotto finito. Infatti, come nel caso del nostro stabilimento che si occupa essenzialmente di produzione di carte naturali, esse hanno sia lo scopo primario di ridurre il rotolo di macchina in bobine “figlie”, ottenendo così formato e diametro come richiesti dal cliente, sia quello di riarrotolatore, visto che il rotolo passa direttamente dal Pope alla riduzione in bobine.

È giunto quindi il momento di discutere delle “nostre” ribobinatrici, andando prima a descrivere le due macchine presenti all'interno dello stabilimento: la Varidur e la Varistep (entrambe Jagenberg). In seguito, cercheremo di spiegare come sia possibile che due macchine, così strutturalmente diverse tra loro, possano ottenere bobine figlie aventi caratteristiche fisiche finali essenzialmente uguali, il tutto grazie agli studi e alle analisi effettuate su le stesse.

VARIDUR

La Varidur, appartenente al gruppo Jagenberg, è la nostra “Vecchietta” in quanto è la ribobinatrice più anziana per anni di servizio e la più piccola delle due. Il fatto che tra le due essa sia la più datata non presuppone che non sia importante in quanto viene sfruttata sia come supporto alla ribobinatrice principale sia come macchina primaria in casi di produzioni particolari (ne parleremo e discuteremo in seguito durante la fase di confronto tra le due macchine).

Nell'utilizzo del termine “vecchietta” bisogna comunque prestare le dovute cautele poiché, nell'ultimo anno, è stata sottoposta anch'essa a importanti lavori di revamping riguardanti principalmente la parte elettrica ed informatica della macchina.

Andando ad addentrarci nelle specifiche caratteristiche tecniche della macchina si evince che la Varidur è una ribobinatrice a cilindri portanti avente una larghezza utile di 2450 mm ed in grado di tagliare grammature che vanno da un minimo di 35 g/m² a un massimo di 150 g/m² con una velocità massima di 1450 m/min.



Varidur – Zona Taglio

Altri dati tecnici sono riportati all'interno della tabella posta di seguito.

Dati Tecnici Varidur	
<i>Tipologia di Carta (Grammatura)</i>	35 g/m ² - 150g/m ²
<i>Massima Velocità di lavoro</i>	1.450 m/min.
<i>Massimo Diametro Bobina Madre</i>	2.000 mm
<i>Massimo Diametro Bobina Figlia</i>	1.525 mm
<i>Larghezza Massima di Taglio</i>	2.450 mm
<i>Larghezza Minima di Taglio per singola bobina figlia</i>	70 mm
<i>Numero Coltelli</i>	11
<i>Diametro Primo Rullo Portante</i>	410 mm
<i>Diametro Secondo Rullo Portante</i>	410 mm
<i>Arrotolamento con anime (diametro interno)</i>	70, 76, 100, 150 mm
<i>Diametro Minimo di espulsione bobine</i>	350 mm
<i>Range Aggiustamento Centatura</i>	350 mm LC 100 mm LS
<i>Tensione normale per i motori</i>	380 V, 50 Hz

Nella tabella precedente vengono espone in maniera sintetica alcune caratteristiche tecniche della Varidur mentre di seguito andremo a esplicare in maniera semplice e concisa la struttura costruttiva della stessa.

Per rendere la descrizione più semplice e lineare possibile si è ritenuto opportuno procedere partendo dalla zona posteriore (Zona Svolgente) della macchina, dove avviene il carico della bobina madre, per poi procedere verso la parte anteriore (Zona Portante), dove invece avviene lo scarico delle bobine figlie.

Lo “Svolgente” o “Srotolatore” è costituito da una coppia di spalle aventi un supporto fisso e uno mobile, sui quali viene accolto il tamburo ovvero l’elemento su cui viene avvolta la bobina madre. Il corpo svolgente, inoltre, non ha solo il compito di accogliere il tamburo ma anche quello di permettere i movimenti longitudinali e assiali del tamburo stesso. I movimenti longitudinali avvengono manualmente e posso essere svolti solo dalla parte mobile del supporto; questo fa sì che siano solitamente utilizzati per garantire che non si vengano a creare pieghe sul nastro-carta durante la fase di svolgitura. I movimenti assiali, invece, avvengono mediante supporto di un motore elettrico attraverso il pulpito di comando: ciò permette di aggiustare la raffilatura.

Oltre ai dispositivi che permettono i movimenti longitudinali e assiali fa parte della struttura svolgente anche il dispositivo frenante che si collega al tamburo attraverso un manicotto pneumatico scorrevole su asse con innesto dentato.

Il dispositivo frenante è costituito da un freno a ganasce che rende regolabile il momento di frenatura, fondamentale per il mantenimento della tensione necessaria alla lavorazione del nastro-carta. Durante il processo di svolgimento del nastro-carta il freno a ganasce è continuamente in funzione; questa pressione ripetuta fa sì che esso tenda a surriscaldarsi. Per ovviare a questo problema il freno è munito di un sistema di raffreddamento ad acqua. Durante la fase di funzionamento la regolazione pneumatica di frenatura dei cilindri, che possono essere sia innestati che disinnestati a scelta, è regolata dall’aria compressa che si autoregola in base ai dati inseriti nel pulpito di comando.

