

XXIII corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2016/2017

Dosaggio di carbonato di calcio in polvere in testa macchina FillerTEK

di Senter Luca



**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

1.1. Fedrigoni – stabilimento di Varone

2. CARICHE MINERALI

2.1. Carbonato

3. IMPIANTO MISCELAZIONE CARBONATO

3.1. Situazione attuale

4. IMPIANTO FILLERTEK

4.1. Descrizione tecnica

4.2. Impianto miscelazione prodotti

4.3. Prove

5. PROVE DI STAMPA

6. RIENTRO ECONOMICO E CONCLUSIONI

7. BIBLIOGRAFIA

8. ALLEGATI

1. INTRODUZIONE

1.1.FEDRIGONI – STABILIMENTO DI VARONE

Il Gruppo Fedrigoni opera nei seguenti settori:

- produzione, trasformazione e distribuzione di carte grafiche patinate e naturali per i settori della stampa, editoria, legatoria, packaging, rivestimento e cartotecnica;
- produzione di carte e materiali adesivi e antiadesivi;
- commercializzazione di articoli regalo e cartoleria;
- produzione di prodotti speciali di sicurezza.

La Fedrigoni fin dalla nascita nel 1888 si è specializzata nel settore cartario, ad oggi sono aperti differenti stabilimenti di produzione e trasformazione della carta:

- Arco (TN)
- Riva del Garda – Varone (TN)
- Verona
- Fabriano (AN)
- Pioraco (MC)
- Rocchetta (AN)
- Castelraimondo (MC)
- Ospiate di Bollate (MI)

Nello stabilimento produttivo di Varone sono installate due macchine continue per la produzione di differenti tipologie di carte. La continua 1 è quella su cui viene basato lo studio di questo elaborato.

2. CARICHE MINERALI

La carta prodotta in cartiera è costituita da un impasto non omogeneo, costituito in percentuale differente, in base all'utilizzazione finale del prodotto, da cellulosa, coloranti e materiali di carica.

L'utilizzo delle cariche, sebbene tempi addietro fosse considerata come una falsificazione, oggi ricopre una componente importante dell'impasto della carta. Il suo impiego permette di ottenere carte con migliore opacità, migliore ricettività dell'inchiostro e una buona formazione del foglio.

La preparazione delle cariche una volta avveniva solo per mezzi meccanici impiegando minerali. Oggi la produzione si è orientata verso un sistema combinato meccanico e chimico dei suddetti minerali e usando in aggiunta materiali precipitati chimicamente.

Ogni sostanza di carica ha caratteristiche proprie che la rende migliore di altre in base al tipo di carta da produrre. È importante che le cariche non contengano impurità. Un'altra caratteristica spesso trascurata delle sostanze di carica è l'indice di rifrazione, una carica con un valore alto avrà un potere opacizzante ed imbiancante superiore ad una con un valore basso.

La carica è per natura una sostanza inerte, non reagisce quindi con le sostanze impiegate nella fabbricazione. Nel processo di produzione della carta è importante che vengano impiegati adeguati prodotti ritentivi per evitare che la carica minerale venga dispersa nel processo. Questo appunto perché non si lega chimicamente alla fibra.

Le cariche, in misura diversa, hanno un prezzo molto minore della cellulosa, questo oltre a tutte le caratteristiche sopra citate ha portato ad un suo utilizzo sempre più massiccio. Non tutto è però positivo: un'alta percentuale di carica nell'impasto può portare alla formazione di un foglio molto soffice, a problemi di spolvero e alla formazione di doppio viso troppo marcato. Le cariche presenti nel processo tolgono spazio alle fibre che di conseguenza non riescono a creare legami forti come in assenza di questi componenti. Questo porta ad una riduzione della resistenza meccanica della carta.

Le sostanze di carica possono venir immesse nel ciclo produttivo in diversi punti:

- Al pulper disperso in acqua o i polvere secca (tramite sacchi).
- Nella tina di scorta o di impasto (chiamata anche tina di macchina).
- A monte della pompa di mandata della pasta in macchina (fan pump).
- Direttamente sulla tela di formazione

Sopra è stato indicato come punto debole delle cariche minerali la ritenzione. Negli anni sono stati fatti molti passi per garantire una corretta ritenzione. Le cariche sono totalmente insolubili in acqua, questo permette di avere una ritenzione migliore visti i forti quantitativi di acqua impiegati nel ciclo. Perché ciò avvenga nella prima parte della tavola piana le cariche devono essere bloccate dai legami che vengono a formarsi fra le fibre. Per mantenere però la ritenzione su livelli corretti è indispensabile l'uso di ritentivi.

Le cariche più utilizzate in cartiera sono:

- caolino, con caratteristiche buone di potere opacizzante, un grado di bianco fra il 75/85%, un costo basso ma anche una resa molto bassa;
- talco, avente un'ottima ritenzione e una bassa abrasività;
- biossido di titanio, con alto potere coprente, un grado di bianco elevato, alto potere opacizzante ma un costo elevato rispetto agli altri minerali (circa 10 volte più costoso);
- carbonato di calcio.

2.1.CARBONATO DI CALCIO

Una delle proprietà fisiche più importanti del carbonato è un buon colore bianco, relazionato soprattutto al suo concorrente principale, il caolino. Come fornito il carbonato contiene però tracce di ferro, manganese e diverse sostanze derivanti dal processo di estrazione e lavorazione che ne limita notevolmente il grado di bianco. Secondo diversi standard questo valore è compreso tra 85 e 93 punti percentuali.

La dimensione delle particelle di carbonato variano dai 0,2 ai 0,5 micron. Nel processo di produzione della carta una dimensione minore porta ad una ritenzione peggiore e ad una maggior tendenza alla formazione di doppio viso. Normalmente si cerca di impiegare un carbonato con dimensioni di particelle il più uniformi possibili. Il carbonato di calcio a differenza di altre cariche è meno abrasivo causando un consumo minore delle apparecchiature per la fabbricazione della carta. Nella stampabilità delle carte caricate con carbonato l'assorbimento dell'inchiostro è influenzato dalla tipologia di quest'ultimo. Nei processi di stampa possono essere utilizzati inchiostri a base olio e a base acqua. Il primo dei due viene assorbito in maniera più efficace dal carbonato.

Ad oggi l'utilizzo del carbonato nel processo produttivo ha raggiunto una percentuale molto alta in rapporto al peso complessivo della carta. Si fabbricano carte con un contenuto di ceneri superiore al 20%.

Il doppio viso è un aspetto da non trascurare, sul lato tela vi è un minor quantitativo di carica per effetto delle casse aspiranti e del cilindro aspirante. Il carbonato di calcio e la cellulosa hanno un grado di bianco molto diverso quindi il doppio viso diventa più evidente e causa una migliore formazione del foglio sul lato feltro.

Lo spolvero invece è un problema che insorge quando vi è la separazione di un eccesso di carica che non si è legata al foglio.

Il contenuto di carbonato nei vari tipi carta può essere così indicato:

- carte per periodici 23 a 28%
- carte da edizioni 12%
- carte da sigarette 20%
- supporto per patinate (fuori macchina) 12 a 15%
- supporto per patinate (in macchina) 5%
- giornale 4 a 6%

TABELLA RIASSUNTIVA PRINCIPALI CARATTERISTICHE

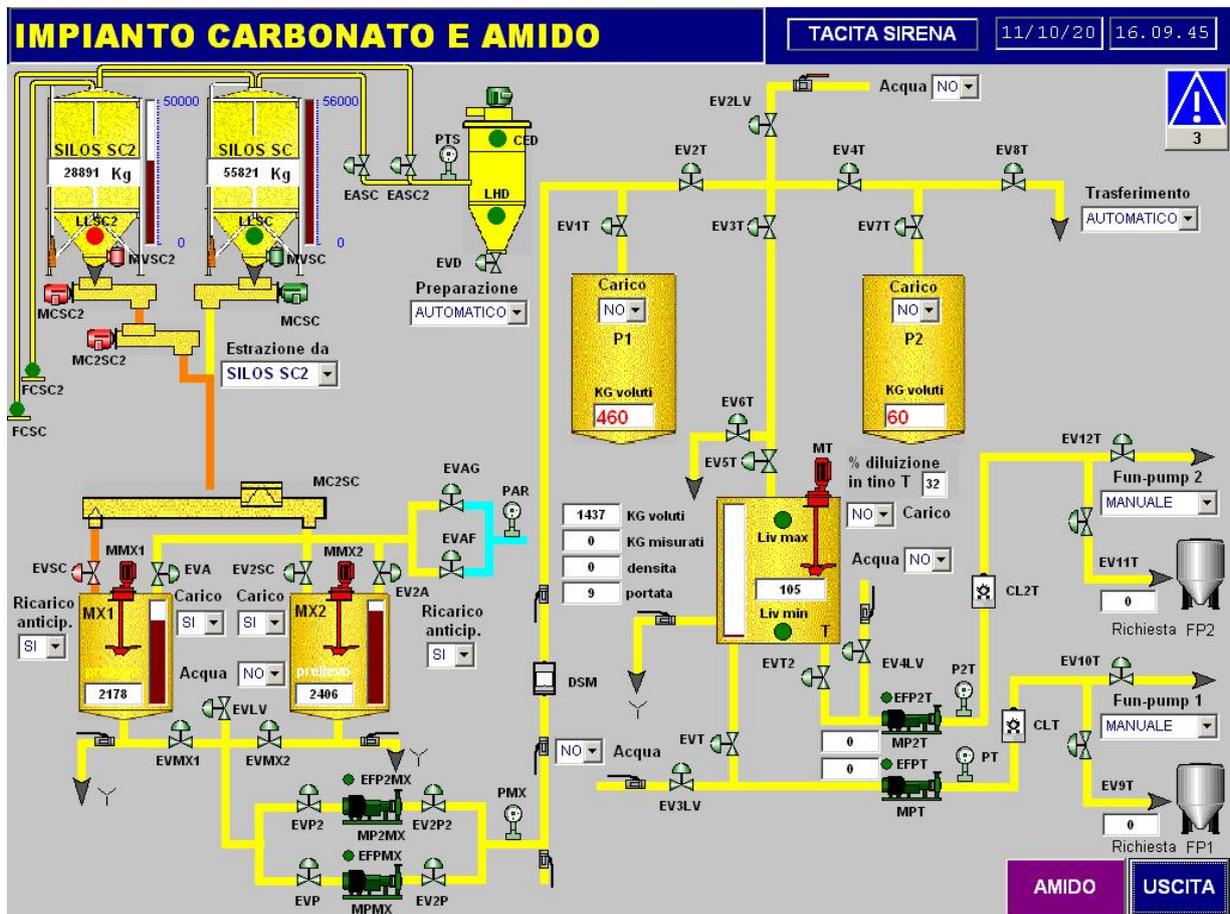
CARICA	DENSITÀ	DIMENSIONE PARTICELLE	INDICE DI RIFRAZIONE	GRADO DI BIANCO
CAOLINO	2,5 – 2,8	0,2 – 5,0	1,55 – 1,56	70 – 90
TALCO	2,7	0,5 – 50	1,57	70 – 90
BIOSSIDO DI TITANIO	3,9 – 4,2	0,2 – 0,5	2,56 – 2,76	95 – 98
CARBONATO DI CALCIO	2,7 – 3,0	0,2 – 0,5	1,56	85 – 93

3. IMPIANTO MISCELAZIONE CARBONATO

3.1. SITUAZIONE ATTUALE

Nello stabilimento di Varone il carbonato di calcio viene dosato nel processo di produzione in due punti separati:

- nel pulper in aggiunta alla cellulosa;
- nel circuito di testa macchina a monte della fan pump.



Sinottico impianto miscelazione carbonato

Dal sinottico sopra riportato è possibile vedere come è costituito l'impianto di miscelazione del carbonato. All'ingresso dell'impianto sono installati due silos di stoccaggio del carbonato trattato in polvere di portata rispettivamente 56 tonnellate il primo e 50 tonnellate il secondo. Il vantaggio di poter sfruttare carbonato in polvere rispetto a quello disperso in acqua risiede nel costo dello stesso; innanzitutto è possibile trasportarne maggiormente visto che non viene calcolata la percentuale in acqua della dispersione e venendo meno una fase di lavorazione del carbonato liquido il costo dello stesso è più basso. I silos di stoccaggio del prodotto sono

in coppia per permettere un funzionamento continuo dell'impianto, infatti nei momenti di manutenzione o di ricarica di uno dei due, l'altro funge da polmone di scorta per il corretto addizionamento del carbonato nel processo produttivo. Il carbonato così come viene consegnato deve essere disperso in acqua prima di poter essere utilizzato, viene quindi convogliato nel sistema di miscelazione costituito da due mixer (anche in questo caso, come nei silos sono due per garantire una continuità di processo). I due mixer sono due recipienti di capienza massima circa 2400 litri dove si ha la dispersione della polvere di carbonato in acqua. La girante permette un continuo movimento del prodotto tale da non permettere una sedimentazione del carbonato. Uno dei parametri più importanti da tenere in considerazione in questa fase è il contenuto secco, solitamente impostato a 30% indica la percentuale di carbonato che viene dispersa in acqua. Una volta impostato il valore al pannello di controllo il sistema lavora in automatico tramite cella di carico.