Dalla “zona svolgente” il nastro-carta viene fatto passare attraverso un gruppo di cilindri fino a raggiungere la “zona di taglio”. Prima dell’ingresso in zona di taglio il nastro-carta passa su un “cilindro stenditore rotativo” o “gobbo” che essendo provvisto di una curvatura fissa ed essendo, nello stesso tempo, girevole attorno al suo asse longitudinale mediante ingranaggio, permette lo stendersi del nastro stesso. Questo cilindro stenditore ha il compito di eliminare le eventuali pieghe prima che si raggiunga la zona di taglio.



Varidur - Cilindro di taglio pneumatico, bocchetta aspiraffilo e coltello

La zona di taglio, di cui abbiamo fin qui soltanto accennato, è composta dal cilindro di taglio pneumatico, dai coltelli, dal sistema aspiraffili e, infine, dal “listello stenditore regolabile” o “stecca”. Il cilindro di taglio pneumatico è interamente corredato di manicotti di taglio che permettono l’accostamento pneumatico dei coltelli: questo sistema di taglio viene solitamente definito in gergo “taglio ad incisione”.

I coltelli laterali, che sono utilizzati solitamente per la raffilatura del nastro-carta, sono coadiuvati da un sistema di bocchette di aspirazione che, grazie ad un sistema di ventilatori, riesce a trasportare il raffilo fino al pulper dei raffili dove viene immediatamente spappolato. Superata la zona effettiva di taglio il nastro raggiunge la stecca che ha il compito fondamentale di permettere e facilitare la separazione delle bobine.

Uscito dalla zona di taglio il nastro-carta viene condotto nell’arrotolatore fra i due cilindri portanti. Questi producono la potenza necessaria per il servizio della macchina, attraverso due motori a corrente alternata. La potenza così generata viene trasmessa ai cilindri portanti attraverso giunti a denti curvi e un doppio riduttore a ruote frontali.

L’introduzione del nastro-carta all’interno del sistema di arrotolamento, durante la fase del “passaggio carta”, che solitamente avviene a seguito di cambi di bobina madre o di rotture del nastro, è facilitato dalla presenza di un tappeto e di un sistema di ugelli ad aria compressa.

Una volta che il nastro-carta ha raggiunto la zona di arrotolamento, con le larghezze di taglio richieste dal cliente, vengono inserite le anime, aventi diametri sopracitati nella tabella delle specifiche tecniche; quest'ultime vengono poi bloccate nei movimenti assiali mediante due mandrini espansibili. Lo scorrimento assiale di questi mandrini avviene attraverso una leva a mano. Una volta bloccate le anime e attaccato su di esse il nastro-carta si procede all'arrotolamento.

Oltre alle componenti sopracitate, necessarie ad ottenere un ottimo arrotolamento, è fondamentale anche la presenza di un "Rullo di pressione" o "Cavaliere". Durante il processo d'arrotolamento il cavaliere, grazie al suo peso, produce una pressione di appoggio che influisce sulla durezza dell'avvolgimento delle bobine in fase di arrotolamento. Questa pressione è solitamente maggiore quando la bobina ha un piccolo diametro poiché necessita di un nucleo duro, mentre, al crescere del diametro, il cilindro cavaliere viene alleggerito pneumaticamente.

VARISTEP

La Varistep, come la Varidur, è fornita dalla Jagenberg ed è considerata la “nuova” in quanto, dopo un importante investimento di revamping, è entrata in funzione qualche anno fa. Visto l’importante investimento fatto per ammodernarla risulta essere tecnologicamente molto avanzata rispetto alla Varidur. Questo sviluppo e la serie di accorgimenti apportati a livello informatico, con l’inserimento di molti blocchi all’avviamento di macchina, ha permesso un incremento dell’efficienza andando a sopperire a mancanze o errori che potevano essere commessi dall’operatore. Nella tabella sottostante vengono esposti alcuni esempi di come la Varistep abbia ridotto gli errori.

Operazione	Varidur	Varistep
<i>Chiusura Mandrini</i>	Manuale - la macchina si avvia con i mandrini aperti	Automatica - la macchina si avvia solo con mandrini chiusi
<i>Inserimento Coltelli</i>	Manuale - la macchina si avvia con i coltelli disinseriti	Automatica - la macchina si avvia solo con coltelli inseriti
<i>Allineamento Coltello Controcoltello</i>	si deve allineare sempre manualmente coltello e controcoltello	Coltello e Controcoltello si muovono accoppiati

Con gli ultimi investimenti svolti sulla Varidur si è cercato di andare a ridurre i medesimi errori anche su di essa.

Il dispendio di risorse, comunque, ha reso la Varistep molto efficiente: da una parte per quel piccolo residuo di inefficienza dovuto a errori umani, dall’altra perché essa è una ribobinatrice a cilindri portanti avente una larghezza utile di 2.840 mm. Inoltre ha la capacità di tagliare grammature che vanno da un minimo di 40 g/m² a un massimo di 205 g/m² con una velocità massima di 2.000 m/min.

Come si può riscontrare la Varistep ha notevolmente ampliato l’efficienza produttiva sia per quel che riguarda le grammature lavorabili sia per ciò che concerne le velocità di lavorazione e quindi la produzione. Quest’ultimo importante elemento non è da sottovalutare in quanto la carta viene venduta al kg.



Varistep - Zona Svolgente

A differenza della precedente descrizione della Varidur, per la Varistep si adoterà un sistema di descrizione più incentrata sui valori tecnici e sugli elementi di differenza rispetto alla Varidur, punto di snodo della presente discussione.

Come già esposto in precedenza lo svolgente ha il compito di srotolare il tamburo e far sì che la carta dal rotolo venga inserita nella parte di taglio. Di seguito viene riportata la scheda tecnica delle caratteristiche dello svolgente Varistep.

Dati Tecnici Varistep (Svolgente)	
<i>Tipologia di Carta (Grammatura)</i>	40 g/m ² – 205 g/ m ²
<i>Massima Velocità di lavoro</i>	2.000 m/min
<i>Massimo Diametro Bobina Madre</i>	2.400 mm
<i>Larghezza Taglio</i>	2.840 mm
<i>Peso Massimo Tamburo</i>	15 t
<i>Tensione normale per i motori</i>	380 V, 50 Hz



Varistep - Motore Svolgente, sistema manicotto pneumatico scorrevole su asse con innesto dentato

A un primo colpo d'occhio si denota la presenza di un motore nella parte svolgente, cosa che non era presente nella Varidur: infatti, in questa era presente un sistema frenante che veniva trainato dai rulli portanti e garantiva un tiro costante attraverso la lettura di una cella di carico. Nel caso della Varistep, invece, il tiro viene garantito dal motore, sulla medesima cella di carico, e svolge la funzione di freno dinamometrico (verrà illustrato più approfonditamente nei prossimi paragrafi) e da un sistema frenante ausiliario che interviene solo in caso di rotture. In questo caso il sistema frenante è costituito da un unico freno a controllo elettropneumatico e senza raffreddamento ad acqua.

Seguendo l'indicazione di descrizione adottata nella Varidur, si è deciso di adottare lo stesso sistema quindi partendo dallo svolgente si raggiunge la zona di taglio dove troviamo un nuovo sistema di taglio e il gobbo al posto della stecca. Ovviamente, sempre per rendere più lineare e scorrevole la lettura, i confronti degli elementi differenzianti verranno affrontati in seguito mentre in questa prima parte saranno solo descritte in maniera sintetica le caratteristiche dei singoli componenti.



Varistep - Zona Taglio

Il sistema di taglio risulta essere di ultima generazione poiché è cambiato completamente il blocco. Infatti, si è optato per un sistema automatizzato andando a utilizzare un blocco composto da 12 coltelli che vengono accoppiati al rispettivo controcoltello. Questo fa sì che per cambiare la misura del taglio si vada a spostare l'intero blocco coltello-controcoltello e il sistema, in quanto fortemente automatizzato, misura digitalmente la distanza tra i due coltelli che si vogliono utilizzare.

Sempre nella zona di taglio, inoltre, si è proceduto a sostituire la stecca, posizionata dopo il sistema di taglio, con un gobbo. Il gobbo, posizionato al di sotto della posizione di taglio acquisisce la stessa funzione della stecca cioè quella di facilitare l'apertura dei tagli: questo avviene grazie alla sua conformazione poiché provvisto di una curvatura fissa e girevole.

Superata la zona di taglio il nastro-carta raggiunge la parte dell'arrotolamento.

Caratteristica della Varistep è la presenza di un unico motore che fa muovere i due rulli portanti i quali hanno due diametri differenti e, di conseguenza, due velocità periferiche differenti. Successivamente andremo ad analizzare cosa avviene al rotolo sottoposto a queste due velocità.

Quindi, concludiamo andando ad inserire i valori tecnici riguardanti i motori portanti.

Dati Tecnici Varistep (Portante)	
<i>Tipologia di Carta (Grammatura)</i>	40 g/m ² – 205 g/m ²
<i>Massima Velocità di lavoro</i>	2.000 m/min
<i>Massimo Diametro Bobina Figlia</i>	1.525 mm
<i>Larghezza Massima di Taglio</i>	2.840 mm
<i>Larghezza Minima di Taglio per singola bobina figlia</i>	100 mm
<i>Numero Coltelli</i>	12
<i>Diametro Primo Rullo Portante</i>	750 mm
<i>Diametro Secondo Rullo Portante</i>	500 mm
<i>Arrotolamento con anime (diametro interno)</i>	70, 76, 100, 150 mm
<i>Diametro Minimo di espulsione bobine</i>	400 mm
<i>Range Aggiustamento Centatura</i>	350 mm (su entrambi i lati)
<i>Azionamenti</i>	Motore singolo
<i>Tensione normale per i motori</i>	400 V, 50 Hz

3 CONFRONTO TRA LE “NOSTRE” BOBINATRICI

In precedenza, abbiamo descritto le due macchine in maniera sintetica cercando allo stesso tempo di andare a concentrarci e descrivendo in maniera significativa gli elementi cardine delle due bobinatrici. Durante le descrizioni si è spesso ripetuto che alcuni argomenti e confronti sarebbero stati poi approfonditi di seguito. Quindi, a questo punto della nostra trattazione, cercheremo di analizzare queste differenze spiegando come le stesse non inficino il prodotto finale per il cliente.