Superata questa fase il carbonato è pronto per essere immesso nel processo produttivo, qui può prendere tre strade, addizionato nel pulper di macchina continua prima o nel pulper di macchina continua seconda o stoccato in un serbatoio.

Nell'immagine sopra riportata abbiamo un caso di funzionamento standard dell'impianto. Come si può vedere il carbonato viene prelevato dal silos denominato "SC", venendo miscelato nel mixer 1 per la sua dispersione. Dalle ricette che vengono consegnate ai "cilindrai" delle due macchine continue sono contenuti i livelli di carica che devono essere immessi nel pulper per produrre le diverse tipologie di carte. In questo caso in macchina continua prima ad ogni carico del pulper vanno addizionati 460 Kg di carbonato mentre nel pulper di macchina continua seconda 60 Kg.

Il serbatoio viene utilizzato invece quando si vuole aggiungere il carbonato nel circuito di testa macchina; in questo caso il recipiente funge da sistema di stoccaggio per permettere un funzionamento in continuo dell'impianto, aspetto indispensabile se si vuole addizionare il prodotto in questo modo. In uscita il carbonato viene portato all'ingresso della pompa di diluizione (fan pump).

Così come è studiato, l'impianto è già predisposto per l'aggiunta del carbonato in testa macchina, ciò che ha spinto la direzione a studiare un nuovo sistema a supporto di quello esistente sono le problematiche che causava nel processo produttivo. La più importante è la sedimentazione del carbonato nelle vasche, questo fenomeno era molto importante visto che non si aveva una corretta ritenzione della carica sulla tavola piana, il fenomeno creava non pochi problemi nei momenti di cambi, quando le acque venivano smosse e portavano a galla i residui di carbonato. Tutto questo era causa una cattiva macchinabilità. I tecnici Nalco hanno studiato un sistema per sopperire a questo problema.

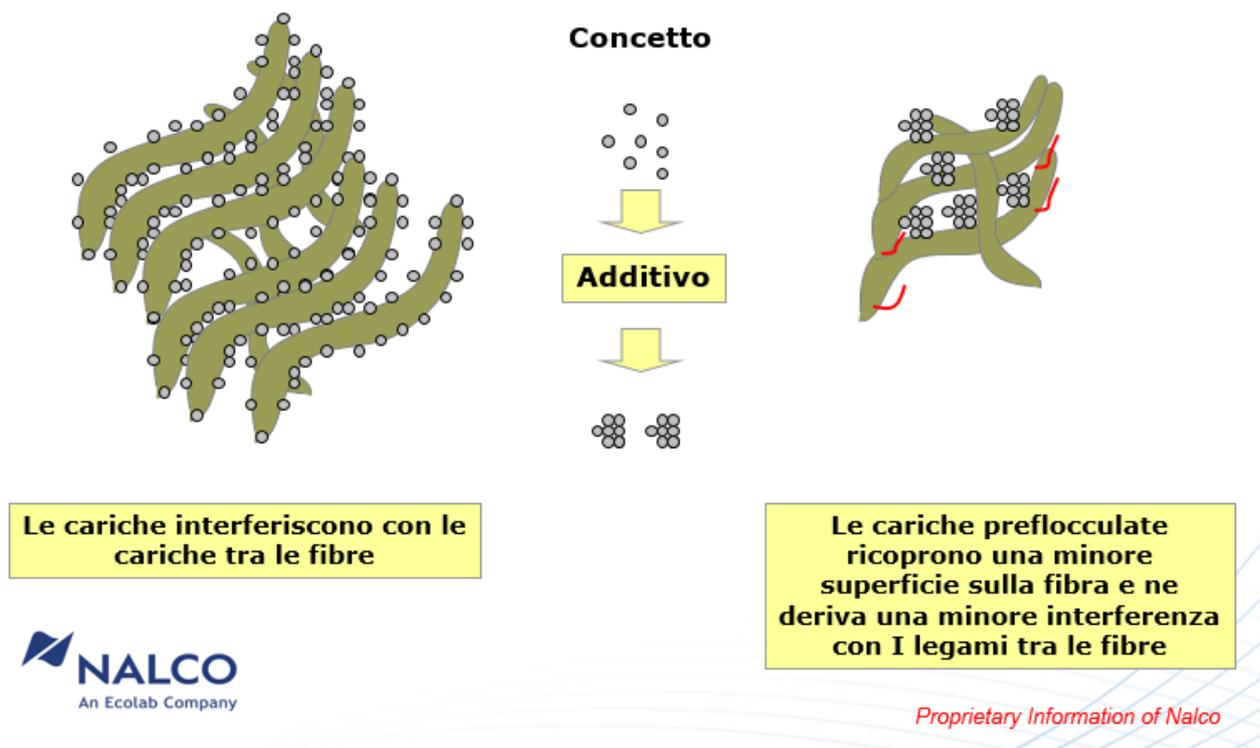
4. IMPIANTO FILLERTEK

4.1.DESCRIZIONE TECNICA

Il FillerTEK è una soluzione studiata da Nalco per ottenere livelli più alti di ceneri nel foglio, conservando però allo stesso tempo la resistenza critica e gli attributi ottici del foglio finale.

Questa soluzione prevede, mediante l'utilizzo di uno o più prodotti, di coagulare e microfloculare le particelle del carbonato.

Preflocculazione delle cariche Concetto di funzionamento



Concetto di funzionamento tecnologia FillerTEK

L'immagine sopra riportata illustra visivamente il concetto base della tecnologia. L'aumento della dimensione del carbonato di calcio consente una migliore auto-ritenzione meccanica

perché le particelle vanno ad occupare un minor numero di legami a “ponte idrogeno” (fibra-fibra).

In cartiera nello stabilimento di Varone il carbonato viene acquistato ad una granulometria vicina ad 1µm.

Con la tecnologia FillerTEK è possibile ottenere fiocchi di dimensioni varie a seconda dell'utilizzo che ne deve essere fatto. Tutto ciò è reso possibile grazie ad una serie di parametri che è possibile modificare manualmente agendo sul sinottico dell'impianto.

I vantaggi dell'impiego di questa nuova tecnologia sono indubbiamente interessanti e fra i tanti i più importanti sono:

- minor abrasione delle lamature dei raffinatori;
- minor consumo energetico;
- una distribuzione più omogenea del carbonato nell'asse Z;
- una ritenzione ceneri e totale più elevata e più stabile o al contrario un minor utilizzo di prodotti chimici per ottenere valori standard di ritenzione;
- una carta con caratteristiche meccaniche migliori a parità di ceneri;
- un possibile incremento del contenuto di ceneri della carta senza pregiudicare la macchinabilità della continua.

4.2.IMPIANTO DI MISCELAZIONE PRODOTTI

Il carbonato disperso in acqua prodotto con il sistema tradizionale deve venire miscelato con due prodotti Nalco per ottenere il fiocco e poter essere quindi utilizzato in macchina continua prima.

Questi due prodotti sono addizionati in serie sulla linea del carbonato prima della sua immissione nel punto di applicazione nel circuito di testa macchina.

Il primo prodotto viene impiegato per la formazione del fiocco, mentre il secondo ha la funzione di “membrana” che ricopre il fiocco e gli conferisce una certa stabilità. Quest'ultimo prodotto essendo cationico e quindi di carica positiva permette al fiocco di carbonato di caricarsi positivamente sulla sua superficie ed essendo la fibra di cellulosa carica negativamente, per la legge che due cariche di senso opposto si attraggono, fibra e carbonato riescono a legarsi fra di loro.

L'impianto funziona in automatico in comunicazione con il DCS aziendale, ed è costituito da diversi componenti.

Su una vasca di contenimento mobile per controllare sversamenti improvvisi sono poste le due cisterne contenenti i due prodotti sopra citati. La scheda di sicurezza li indica come molto pericolosi per le vie oculari, per tutte le operazioni di movimentazione e riempimento delle cisterne è fatto obbligatorio per il personale l'uso degli adeguati dispositivi di protezione individuale DPI.



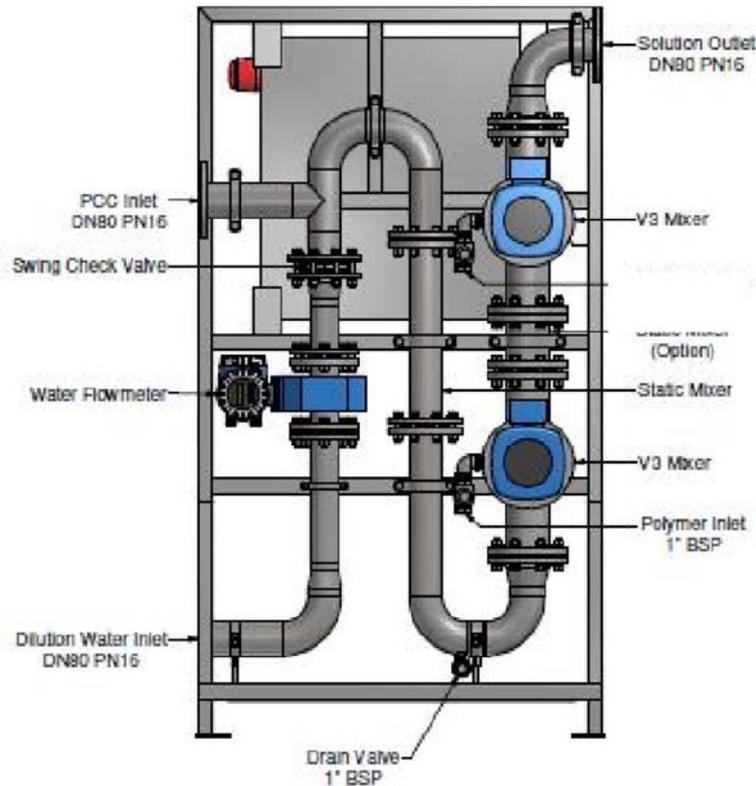
Cisterne contenenti i due prodotti Nalco

I due prodotti vengono dosati tra 1000 e 2000 ppm (in rapporto 1:1) riferiti al secco di carbonato.



Miscelatori statici prodotti Nalco

La miscelazione dei due prodotti con l'acqua avviene attraverso due miscelatori separati, di tipo statico che permettono di ottenere una diluizione più omogenea dei prodotti. Questo viene fatto perché i prodotti non miscelati non riescono a lavorare correttamente alla formazione omogenea del fiocco. Il carbonato che transita attraverso l'impianto è un volume elevato e serve una corretta miscelazione per far fronte alla mole di carica che deve essere lavorata.



Vista posteriore Impianto FillerTEK

I due prodotti correttamente dispersi in acqua vengono quindi iniettati nell'impianto schematizzato in figura, anche qui il tutto può venire ulteriormente diluito, questo perché si è notato che con una diluizione più elevata si ottiene una migliore miscelazione e formazione del fiocco.

La Nalco per la stessa tecnologia propone anche una versione senza acqua di diluizione, ma a Varone viste le differenti tipologie di carte a differente livello di ceneri si è optato per il sistema a diluizione che comunica in automatico con una valvola elettronica comunicante con il DCS; i due prodotti entrano ognuno in un mixer differente posti in serie al tubo di circolazione del carbonato. Il carbonato entra ad una percentuale di contenuto secco del 30% e può uscire ad una percentuale all'incirca attorno al 10%. I due mixer sono costituiti da una pala rotante dove viene spruzzato il prodotto, il moto di rotazione di quest'ultima provoca una migliore miscelazione e quindi una formazione più omogenea del fiocco. Il problema che è

stato risolto con questa nuova soluzione era quello della formazione non continua del fiocco, infatti dalle analisi svolte in laboratorio si è visto come utilizzando i mixer la situazione è migliorata.

4.3. PROVE

Come spiegato nella parte introduttiva, l'impianto FillerTEK sfrutta l'azione di due prodotti per agglomerare particelle di carbonato e formare dei fiocchi. Questi possono avere una grandezza diversa a seconda di diversi fattori. Indispensabile perché il sistema funzioni correttamente è una dimensione dei fiocchi il più omogenea possibile. Contemporaneamente il fiocco deve mantenere una grandezza compresa fra 40-80 micron; si è arrivati a questo range di lavoro dopo svariate prove sul carbonato svolte dal personale Nalco. All'interno di una mole di carbonato come quello che viene utilizzato in cartiera è altresì vero che non tutto il carbonato può essere agglomerato in un fiocco.