Quindi qui di seguito riprenderemo gli elementi che riteniamo importanti ed andremo a confrontarli per cercare di individuare punti di forza e punti di debolezza di ognuna delle nostre bobinatrici. Come in ogni descrizione di questa trattazione abbiamo sempre seguito una linea logica quindi anche in questo caso abbiamo deciso di adottare lo stesso criterio. In poche parole, si partirà sempre dallo svolgente per raggiungere il rotolo finito e verrà sempre prima esposto il sistema della Varidur per poi passare a quello della Varistep. Gli elementi che confronteremo quindi saranno:

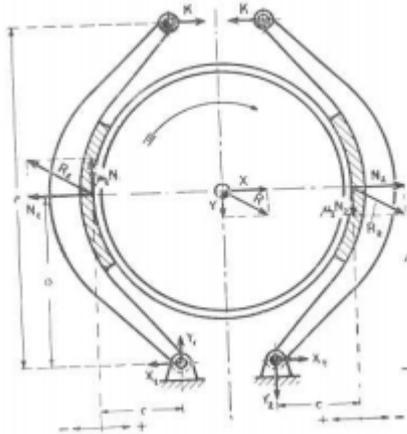
1. Il sistema frenante;
2. Il sistema di taglio;
3. Stecca Vs gobbo;
4. La durezza.

IL SISTEMA FRENANTE

Spesso si tende a sottovalutare l'importanza di un sistema frenante. Infatti, il controllo della frenatura durante il processo di srotolamento della bobina madre influisce in modo decisivo sulla qualità, sia che si stia parlando della qualità delle bobine sia che riguardi la qualità dei formati. Per ottenere bobine delle dimensioni richieste (siano esse la lunghezza, la larghezza o il diametro) la tensione del nastro di carta deve rimanere essenzialmente costante.

Fatta questa premessa iniziamo col descrivere e discutere del sistema frenante della Varidur. Il freno di srotolamento deve essere controllabile e regolabile sensibilmente. A servizio continuo, specialmente a sfruttamento completo della potenza del freno, allentamenti oppure bloccaggi dello stesso non sono ammissibili. Per questo motivo la Varidur è stata attrezzata di un tamburo frenante raffreddato ad acqua e di ganasce frenanti azionate pneumaticamente. L'acqua all'interno del circuito di raffreddamento, posto all'interno dell'albero cavo del sistema frenante stesso, permette di evitare le fasi di surriscaldamento mentre l'elettrovalvola,

posta in mandata, controlla, invece, che un eccesso di acqua all'interno dell'albero non causi fasi di eccessivo raffreddamento che andrebbero a condizionare l'efficienza del sistema frenante stesso.



Varidur- Freno a ganasce

Nel disegno è raffigurato, in maniera semplificata, un freno a ganasce come quelli applicati sulla Varidur.

Su quest'ultima è stato installato un sistema con tre coppie di ganasce frenanti. In base alle esigenze dell'operatore o alle sollecitazioni che vengono esercitate sul sistema frenante le coppie di ganasce possono essere innestabili e disinnestabili singolarmente. Ciò permette a tutto il sistema di essere più agile e quindi più veloce nell'adattarsi alle diverse tipologie di grammatura ed alle rispettive tensioni.

Le tensioni sono garantite da una cella di carico e vengono scelte dall'operatore in base alla tipologia di carta che si trova a bobinare. Inserito un valore dal pulpito di comando, l'operatore seleziona una determinata tensione e, di conseguenza, la pressione dell'aria che, essendo sottoposta a questa regolazione automatica, subisce variazioni continue atte al mantenimento della tensione stessa.

Strutturalmente il sistema frenante della Varidur è costituito da:

- Tre tamburi di freno;
- Tre coppie di ganasce frenanti;
- Un cilindro a diaframma ad aria compressa;
- Conduzione dell'acqua di raffreddamento

Oltre a queste componenti il sistema è fornito di valvole che garantiscono l'afflusso di aria compressa richiesto fino a un massimo di 7 bar e di un'elettrovalvola che permette, con la macchina in moto, la giusta adduzione di acqua mentre arresta l'afflusso a seguito di un arresto della stessa.

Passando ora alla descrizione del sistema frenante della Varistep è opportuno ricordare che la medesima è una bobinatrice avente grandi potenze di comando e alte velocità di marcia quindi non poteva essere installato un sistema frenante a freni meccanici. Si è, dunque, optato per un sistema frenante freno dinamometrico.

Il freno dinamometrico è solitamente costituito da una dinamo, cioè una macchina a corrente continua che, operando la frenatura del motore termico, genera appunto corrente continua. Questa corrente, a sua volta, può essere dissipata su resistenze elettriche oppure convertita, tramite idonei inverter, in corrente alternata e introdotta in rete.



Varistep - Motore e sistema frenante ausiliario

Questo genere di macchina, che svolge la funzione di freno della Varistep, permette, durante il processo di frenatura, di guadagnare corrente. Allo stesso tempo, può velocizzare la fase del passaggio del nastro-carta, potendo svolgere una funzione di motore in questa fase. Abbiamo, quindi, due funzioni, quella di generatore, fungendo da sistema frenante, e quella di motore nel passaggio del nastro-carta.

Andando, dunque, a comparare i due sistemi si può affermare che:

- La Varidur con il sistema frenante a ganasce ha un sistema poco costoso, di semplice manutenzione, abbastanza efficace ma che è particolarmente condizionato dalle velocità, dalle temperature e dall'usura del sistema, e può avere problematiche di efficacia quando si tratta di regolare la tensione al variare della velocità andando incontro a momenti di frizione;
- La Varistep, invece, vanta un sistema frenante più efficace che riesce a mantenere un tiro più costante al variare della velocità, ma risulta essere più complesso e di più costosa manutenzione.

IL SISTEMA DI TAGLIO

Nella zona di taglio avviene una delle principali regolazioni che vengono svolte dall'operatore. Infatti, è all'interno di essa che l'operatore può regolare il formato dei tagli del nastro carta, attraverso i sistemi di taglio delle bobinatrici che andremo di seguito ad esplicitare.

Procediamo, dunque, con la medesima metodologia adottata in precedenza andando a descrivere prima il sistema di taglio installato sulla Varidur e inseguito quella della Varistep andando infine a discutere delle differenze tra i due sistemi.

La Varidur è allestita con un sistema composto da un albero di taglio pneumatico su cui sono installati i manicotti di taglio. L'albero di taglio, anche detto "cilindro di taglio", su cui lavorano e vengono fissati i manicotti, svolge la funzione di contro coltello ai coltelli superiori per il taglio del nastro carta. Il cilindro di taglio è composto da un sistema di serraggio pneumatico che svolge la funzione di serraggio e



Varidur - Zona taglio: Cilindro di taglio, Manicotti e coltelli

fissaggio dei manicotti di taglio: ciò permette il posizionamento degli stessi in qualsiasi punto del cilindro. I manicotti di taglio sono interamente ricoperti di incisioni (secondo il sistema metrico). Il fissaggio dei manicotti avviene grazie alla presenza di tubi elastici che sono installati in delle incisioni poste sul cilindro di taglio. Per proteggere questi tubi da possibili logoramenti dovuti al lavoro, essi sono rivestiti di nastri di acciaio e sono alloggiati su una camera d'aria posta all'interno del cilindro di taglio.

Questa camera d'aria viene alimentata ad aria compressa attraverso una valvola manuale. I manicotti di taglio sono composti in un solo pezzo e ricoprono completamente l'albero di taglio. Quando la camera d'aria è in pressione i tubi premono contro la parte interna dei manicotti di taglio, andando così ad eliminare un qualsivoglia possibile spostamento laterale. Questo fa sì che non occorran viti o altri elementi meccanici per il blocco.

Questo sistema permette la regolazione della larghezza dei tagli: è infatti possibile allargare o sbloccare i manicotti di taglio andando a disaerare le relative camere d'aria. In contrapposizione agli spigoli taglienti (incisioni) dei manicotti vengono posizionati i coltelli superiori che devono essere sovrapposti di circa 1,5 mm e devono andare a formare un angolo di taglio α di $0,5^\circ$.

Questo sistema di taglio permette di lavorare sui valori riportati di seguito in tabella.

Dati Tecnici Taglio Varidur	
<i>Larghezza Massima di Taglio</i>	2.450 mm
<i>Larghezza Minima di Taglio per singola bobina figlia</i>	70 mm
<i>Numero Coltelli</i>	11

Il sistema di taglio della Varistep, invece, è particolarmente innovativo. Esso è costituito essenzialmente da un porta-coltello pneumatico sempre accoppiato a un contro coltello. Questo accoppiamento risulta essere molto efficace sia per tempi di regolazione sia per tipologia di bobinatrice in quanto garantisce alte performance quando si raggiungono velocità superiori ai 1.600 m/min.



Varistep - Zona taglio

Di seguito andremo prima a spiegare perché questo sistema garantisce alte performance ad alte velocità per poi andare ad esplicitare a cosa sono dovuti gli ottimi tempi di regolazione.

Le alte performance sono dovute essenzialmente allo sviluppo tecnico che permette lo svincolo tra l'organo di movimento e l'organo di movimentazione: questo fa sì che si crei una riduzione drastica del run-out (frizioni) e un corrispettivo aumento medio della vita delle lame. Inoltre, l'albero guida in acciaio cromato assicura in maniera ottimale una stabilità di taglio.