Per poter controllare i parametri che costituiscono il fiocco di carbonato bisogna analizzare una parte di prodotto in uscita dall'impianto FillerTEK.

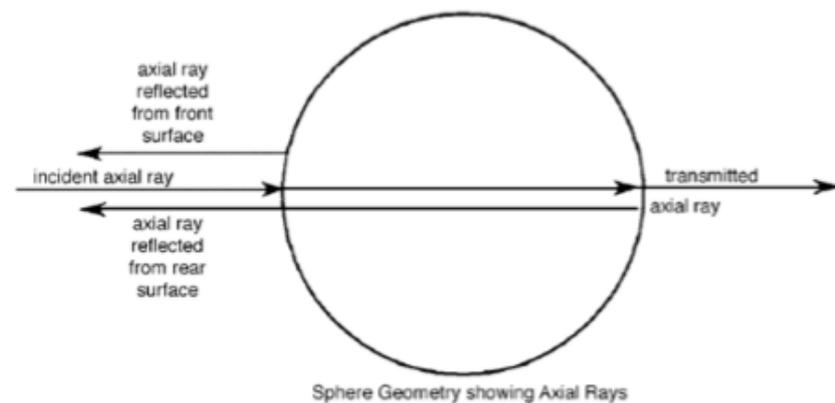
L'analisi viene effettuata attraverso l'HORIBA LA-300, un dispositivo che per mezzo di una dispersione acquosa riesce a valutare la grandezza della particella che si vuole prendere in esame.

“La misura della distribuzione delle dimensioni delle particelle è utilizzata per studi fondamentali e controllo qualità in diversi processi produttivi, come farmaceutica, polveri metalliche, minerali e minerali industriali esplosivi, combustibili solidi, polimeri, rivestimenti, pigmenti e coloranti, alimenti, emulsioni e additivi minerali e riempitivi utilizzati nelle industrie della gomma, plastica e carta.

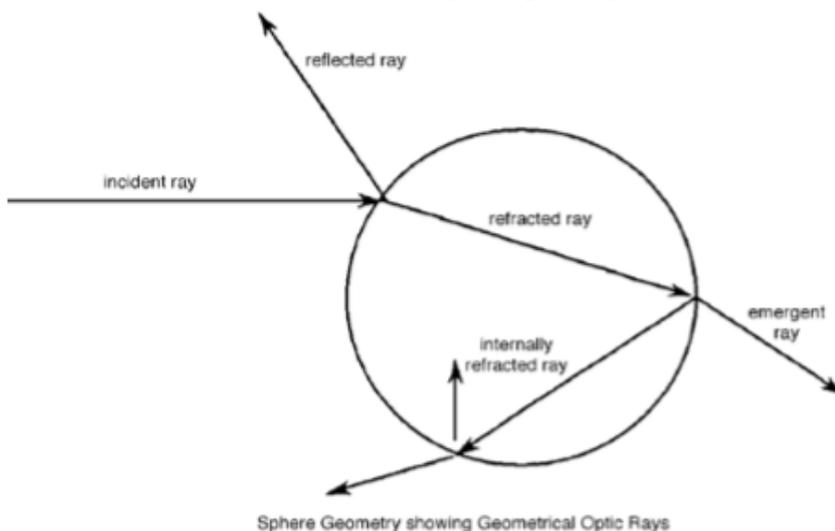
Le dimensioni delle particelle vanno da 0,1 μm a 600 μm ”

(da manuale HORIBA LA-300)

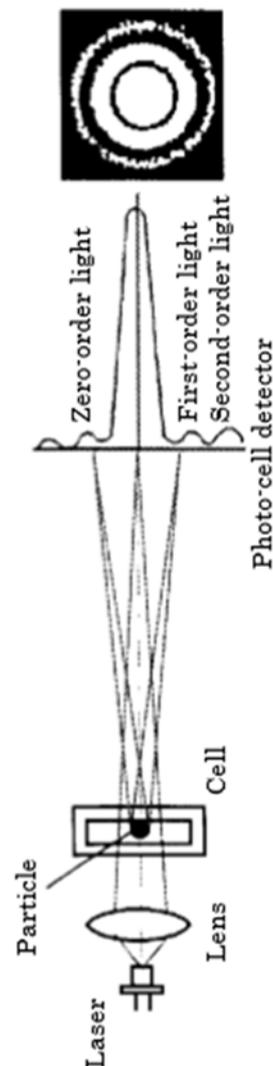
Il dispositivo comunica con un PC attraverso una porta RS-232C. E' controllato dal computer per eseguire misure ed inviare dati. Questo analizzatore misura la distribuzione delle dimensioni delle particelle mediante tecniche di dispersione della luce policromatica. Quando un raggio luminoso entra in una particella sferica si scompone in tre flussi come mostrato nell'immagine sotto riportata:



Sphere Geometry showing Axial Rays



Sphere Geometry showing Geometrical Optic Rays



Questi possono essere trattati come fenomeni di dispersione luminosa, generalmente una dispersione leggera può essere spiegata dalla teoria MIE che è stata ottenuta dall'applicazione dell'equazione dell'elettromagnetismo di Maxwell.

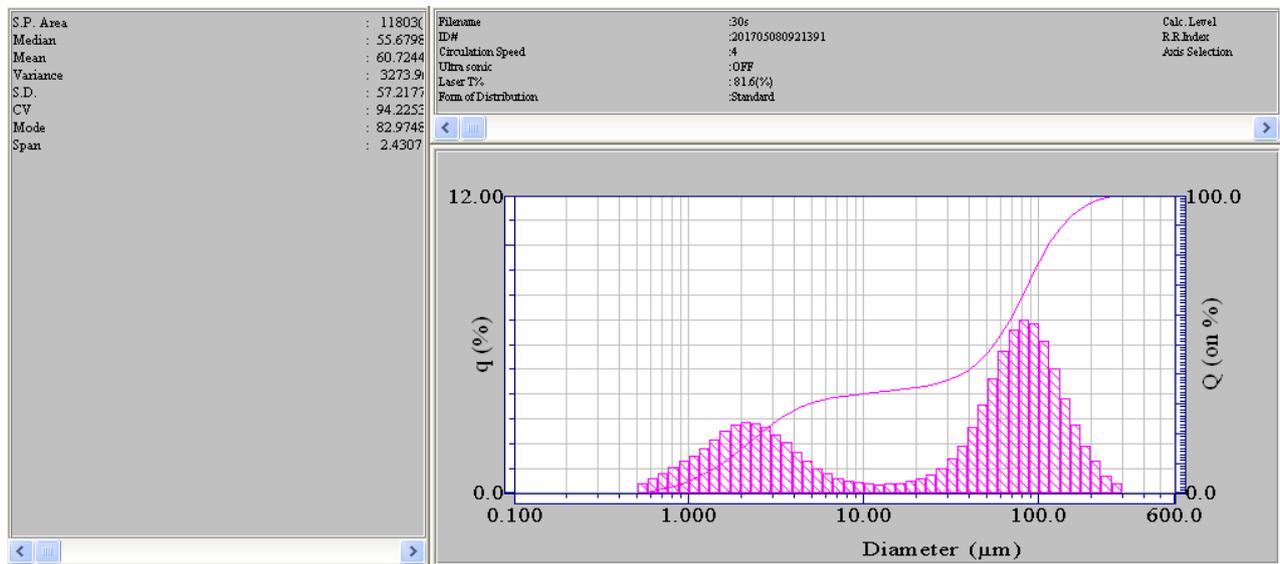
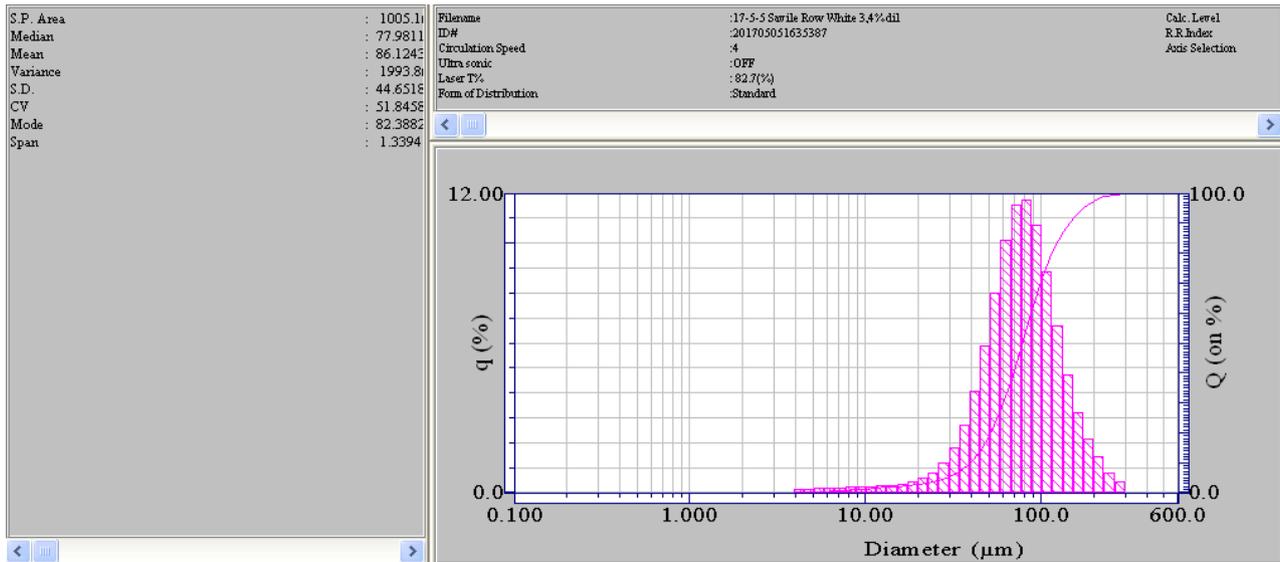
Per poter ottenere una misurazione della grandezza della particella bisogna seguire alcuni passi:

- stabilizzare il laser lasciando in caricamento lo strumento per almeno un'ora;
- accendere il PC e aprire il programma LA-300;
- aggiungere l'acqua fino a raggiungere il punto di sfioro del recipiente;
- cliccare il tasto "Circulation" per permettere un ricircolo dell'acqua;
- cliccare il tasto "De-Bubble" per rimuovere l'aria dal sistema di ricircolo;
- dopo la prima accensione, utilizzare la funzione "Init. Alignment" per allineare il laser, per i successivi utilizzi basta solo la funzione "Aligment".

Ora lo strumento è pronto per misurare la dimensione delle particelle.

La funzione “Blank”, permette di individuare un punto zero di misura. Inserendo il carbonato di calcio, prelevato dall’impianto, con una pipetta si nota subito come la barra di misura da 100% scende di pari passo con l’aggiunta di prodotto. Per avere una misura accurata è consigliato mantenere questo valore percentuale tra 80 e 85%. Una volta inserito il quantitativo necessario di carbonato è possibile utilizzare la funzione “Measure” che estrapolerà il grafico relativo alla dimensione delle particelle.

Esempi di grafici sono qui sotto riportati:



Da queste due immagini si possono notare alcuni dati interessanti per la nostra trattazione:

- MEDIAN, dimensione delle particelle equivalenti a quelle cumulative 50%.
- MEAN, un valore ottenuto calcolando aritmeticamente la distribuzione delle densità.
- SPAN, la distribuzione ottenuta tramite la seguente equazione

$$SPAN = (DIAMETER\ ON\ \% A - DIAMETER\ ON\ \% B) / MEDIAN$$

In cui “Diameter on % A” è il primo valore che entra nelle condizioni di display e “Diameter on % B” il secondo valore.

Dopo questa breve illustrazione dello strumento e delle sue funzioni per la tesi in via di sviluppo si possono trarre alcune conclusioni tornando ai due grafici prima proposti.

Nell’immagine 1 si nota come la curva abbia un andamento molto più lineare rispetto alla seconda, la quale ha due differenti curve a dimensioni diverse. Questi due grafici sono il risultato di due prove sul carbonato in uscita dall’impianto FillerTEK, con differenti parametri di miscelazione. Sia la prima che la seconda immagine hanno una formazione del fiocco vicino ai 60 micron molto buona, la cosa che però fa la differenza è una scarsa miscelazione nella seconda prova. Infatti intorno ai 2 micron è presente una vasta disposizione di particelle, indice che una parte del carbonato non è stata trattata correttamente.