Ottimale anche il sistema di regolazione dell'incidenza tra coltello e controcoltello in quanto una manopola permette la regolazione dell'angolo di taglio α , che può essere regolato da 0° a $\pm 1^\circ$ con step da $0,25^\circ$. Con la medesima efficacia è possibile andare a regolare l'affondamento della lama che, come per quel che accade per l'angolo, è garantito da una manopola che permette una variazione del diametro della lama installata sul porta-coltello che vada da 200 mm a 180 mm.

L'insieme di questi elementi permette l'incremento della velocità senza perdere stabilità e qualità di taglio.

Per quel che riguarda invece la riduzione delle tempistiche di regolazione è alquanto semplice da spiegare perché si vengono a limare tutte quelle perdite di tempo dovute alla regolazione dei formati e alle manutenzioni ordinarie.

La regolazione dei formati risulta agevolata da un sistema visualizzato. Questo permette all'operatore di visualizzare digitalmente ed in maniera immediata, su un monitor posizionato nella sezione di taglio, tutte le quote dei coltelli che sta posizionando. In questa maniera viene velocizzato il lavoro dell'operatore con il vantaggio di avere anche un sistema estremamente preciso. Non è soltanto la regolazione a beneficiare del nuovo sistema infatti tutti i coltelli possono essere installati su tutti i portacoltelli. Questo permette di sostituire un coltello con un altro senza il bisogno di sostituire immediatamente la lama e permette all'operatore di svolgere l'operazione di sostituzione lama in una posizione sicura e con i tempi dovuti.



Varistep - Sistema di taglio Visualizzato

Questo sistema di taglio, però, a causa della sua struttura, viene limitato nelle larghezze avendo una misurazione minima di 100 mm.

Riportiamo di seguito in tabella alcuni elementi caratteristici di questo sistema di taglio.

Dati Tecnici Taglio Varistep	
<i>Larghezza Massima di Taglio</i>	2840 mm
<i>Larghezza Minima di Taglio per singola bobina figlia</i>	100 mm
<i>Numero Coltelli</i>	12

Andando, quindi, a confrontare i due sistemi fra loro è possibile affermare che le innovazioni installate sulla Varistep permettono, relativamente al fattore tempo, una regolazione e una affidabilità nel taglio di molto superiori rispetto alla Varidur. Questo è un elemento non di secondo piano in quanto, pur essendo vero che entrambi i sistemi sono affidabili, quello innovativo installato sulla Varistep permette risparmi di tempo notevoli anche nelle manovre dell'operatore non riscontrabili nella Varidur.

STECCA VS GOBBO

Sempre nella zona di taglio strutturalmente le due macchine hanno un'ulteriore differenza. Si tratta della metodologia con cui vengono aperti i tagli.

Nel caso della Varidur si è optato, ormai da sempre, per l'utilizzo della "Stecca" ("listello stenditore regolabile") mentre per la Varistep si è, invece, utilizzato un "Gobbo" ("Cilindro allargatore").

La stecca è posizionata dietro alla posizione di taglio: essa ha lo scopo primario di separare i nastri di carta tagliati ed impedire agli stessi di andarsi ad intrecciare o, più semplicemente, a sovrapporsi in fase di avvolgimento. Questo risulta indispensabile per una buona ed efficace apertura delle bobine. La stecca, però, non ha solo il compito di andare ad evitare che si sovrappongano le strisce di nastro ma anche che all'interno delle medesime non si vengano a creare pieghe. La stecca può essere regolata sia in altezza che in curvatura attraverso l'utilizzo di alcuni volantini posti al di sotto della zona taglio. La stecca permette una correzione più puntuale e precisa dell'apertura del taglio. La Varidur permette il taglio anche di bobine di 70 mm di larghezza proprio grazie a questa precisione e puntualità che, però, è causa anche di maggiori rischi di pieghe e conseguenti



Varidur - La "Stecca"

interventi dell'operatore per i dovuti aggiustamenti.



Varistep - il Gobbo

Il gobbo, come per quanto concerne la stecca, viene utilizzato nell'industria cartaria per distendere il nastro-carta uniformemente andando così ad eliminare le pieghe e, nell'operazione specifica di taglio, ad evitare che vi siano sovrapposizioni dei rotoli.

Il gobbo installato è un cilindro allargatore a curvatura variabile; esso regola la curvatura mediante un sistema olio-dinamico a spinta mentre l'incidenza viene corretta attraverso un sistema motorizzato. Questo sistema, nel suo complesso, risulta molto efficace e richiede minimi interventi permettendo così un buon margine di tempo risparmiato. Allo stesso tempo risulta essere meno efficace e puntuale in quanto qualsiasi regolazione avviene su tutta la superficie del gobbo e non settorialmente come avviene nella stecca.

Anche in questo caso si evince che gli elementi installati sulla Varistep vanno a facilitare e velocizzare il lavoro dell'operatore, seppur perdendo in precisione.