Con i tecnici Nalco si è trovati un punto di equilibrio entro cui si può ritenere accettabile la formazione del fiocco, Mean e Median compresi tra 40-80, Span inferiore a 1,6. Rispettando questi due parametri si ottiene un fiocco con caratteristiche ottimali.

Un’altra prova importante per valutare la bontà di questa tecnologia è la ritenzione. La ritenzione è la misura della quantità di solidi che restano nel foglio di carta in confronto alla quantità degli stessi che esce dalla cassa d’afflusso. Durante la formazione del foglio gli elementi fini dell’impasto tendono a passare attraverso l’intreccio fibroso e le maglie della tela dando luogo al fenomeno del “doppio viso”, cioè ad una distribuzione non uniforme di questi elementi nella direzione dello spessore del foglio. Molti sono i fattori che influiscono sulla ritenzione, tra i quali, la grammatura, l’indice di raffinazione, la quantità e il tipo di materiali di carica, la velocità della macchina e le forze idrodinamiche date dagli impulsi di pressione delle pompe. Una bassa ritenzione porta ad un forte accumulo di elementi fini nel sistema delle acque del sottotela, accumulo che influisce negativamente non solo sulle prestazioni della macchina ma anche in quelle degli elementi che utilizzano queste acque (epuratori, ugelli).

Per la prova di ritenzione sono necessari due campioni, uno proveniente dalla cassa d’afflusso e uno dalle acque del sottotela. Bisogna poi adoperare un formafoglio per creare un foglio con i due campioni. Una volta essiccati in stufa si pesano e per differenza percentuale si trova la ritenzione del sistema. Per il FillerTEK tale dato non è indice di una buona o cattiva ritenzione, bisogna ricorrere alla ritenzione ceneri. I due campioni devono essere messi in muffola a 545 °C per valutare la differenza percentuale delle ceneri in ingresso e le ceneri perse nel sottotela.

Nei laboratori NALCO sono stati analizzati tre campioni di carta ARCOSET WW 70 gr/mq rispettivamente prodotti nello stabilimento di Verona, stabilimento di Varone e con tecnologia FillerTEK. Dalle analisi sono stati elaborati alcuni grafici:

Figura 1: grammatura e contenuto di ceneri

La carta prodotta con FillerTEK ha un contenuto di ceneri superiore del 2,8%

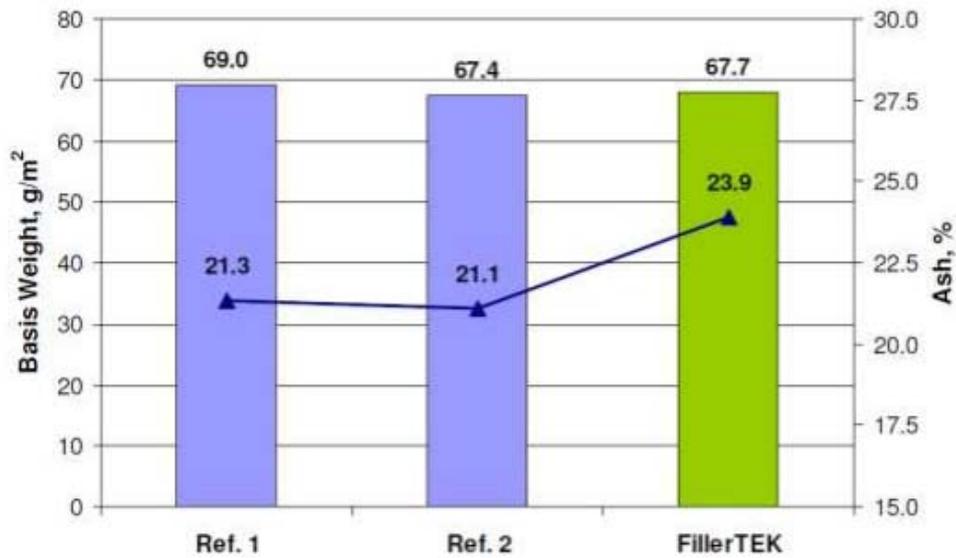


Figura 1

Figura 2: porosità Bendtsen

La carta prodotta con FillerTEK risulta più chiusa

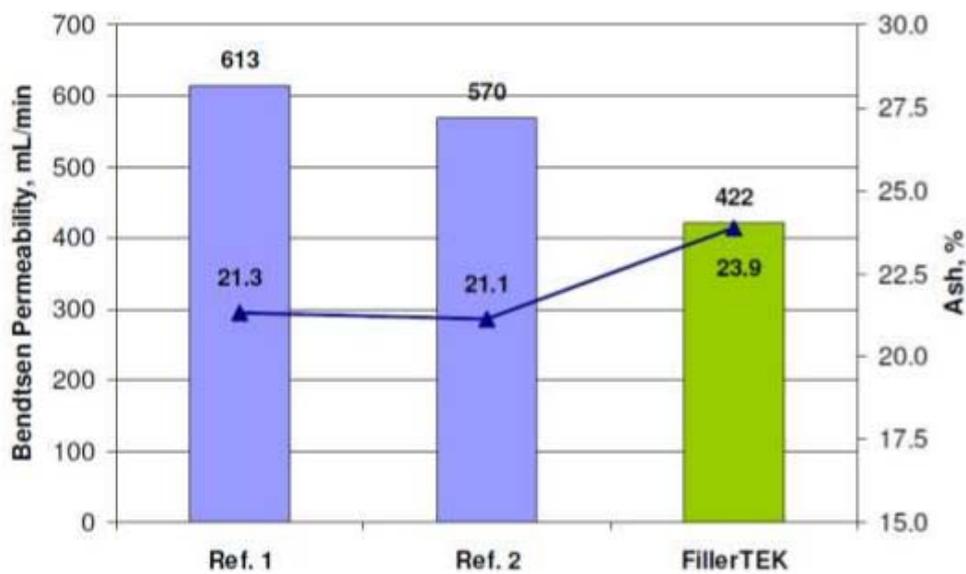


Figura 2

Figura 3: Formazione determinata tramite Ambertec-Beta test

I campioni prodotti a Varone con e senza FillerTEK hanno una simile formazione beta, molto migliore del corrispettivo di Verona.

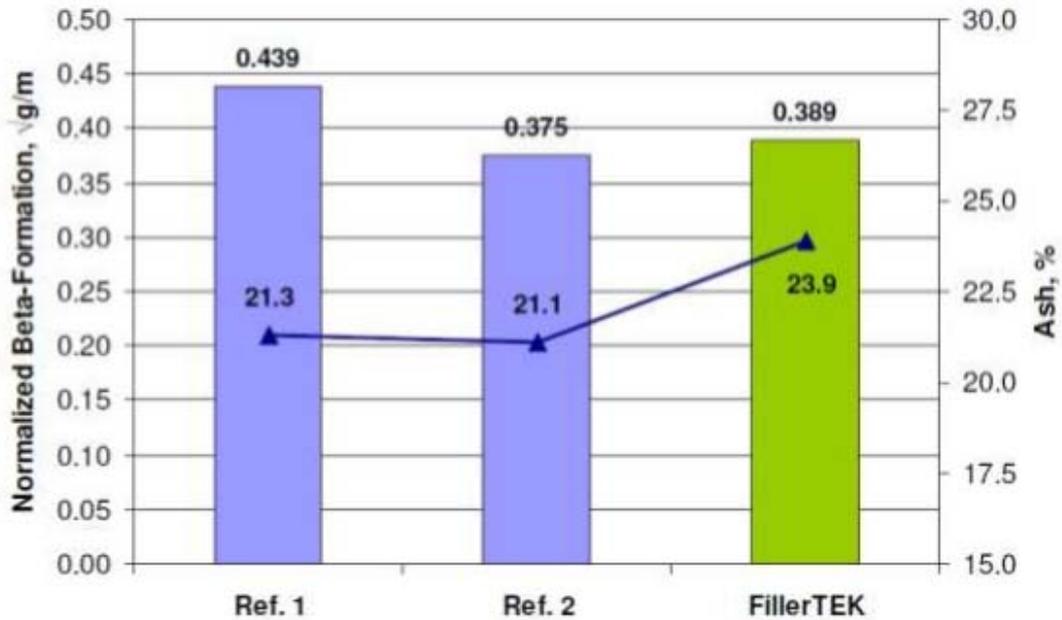


Figura 3

Figura 4: carico di rottura MD e CD, rapporto MD/CD

Considerando un contenuto di ceneri più elevato, la carta prodotta con FillerTEK ha un carico di rottura superiore del 3% rispetto al riferimento

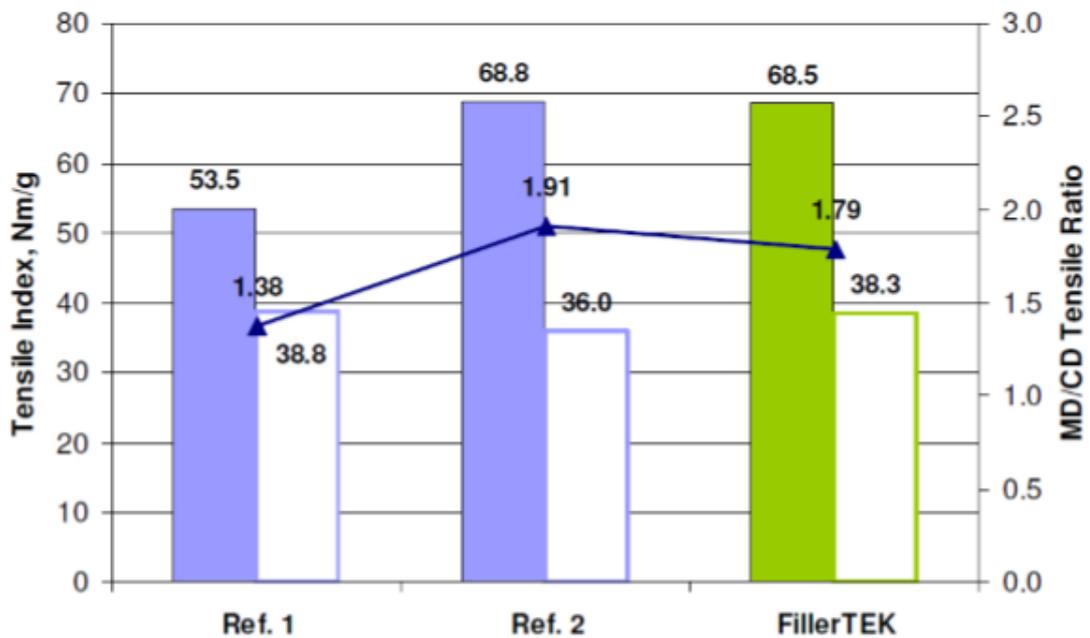


Figura 4

Figura 5: profilo Asse Z

La carta prodotta con FillerTEK ha una distribuzione delle cariche sull'asse Z simile al riferimento (nonostante il 2,8% di ceneri in più).

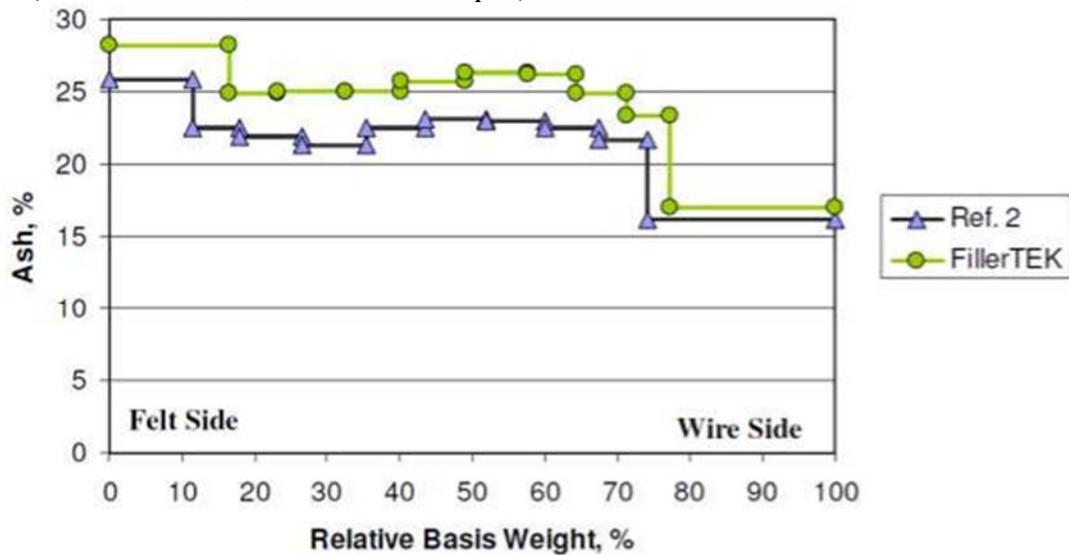
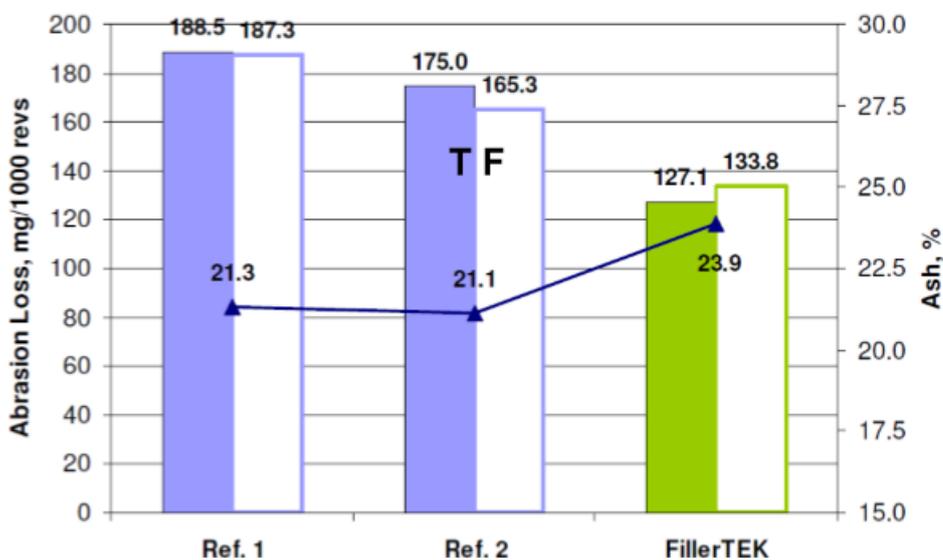


Figura 5

Figura 6: Spolvero

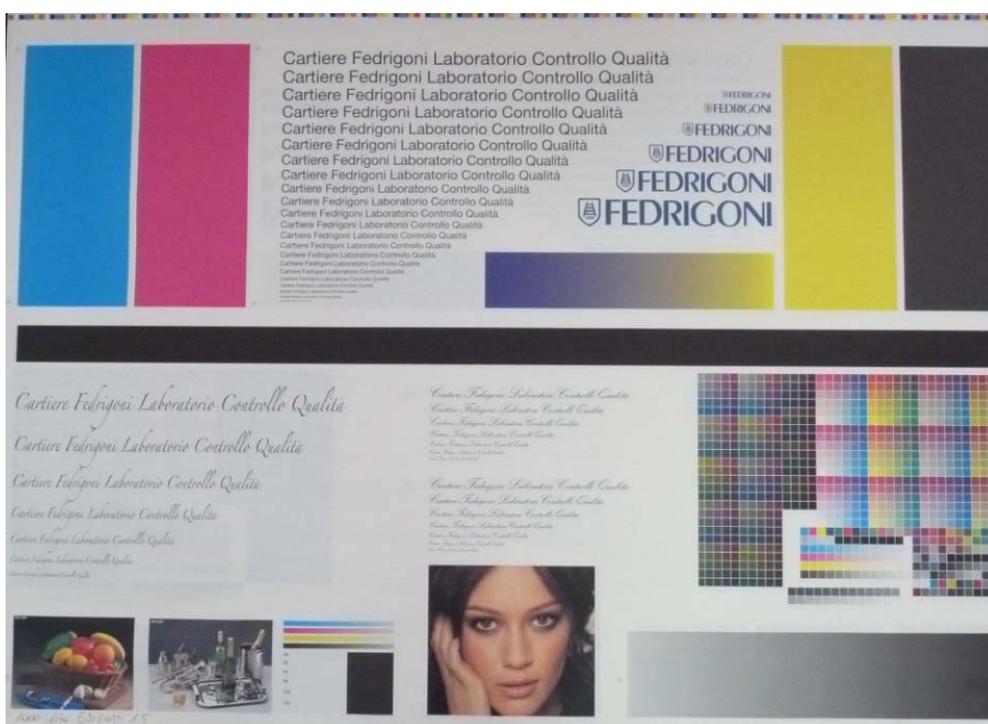


L'applicazione della tecnologia FillerTEK ha permesso di produrre una carta con un contenuto di ceneri più elevato rispetto al dosaggio standard al pulper. La carta ha un valore di carico di rottura superiore del 3%, presenta una minore propensione allo spolvero. Le proprietà ottiche non sono variate così come la distribuzione delle cariche sull'asse Z.

5. PROVE DI STAMPA

A seguito di una produzione di ARCOSET WW 70gr/mq con l'impianto FillerTEK sono state effettuate delle prove comparative con il prodotto standard. Per uniformità sono state prese due produzioni aventi lo stesso contenuto di ceneri, al 20%.

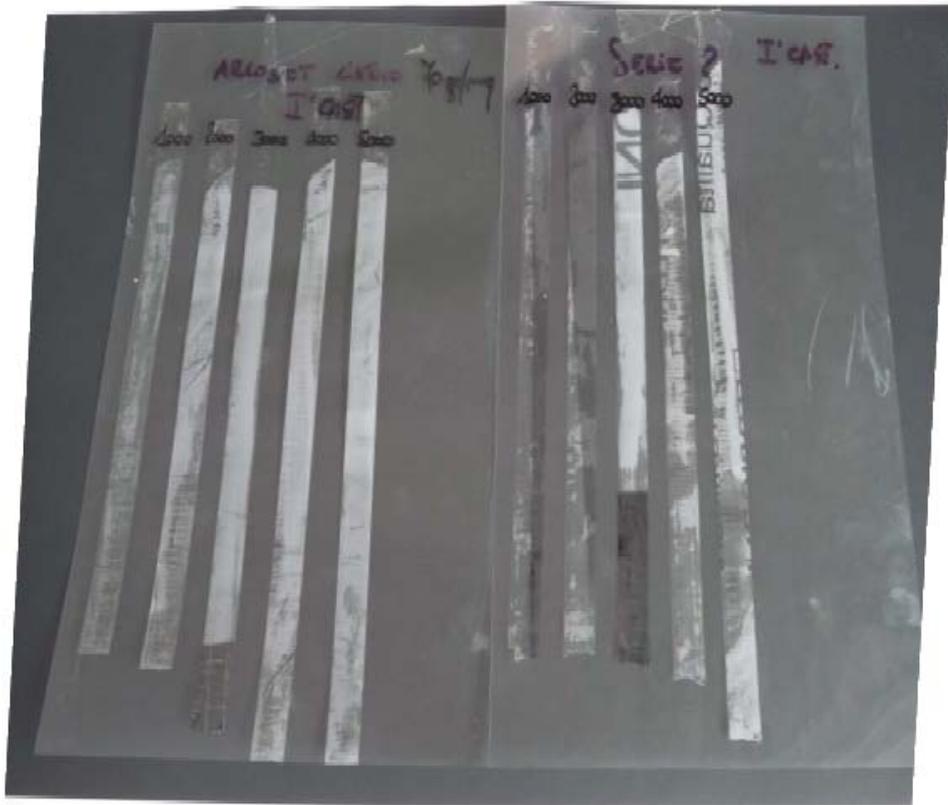
La carta è stata quindi sottoposta a prove di stampa in funzione di verificare l'entità dello spolvero. La prova di stampa è stata eseguita su una macchina Komori Lithrone S40, 4 colori (B/C/M/Y) con il seguente soggetto



Condizioni della prova:

- PH bagnatura 5,1
- Alcool 3%
- Temperatura 10 °C
- Conducibilità 1480 μ S

Sono stati stampati 5000 fogli f.to 70x100 in bianca. Per entrambe le stampe è stato effettuato il prelievo dello spolvero dai caucciù ogni 1000 copie, sul primo, secondo, terzo e quarto castello di stampa.



STAMPA IN BIANCA – ogni 1000 COPIE – RILASCIO FIBRA – I° castello BLACK

Dall'immagine allegata notiamo che a differenza del listino, la prova FillerTEK (denominata serie 2) ha un rilascio inferiore di carica in fase di partenza fino a raggiungimento dei 3000 fogli stampati.



Ai primi fermi (1000 e 2000 copie in bianca) la carta presenta un ottima resa di stampa e lo spolvero è quasi inesistente.

A 3000 fg : spolvero minimo ed accettabile, visibile solo sul primo castello

I° castello



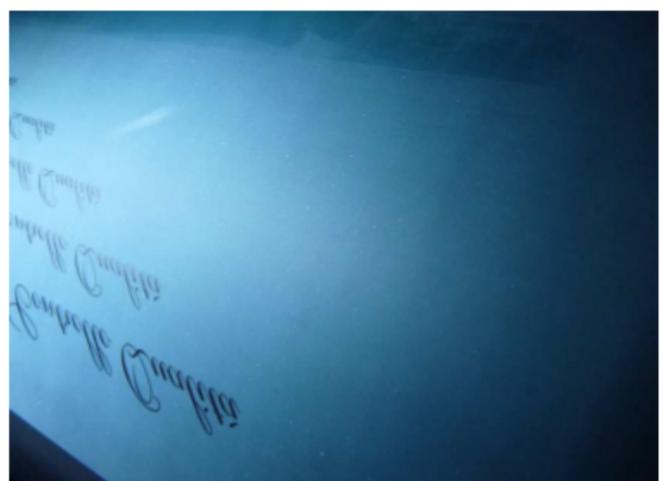
II° castello



Primo castello a 5000 copie - BIANCA -



Primo castello a 7000 copie - BIANCA -



A conclusione della fase di stampa in bianca, le immagini e i fondi pieni risultano essere ancora puliti mentre la scala dei grigi si presenta con leggera marezzatura iniziata ad essere visibile a partire dai 4000 fogli.

Lo spolvero evidenziato durante la stampa delle ulteriori 7000 copie in volta è risultato essere nettamente inferiore alla bianca, tanto da verificarne la reale presenza a partire dai 5000 fogli sempre sul primo castello.

4000 fogli



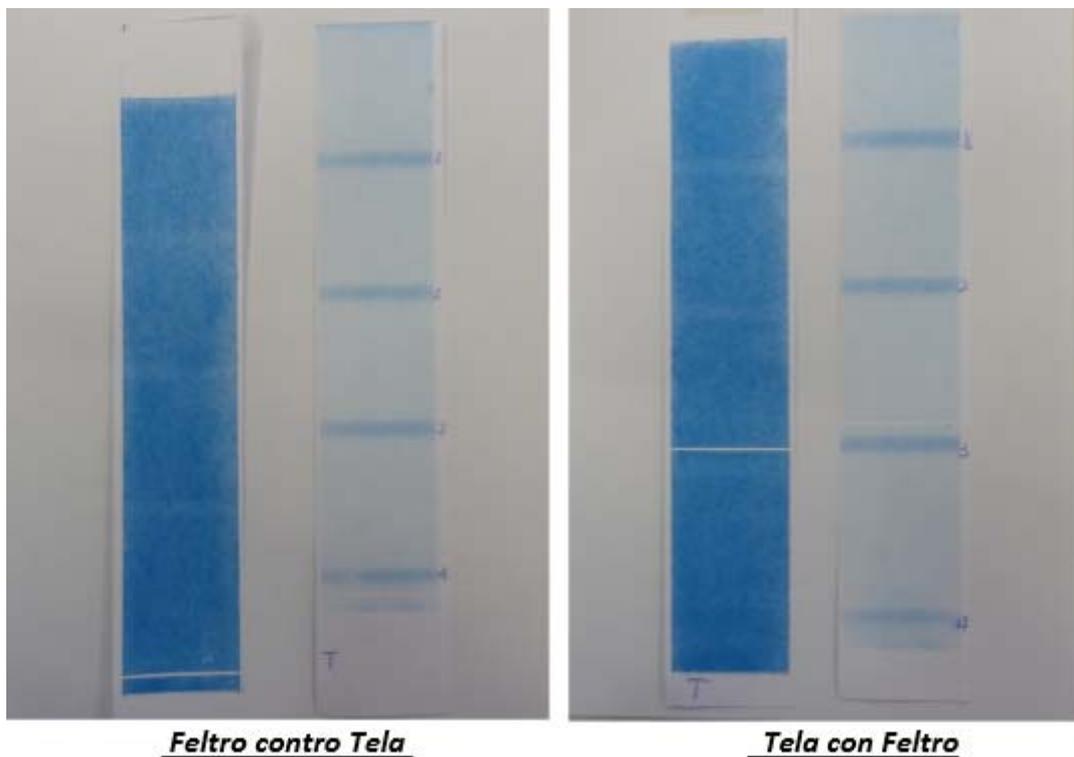
5000 fogli



7000 fogli



Per quanto riguarda il test d'asciugatura inchiostro e contro stampa questi sono i risultati:



In base a quanto analizzato ed osservato si può ritenere che la nuova modifica apportata all'impasto Arcoset WW presenta una buona stampabilità in termini di resa colore e spolvero che complessivamente risulta non creare apprezzabili problemi in fase di stampa.