LA DUREZZA

Dopo aver cercato di descrivere in maniera sintetica ma chiara le due bobinatrici si cerca ora di spiegare come, utilizzando due macchine così strutturalmente diverse, si riescano ad ottenere bobine essenzialmente molto simili e uniformi. Questo è dovuto al fatto che con entrambe le bobinatrici è possibile ottenere la medesima durezza di avvolgimento (andremo poi di seguito ad esplicitare come si valuta la durezza di una bobina).

Per prima cosa cerchiamo di spiegare cos'è la durezza, quali sono le problematiche che una mancata uniformità causa e da cosa è condizionata.

La durezza è, da definizione, la *resistenza di un corpo all'azione di penetrazione o di deformazione esercitata da forze esterne*. Sia nell'industria cartaria che in quella cartotecnica e grafica il concetto di durezza si basa su un'analisi principalmente visiva e pratica: perciò si considera che una bobina abbia una durezza sufficiente se si ottengono bobine dalle testate lisce, con arrotolamento uniforme ed esenti da bolle che però, allo stesso tempo, non siano così dure da compromettere le caratteristiche tecniche del nastro-carta.

Si è soliti, dunque, adottare dei principi da seguire per cercare di ottenere un processo di avvolgimento corretto, i quali risultano essere:

- In partenza e nei giri iniziali la bobina deve essere molto dura perché le prime spire servono da base per la crescita di quelle successive;
- Al raggiungimento del diametro finale essa deve avere una durezza minore;
- La transizione di durezza dall'anima fino al diametro richiesto deve avvenire in maniera leggera e lineare.

Non seguendo le linee guida sopra descritte si va incontro a difetti causati dalla cattiva lavorazione, i quali possono essere:

- L'“effetto telescopico” o una forma non cilindrica, sintomi di una compattezza insufficiente a causa di un eccessivo intrappolamento di aria, spesso riconducibile a una bassa durezza in fase di partenza;
- Il “collasso dell'anima”, che si verifica con una compattezza eccessiva a causa di carichi elevati;
- L'“effetto a stella”, causata da variazioni brusche delle caratteristiche della bobina durante l'avvolgimento.

Ovviamente non è possibile andare a eliminare queste problematiche che si verificano durante l'avvolgimento semplicemente diminuendo la tensione del nastro-carta poiché è richiesta una certa tensione in questa fase, in modo tale che la carta possa avanzare esente da pieghe nella zona di taglio e da qui fino al raggiungimento della zona portante, per evitare spostamenti laterali dei nastri-carta tagliati. Da ciò si evince che non è solo la tensione ad influire sulla durezza ma vi sono anche altri fattori.

Quindi si vanno a identificare due parametri che permettono di regolare la durezza di avvolgimento:

- Il carico di trazione (Tensione);
- La differenza delle velocità periferiche dei due cilindri portanti;
- La pressione sulla superficie periferica (Nip).

LA TENSIONE

La tensione è generalmente definita come *forza per unità di larghezza* [N/m]. Nella direzione MD (Machine Direction) di avanzamento della carta, è il parametro più influente: più alto è il valore di tensione maggiormente compatta risulta la bobina. Ovviamente, risulta fondamentale determinare il corretto valore di tensione che deve essere mantenuto il più possibile costante durante la fase di lavoro e che durante la fase di transizione di velocità non deve variare oltre il 10% rispetto al valore target di riferimento. Risulta importante ricordare che il valore di tensione è sottoposto a numerosi vincoli:

- Una tensione troppo elevata o variazioni eccessive verso l'alto potrebbero causare rotture del nastro-carta;
- Una tensione troppo bassa o una serie di variazioni significative verso l'alto e verso il basso potrebbero causare la formazione di pieghe o di spostamenti.



Varistep - Tensione nastro-carta

Oltre agli elementi sopra descritti risulta di estrema importanza, per quanto riguarda la tensione, la regolazione della medesima in base allo spessore. L'agenzia Tappi (Technical Association of the Pulp and Paper Industry) ha presentato un documento riguardante gli approcci per il calcolo della tensione applicata al nastro-carta nelle operazioni di converting. Nello stesso si evince un legame proporzionale tra la tensione applicata a un determinato spessore; per cui andando a selezionare una tensione $T1 : S1 = T2 : S2$, dove con T ed S si indicano rispettivamente la tensione e lo spessore del nastro carta 1 e 2.

Risulta ovviamente importantissimo in questa analisi non eccedere con la tensione in quanto questa andrebbe a causare sia problemi in avvolgimento che problemi di snervamento del nastro-carta andando così a condizionarne le caratteristiche meccaniche.

Differenza fra le velocità periferiche dei due cilindri portanti

Un'altra variabile che influisce sulla compattezza delle bobine è la differenza di coppia tra due i rulli motorizzati a contatto. Il controllo di tale parametro viene effettuato agendo sulle correnti degli azionamenti elettrici oppure introducendo una differenza di velocità tra i due rulli.

Come già descritto, questa influenza è gestita in maniera differente tra le due bobinatrici presenti in cartiera. Infatti, per la Varidur questa differenza è raggiunta grazie alla diversa regolazione delle velocità dei due cilindri portanti aventi ognuno il suo motore elettrico di azionamento. Mentre, per quanto concerne la Varistep, questo è garantito dalla differenza di diametro degli stessi, essendo entrambi i cilindri portanti azionati dal medesimo motore elettrico.



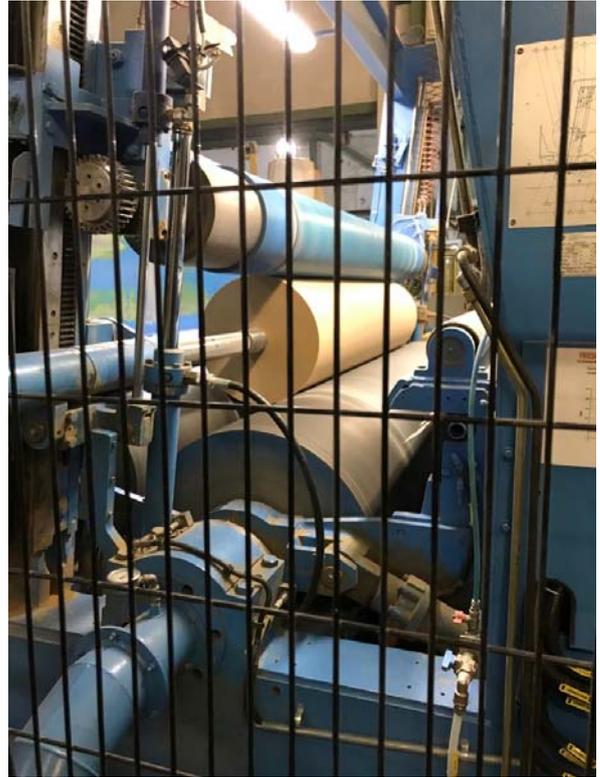
Varistep - Motore elettrico cilindri portanti

Pressione di carico del cilindro pressore

Con il carico del cilindro pressore si indica il *carico lineare medio, misurato in forza per unità di larghezza [N/m], tra una bobina in avvolgimento e un rullo pressore a contatto, agente lungo la linea che collega i loro centri*. Tale carico ha il compito di evitare l'intrappolamento di aria tra le spire che altrimenti avrebbe l'effetto di indebolire la bobina stessa andando a generare l'effetto telescopico. D'altro canto, però, esso non può essere troppo elevato in quanto si verrebbero a creare nella vicinanza del nip dei fenomeni di frenatura che andrebbero a danneggiare il nastro-carta. Gli sforzi dovuti alla pressione rischiano, infatti, di segnare la superficie a contatto e di indurre, nelle spire interne, uno slittamento che comporta difetti nel prodotto finale. Inoltre, un carico eccessivo può essere causa dell'insorgere di fenomeni di vibrazione tra l'albero di avvolgimento e il rullo a contatto.

Il sistema di regolazione deve, quindi, tenere conto della geometria, insieme a diametro e larghezza della bobina e spessore del nastro carta, per calcolare in tempo reale la corretta pressione del cilindro allo scopo di mantenere la forza di contatto al valore di riferimento.

Questo fa sì che i rulli pressori delle due bobinatrici presenti in cartiera lavorino entrambe seguendo scale logaritmiche ma con pressioni differenti dovute alle differenti geometrie precedentemente descritte. Da ciò evinciamo che il rullo pressore della Varistep svolge un lavoro minore a parità degli altri fattori che ne condizionano la funzione rispetto al rullo della Varidur.



Varistep – Rullo Pressore

Misurazione della durezza della bobina pronta

Una volta finito le bobine figlie è possibile andare ad analizzare la durezza. Con un coltello ben affilato si tagliano orizzontalmente gli strati superiori della bobina. Quindi devono essere riavvicinati i bordi, evitando possibilmente di creare tra loro tensione, e si misura la distanza tra i due bordi. Tale distanza indica l'allungamento del nastro-carta e la si può usare come valore comparativo. Utilizzando la seguente formula: $\text{fessura di taglio} / \text{circonferenza della bobina} \times 100$

Con tali misurazioni comparative, si possono confrontare le bobine figlie delle due bobinatrici andando a cercare di ottenere la medesima durezza.

4. CONCLUSIONI

Abbiamo affrontato la parte finale della produzione cartaria, l'allestimento, portando all'attenzione le specifiche delle due bobinatrici presenti all'interno della PM3 di Carmignano di Brenta del gruppo Saci.

La possibilità di lavorare direttamente su queste macchine mi ha permesso di raccogliere direttamente tutti i dati riportati e di poter evidenziare anche nella pratica quanto descritto.

Seppur le due bobinatrici abbiano delle caratteristiche tecniche e di sistema differenti, queste vengono utilizzate in maniera intercambiabile tra di loro per la produzione delle stesse commesse.

Infatti, dalla nostra esperienza pratica, si è riscontrato che la possibilità di regolare la durezza di arrotolamento, durante l'intera operazione di avvolgimento, dà la possibilità di ottenere rotoli essenzialmente uguali.