6. RIENTRO ECONOMICO E CONCLUSIONI

L'impianto FillerTEK per la flocculazione del carbonato di calcio in polvere può essere sfruttato con successo solo nelle carte uso mano prodotte dalla macchina continua 1. Come elencato nel primo capitolo, nello stabilimento di Varone vengono prodotti diverse tipologie di carte e cartoncini. Facendo riferimento all'anno appena concluso si sono stimati circa 35% di giorni lavorativi per la produzione di carte uso mano per un totale di 124 giorni annuali. Il contenuto di ceneri ovviamente è differente per ogni tipologia di carta. Le produzioni prese in esame sono state:

- ARCOSET WW
- ARCOPRINT ED 1.3
- ARCOPRINT ED 1.5
- ARCOPRINT ED 1.7
- WOODSTOCK BETULLA
- PALATINA AVORIO
- SAVILE ROW WHITE
- FREELIFE WW

Per poter calcolare una stima dei costi ed un successivo rientro dell'investimento ovviamente bisogna avere un quadro dei prezzi delle materie prime impiegate per la produzione delle carte sopra elencate.

Materia prima	Costo
Cellulosa	540 €/ton
Carbonato	60 €/ton
Energia elettrica	0,057 €/kWh
Fogliacci	0*

La tabella riporta cifre puramente indicative, non sono in alcun modo collegabili ai prezzi attuali di Fedrigoni SPA.

**i fogliacci sono da considerarsi scarto di produzione, anch'essi hanno avuto un costo di fabbricazione ma per semplicità di calcolo si è deciso di mantenere nullo il valore di costo.*

Per ogni tipologia di carta è stato quindi possibile stimare i costi relativi alla produzione. Per poter raffinare l'impasto sono necessari i raffinatori, nella fattispecie nella linea produttiva di macchina continua prima sono installati due raffinatori a dischi (Beloit) e un raffinatore di tipo conico (Conflò). L'energia elettrica è quindi una voce di costo necessaria ai fini della stima dei costi perché indice del lavoro dei raffinatori. Il prezzo è così basso rispetto al normale perché attualmente nella centrale termica dello stabilimento è stato installato un motore a gas che produce energia elettrica, quindi di conseguenza il costo di essa è molto minore del normale. Si è fatta questa considerazione perché il carbonato venendo dosato in testa macchina non passa attraverso i dischi o coni dei raffinatori con conseguente risparmio energetico e di usura degli stessi.

L'impatto dell'energia elettrica risparmiata ha una voce marginale sul computo totale del risparmio. Il grande vantaggio è dato dal risparmio in cellulosa dovuto ad un aumento della carica di carbonato nell'impasto.

Per poter fare chiarezza su quest'ultimo punto è utile parlare della ricetta di un impasto. Ogni tipologia di carta prodotta è contraddistinta da una ricetta univoca che ne garantisce una corretta macchinabilità e un prodotto finito rispettante determinate caratteristiche richieste dal cliente.

In misura differente una ricetta è costituita da:

- Cellulosa
- Cariche
- Fogliacci
- Coloranti

Il legno, dal quale viene derivata la cellulosa, è un materiale formato in percentuale che varia da una specie ad un'altra (dalla parte della pianta, dalla posizione geografica, condizioni di clima e temperatura) in cellulosa, emicellulosa e lignina. Normalmente è possibile distinguere due tipologie di piante, le conifere e le latifoglie. Fra di esse vi è una grande differenza soprattutto nella lunghezza della fibra. Le conifere hanno la peculiarità di avere una lunghezza superiore alle latifoglie, questo permette di ottenere una resistenza del foglio molto maggiore dovuto alla maggiore superficie di contatto dovuto allo schiacciamento delle stesse. Nelle latifoglie considerate fibre corte, invece si ottiene una minore resistenza ma uno spessore maggiore, questo perché sono molto rigide e presentano difficoltà ad assumere la forma di nastri durante la pressatura del foglio.

In un impasto, per poter garantire una certa qualità di prodotto finito, la percentuale rappresentata dalla cellulosa è molto elevata.

Come viene mostrato nella tabella sopra riportata però il costo relativo all'acquisto della cellulosa è molto più elevato rispetto alle cariche minerali. Ad oggi molti settori di ricerca in cartiera sono indirizzati verso la scoperta di un sistema per aumentare il quantitativo di cariche nell'impasto, avendo quindi una conseguente diminuzione del prezzo di produzione e una redditività della carta venduta superiore. Dallo studio della tecnologia FillerTEK si è riusciti ad estrapolare per ogni tipologia di carta un guadagno possibile aumentando il quantitativo di ceneri.

ARCOSET WW

Grammatura 70 gr/mq

Contenuto ceneri standard 20%

Produzione oraria 4,9 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>		1%	2%
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori	Ton/h	4,21	4,17
NALCO 1	Trattamento carbonato Euro/h	4,63	4,96
NALCO 2	Trattamento carbonato Euro/h	4,94	5,29
SPESE TRATTAMENTO FILLERTEK	Euro/h	9,57	10,25
Aumento Ceneri	Aumento costo ceneri Euro/h	2,94	5,88
Risparmio in Cellulosa	Risparmio Cellulosa Euro/h	26,46	52,92
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE	Euro/h	23,52	47,04
Risparmio in Energia	Risparmio Energia Euro/h	4,69	4,61
GUADAGNO ORARIO	Euro/h	18,64	41,40
INCIDENZA GUADAGNO	Euro/Ton Carta	3,80	8,45

ARCOPRINT EDIZIONI 1.3

Grammatura 140 gr/mq

Contenuto ceneri standard 16%

Produzione oraria 6,6 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>		1%	2%
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori	Ton/h	5,48	5,41
NALCO 1	Trattamento carbonato Euro/h	7,57	8,02
NALCO 2	Trattamento carbonato Euro/h	8,08	8,55
SPESE TRATTAMENTO FILLERTEK	Euro/h	15,65	16,57
Aumento Ceneri	Aumento costo ceneri Euro/h	3,96	7,92
Risparmio in Cellulosa	Risparmio Cellulosa Euro/h	35,64	71,28
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE	Euro/h	31,68	63,36
Risparmio in Energia	Risparmio Energia Euro/h	6,01	6,37
GUADAGNO ORARIO	Euro/h	22,04	53,15
INCIDENZA GUADAGNO	Euro/Ton Carta	3,34	8,05

ARCOPRINT EDIZIONI 1.5

Grammatura 300 gr/mq

Contenuto ceneri standard 8%

Produzione oraria 4,5 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>			1%	2%
		Ton/h		
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori			4,10	4,05
NALCO 1		Trattamento carbonato Euro/h	2,73	3,04
NALCO 2		Trattamento carbonato Euro/h	2,92	3,24
SPESA TRATTAMENTO FILLERTEK		Euro/h	5,65	6,28
Aumento Ceneri		Aumento costo ceneri Euro/h	2,7	5,4
Risparmio in Cellulosa		Risparmio Cellulosa Euro/h	24,30	48,60
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE		Euro/h	21,60	43,20
Risparmio in Energia		Risparmio Energia Euro/h	1,62	1,80
GUADAGNO ORARIO		Euro/h	17,57	38,72
INCIDENZA GUADAGNO		Euro/Ton Carta	3,90	8,60

ARCOPRINT EDIZIONI I.7

Grammatura 80 gr/mq

Contenuto ceneri standard 9%

Produzione oraria 5,1 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>		2%
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori	Ton/h	4,54
NALCO 1	Trattamento carbonato Euro/h	3,79
NALCO 2	Trattamento carbonato Euro/h	4,04
SPESE TRATTAMENTO FILLERTEK	Euro/h	7,83
Aumento Ceneri	Aumento costo ceneri Euro/h	6,12
Risparmio in Cellulosa	Risparmio Cellulosa Euro/h	55,08
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE	Euro/h	48,96
Risparmio in Energia	Risparmio Energia Euro/h	2,88
GUADAGNO ORARIO	Euro/h	44,01
INCIDENZA GUADAGNO	Euro/Ton Carta	8,63

WOODSTOCK BETULLA

Grammatura 80 gr/mq e 140 gr/mq

Contenuto ceneri standard 17% e 15%

Produzione oraria 4,8 ton/h e 5,8 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>		1%	1%
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori	Ton/h	4,08	4,99
NALCO 1	Trattamento carbonato Euro/h	4,86	5,48
NALCO 2	Trattamento carbonato Euro/h	5,18	5,85
SPESA TRATTAMENTO FILLERTEK	Euro/h	10,04	11,33
Aumento Ceneri	Aumento costo ceneri Euro/h	2,88	3,48
Risparmio in Cellulosa	Risparmio Cellulosa Euro/h	25,92	31,32
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE	Euro/h	23,04	27,84
Risparmio in Energia	Risparmio Energia Euro/h	4,02	3,24
GUADAGNO ORARIO	Euro/h	17,02	19,75
INCIDENZA GUADAGNO	Euro/Ton Carta	3,55	3,41

PALATINA AVORIO

Grammatura 71 gr/mq

Contenuto ceneri standard 20%

Produzione oraria 4,9 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>		0%	1%	2%
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori	<i>Ton/h</i>	4,12	4,07	4,02
NALCO 1	<i>Trattamento carbonato Euro/h</i>	5,29	5,62	5,95
NALCO 2	<i>Trattamento carbonato Euro/h</i>	5,64	6,00	6,35
SPESE TRATTAMENTO FILLERTEK	<i>Euro/h</i>	10,94	11,62	12,30
Aumento Ceneri	<i>Aumento costo ceneri Euro/h</i>	0,00	2,94	5,88
Risparmio in Cellulosa	<i>Risparmio Cellulosa Euro/h</i>	0,00	26,46	52,92
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE	<i>Euro/h</i>	0,00	23,52	47,04
Risparmio in Energia	<i>Risparmio Energia Euro/h</i>	4,92	5,22	5,53
GUADAGNO ORARIO	<i>Euro/h</i>	-6,02	17,12	40,27
INCIDENZA GUADAGNO	<i>Euro/Ton Carta</i>	-1,23	3,49	8,22

SAVILE ROW WHITE

Grammatura 98 gr/mq

Contenuto ceneri standard 8%

Produzione oraria 4 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>		1%	2%
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori	Ton/h	3,80	3,76
NALCO 1	Trattamento carbonato Euro/h	1,35	1,62
NALCO 2	Trattamento carbonato Euro/h	1,44	1,73
SPESE TRATTAMENTO FILLERTEK	Euro/h	2,79	3,35
Aumento Ceneri	Aumento costo ceneri Euro/h	2,4	4,8
Risparmio in Cellulosa	Risparmio Cellulosa Euro/h	21,60	43,20
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE	Euro/h	19,20	38,40
Risparmio in Energia	Risparmio Energia Euro/h	1,06	1,27
GUADAGNO ORARIO	Euro/h	17,47	36,32
INCIDENZA GUADAGNO	Euro/Ton Carta	4,37	9,08

FREEELIFE VELLUM WHITE

Grammatura 316 gr/mq

Contenuto ceneri standard 14%

Produzione oraria 5,4 ton/h

<u>RITORNO DA TRATTAMENTO FILLERTEK CON</u>		1%
Impasto senza Ceneri che passa dai Raffinatori	Ton/h	4,86
NALCO 1	Trattamento carbonato Euro/h	3,65
NALCO 2	Trattamento carbonato Euro/h	3,89
SPESA TRATTAMENTO FILLERTEK	Euro/h	7,54
Aumento Ceneri	Aumento costo ceneri Euro/h	3,24
Risparmio in Cellulosa	Risparmio Cellulosa Euro/h	29,16
RISPARMIO CON CENERI AUMENTATE	Euro/h	25,92
Risparmio in Energia	Risparmio Energia Euro/h	2,15
GUADAGNO ORARIO	Euro/h	20,53
INCIDENZA GUADAGNO	Euro/Ton Carta	3,80

La costruzione delle tabelle sopra riportate è stata resa possibile analizzando mensilmente la produzione delle carte ad uso mano nella macchina continua prima. Per ogni tipologia di carta partendo dalla ricetta di ognuna, si è distinta la percentuale di impasto relativa alla fibra e alle cariche. Avendo la quantità di ogni prodotto immesso nel processo è stato possibile calcolare il risparmio energetico dovuto al carbonato che non passa attraverso i raffinatori seguendo la formula:

$$\text{carbonato di calcio} * \text{energia specifica di raffinazione}$$

Il risultato sono i kWh risparmiati.

Alla voce “spese trattamento FillerTEK” sono compresi l’utilizzo dei due prodotti anionico e cationico.

$$Uso DEV105EU = \text{prezzo Nalco DEV105EU} * \text{kg}\backslash\text{h prodotto}$$

$$Uso DEV250EU = \text{prezzo Nalco DEV250EU} * \text{kg}\backslash\text{h prodotto}$$

Per quanto riguarda invece l’aumento del contenuto di ceneri e il conseguente risparmio di cellulosa ha richiesto uno studio più approfondito. Si è partiti andando a ricercare i rapporti di prova delle carte prodotte nel 2016 anno in cui non era ancora funzionante l’impianto FillerTEK, il conseguente studio ha contrapposto invece i rapporti di prova del mese di maggio 2017 quando l’impianto era invece funzionante.

Partendo dalla produzione oraria si è calcolato la percentuale relativa all’aumento di carbonato, (p.e. aumento di ceneri di 1% su una produzione oraria di 7 ton/h)

$$\text{aumento ceneri} = 1\% * 7\text{ton}\backslash\text{h} = 0,07 \text{ ton}\backslash\text{h}$$

Stessi calcoli sono stati effettuati anche per il risparmio di cellulosa.

Per tutte le tipologie di carte prese in esame un aumento di ceneri ha portato ad una incidenza di guadagno positiva non indifferente per tutte le produzioni.

L’impianto è quindi da considerarsi un investimento ottimo da questo punto di vista; durante il suo utilizzo non sono però mancati momenti critici, innanzitutto il fiocco di carbonato ha bisogno di un controllo frequente perché durante il suo utilizzo non sono mancati momenti in cui non avveniva una miscelazione corretta dei prodotti con conseguente dimensione del fiocco non rispettante i parametri.

Al personale di macchina è richiesto un controllo almeno una volta per turnazione del corretto funzionamento di tutti i componenti dell’impianto, per questo è stato redatto un manuale di istruzioni.

7. BIBLIOGRAFIA

Appunti e dispense del corso di tecnologia cartaria del professor Paolo Zaninelli

Materiale fornito dai tecnici della Nalco

Materiale fornito internamente

Libro “Introduzione alla fabbricazione della carta” ATICELCA

Un sentito ringraziamento va a Paolo Musacchio (responsabile del reparto di fabbricazione) che fin dal mio ingresso in cartiera ha cercato di fornirmi tutti gli strumenti per migliorarmi personalmente e professionalmente, ai tecnici Nalco (Dott. Zannini e Dott. Contado) che hanno dedicato parte del loro tempo per fugare tutti i miei dubbi sull’argomento, ai colleghi e assistenti del reparto di fabbricazione.

8. ALLEGATI



ISTRUZIONI UTILIZZO IMPIANTO FILLERTEK VARONE



Data: 31/05/2017	Redatto da: L.S.
Rivolto a: Assistenti di fabbricazione Personale macchina continua 1	Revisionato da:
	Approvato da:
	Ver: 0.1

CONTROLLI DA ESEGUIRE PRIMA DI OGNI ACCENSIONE DELL'IMPIANTO

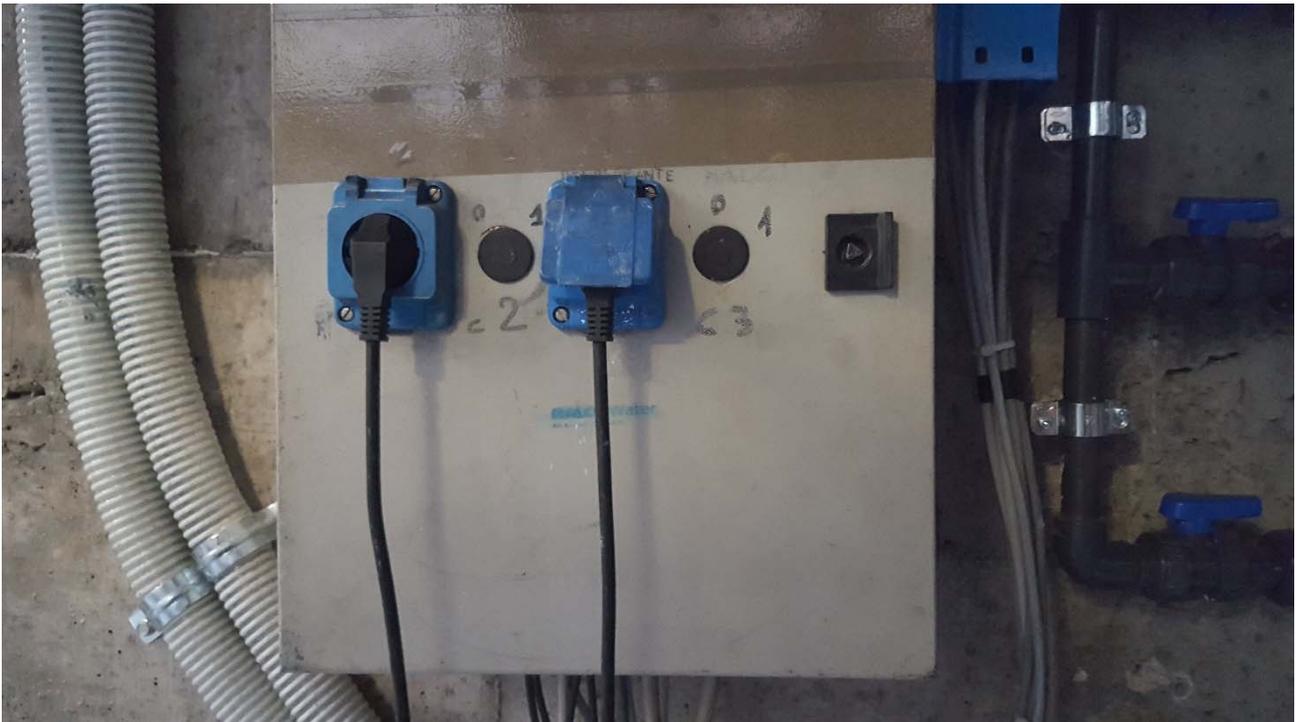


Per permettere all'acqua di miscelarsi ai due prodotti è importante che le valvole A e B siano completamente aperte, per nessun motivo sono concesse aperture intermedie delle stesse.

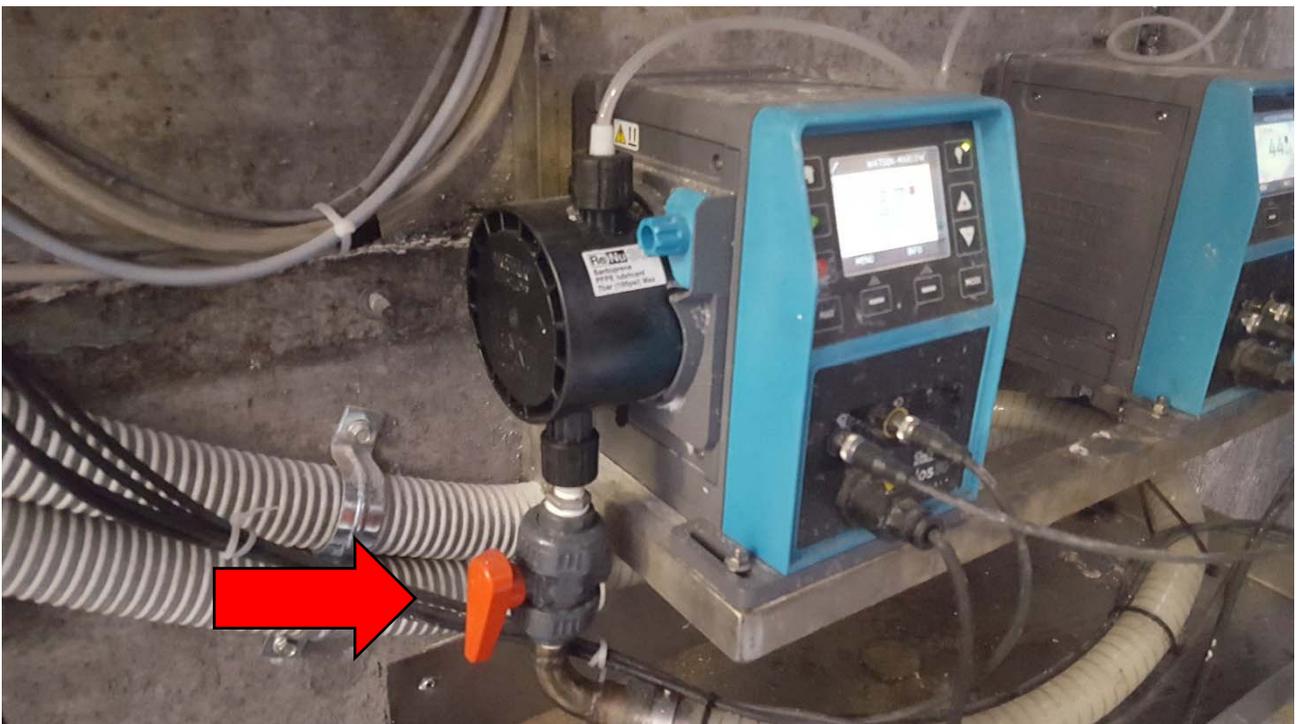
Quando lo si ritiene necessario, è opportuno lavare i due miscelatori 1 e 2 semplicemente svitando i due fermi. La pulizia può essere effettuata con il getto senza problemi.



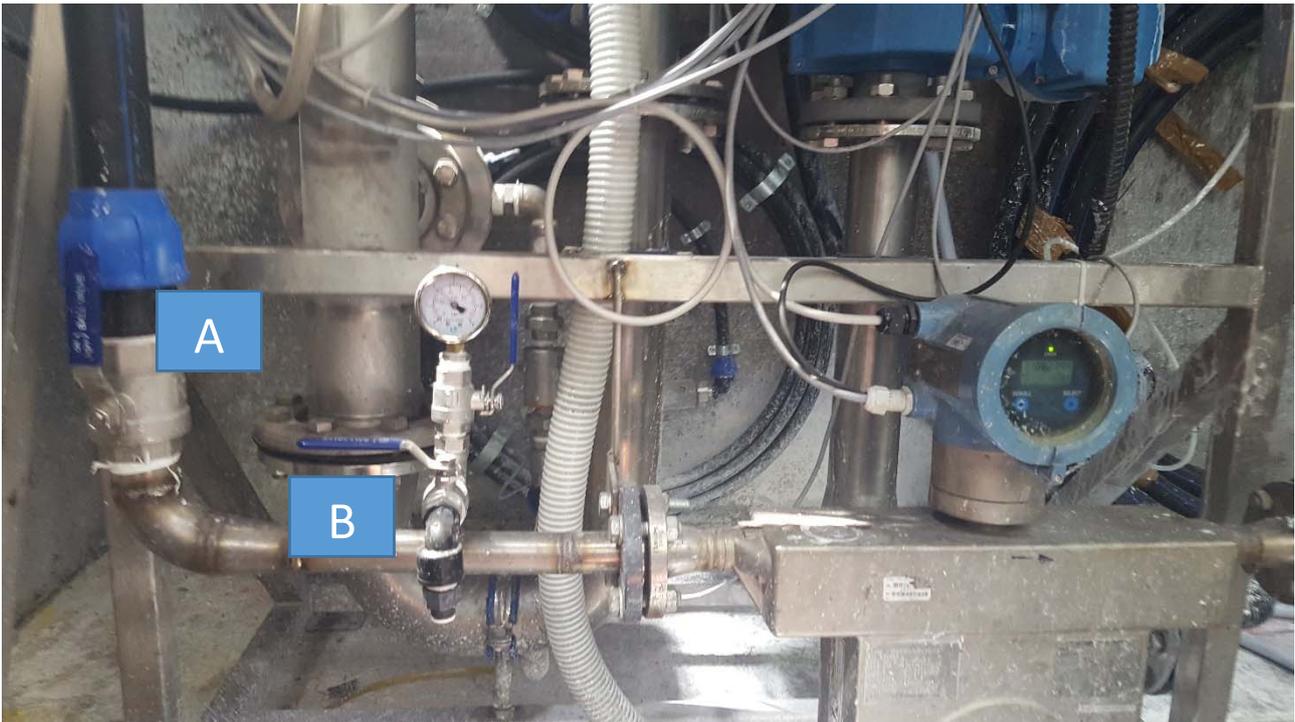
Controllare che le valvole delle cisterne dei due prodotti siano correttamente aperte.



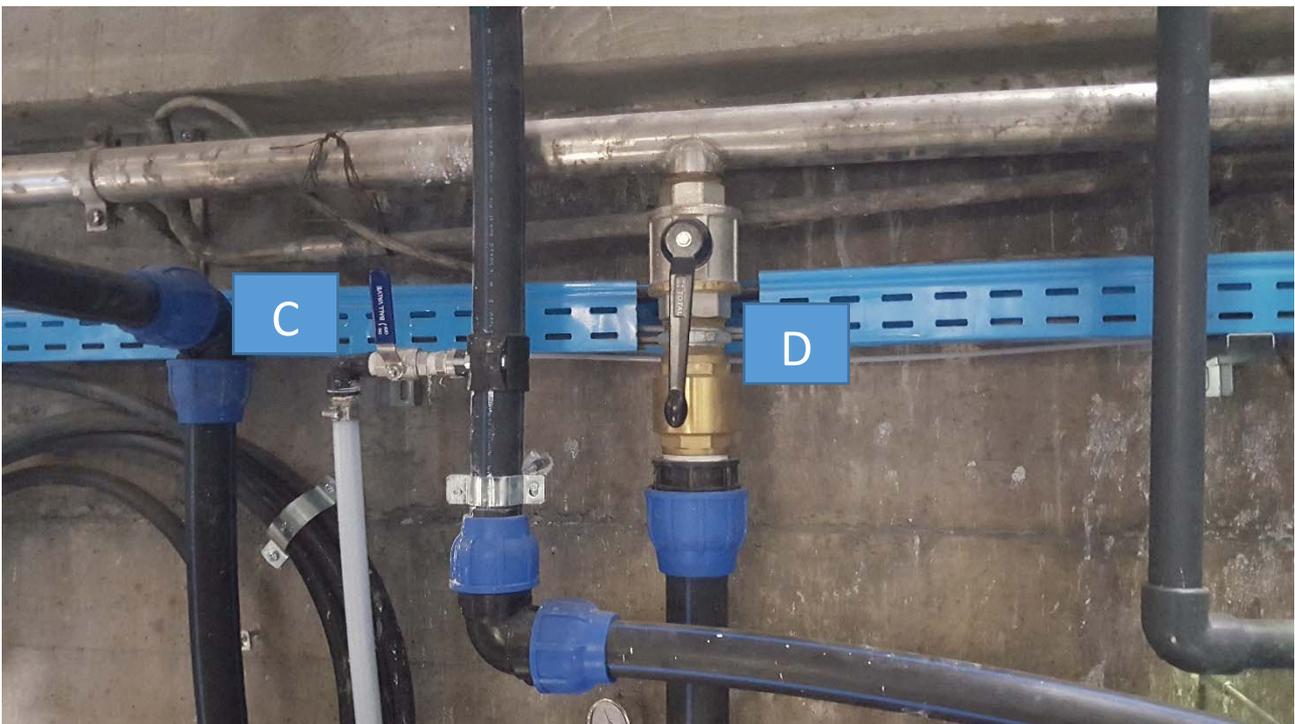
Ad impianto fermo le prese delle due pompe sono normalmente staccate, collegarle all'apposita pulsantiera sopra riportata.



Nella fase di riposo dell'impianto questa valvola, speculare anche sull'altra pompa, viene lasciata aperta, è consigliato controllare prima di ogni avviamento che le stesse siano regolarmente aperte onde evitare il non corretto pompaggio dei due prodotti nell'impianto.

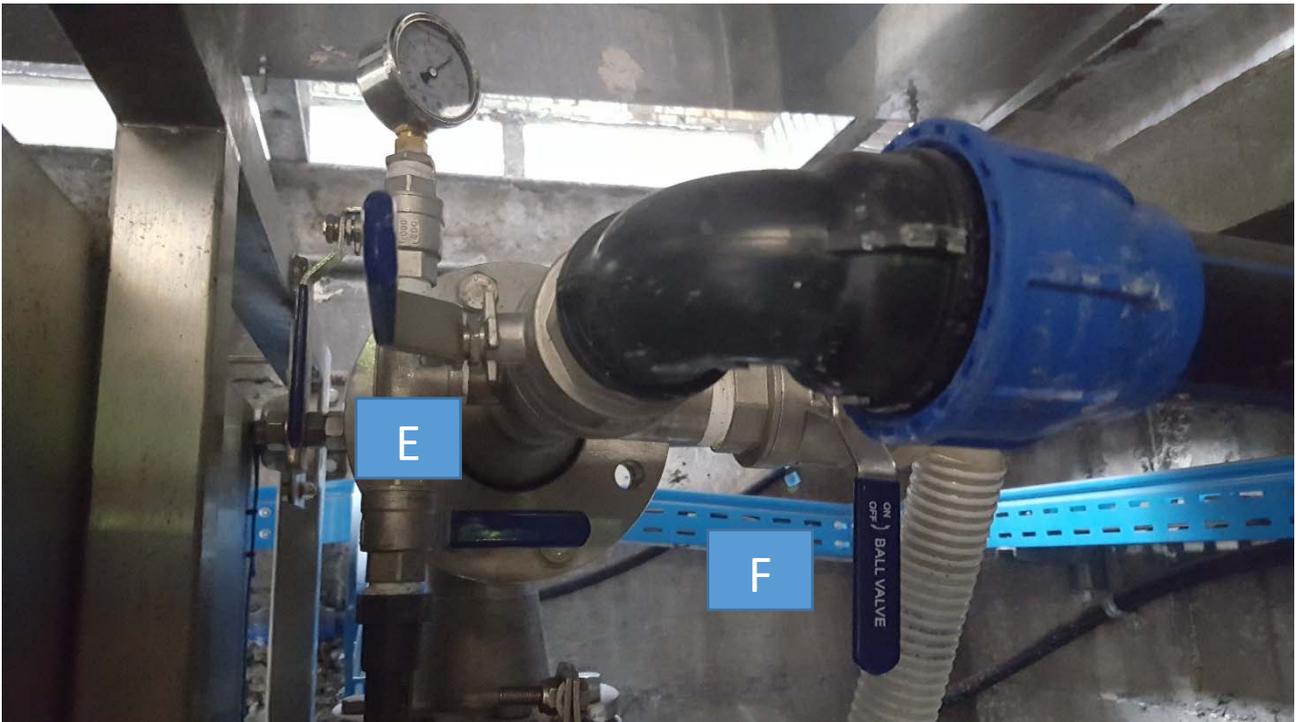


Le valvola A di ingresso del carbonato nell'impianto deve essere aperta, mentre la valvola B deve normalmente essere chiusa, è lo scarico del carbonato in ingresso.



La valvola C deve essere chiusa, è lo scarico del carbonato in uscita trattato con la tecnologia FillerTek.

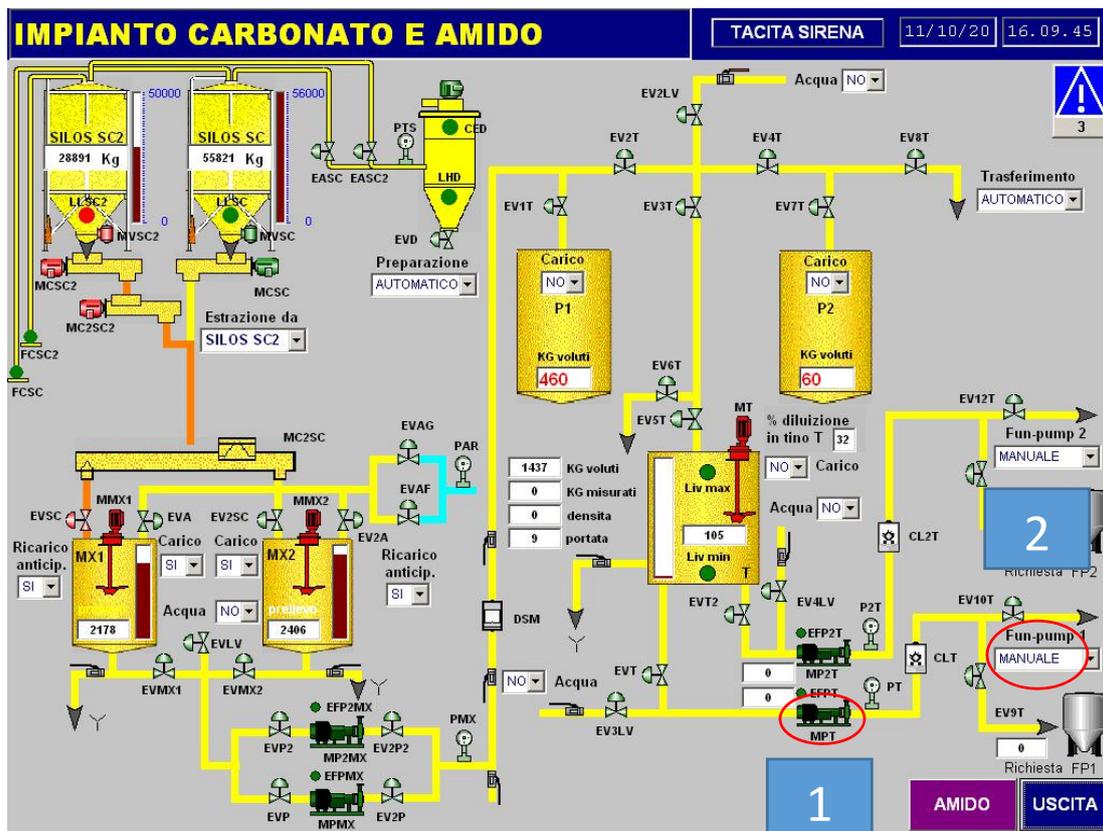
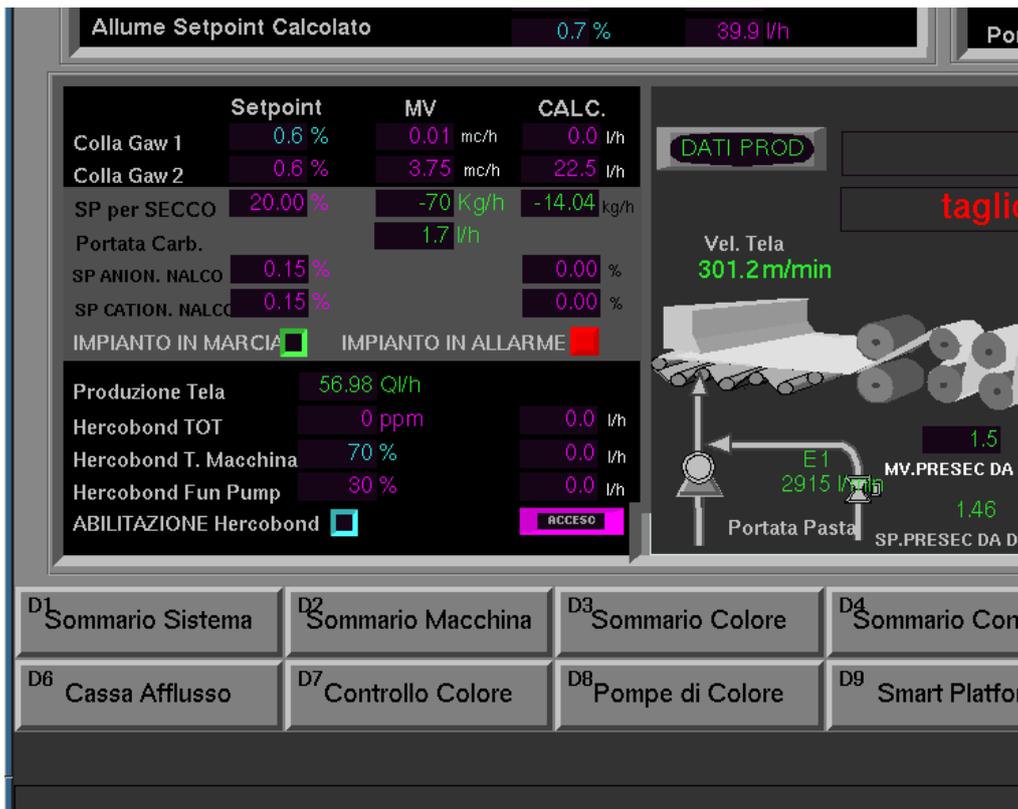
La valvola D è la valvola di diluizione dell'impianto. Normalmente è sempre aperta.



La valvola E è la mandata del carbonato nella cassa d'afflusso, mentre la valvola F è lo scarico dello stesso in fogna.



Come per i miscelatori a valle delle pompe di aspirazione dei due prodotti, è buona prassi controllare la pulizia anche degli altri due miscelatori posti in serie ai primi due. La loro ubicazione è situata dietro all'impianto.



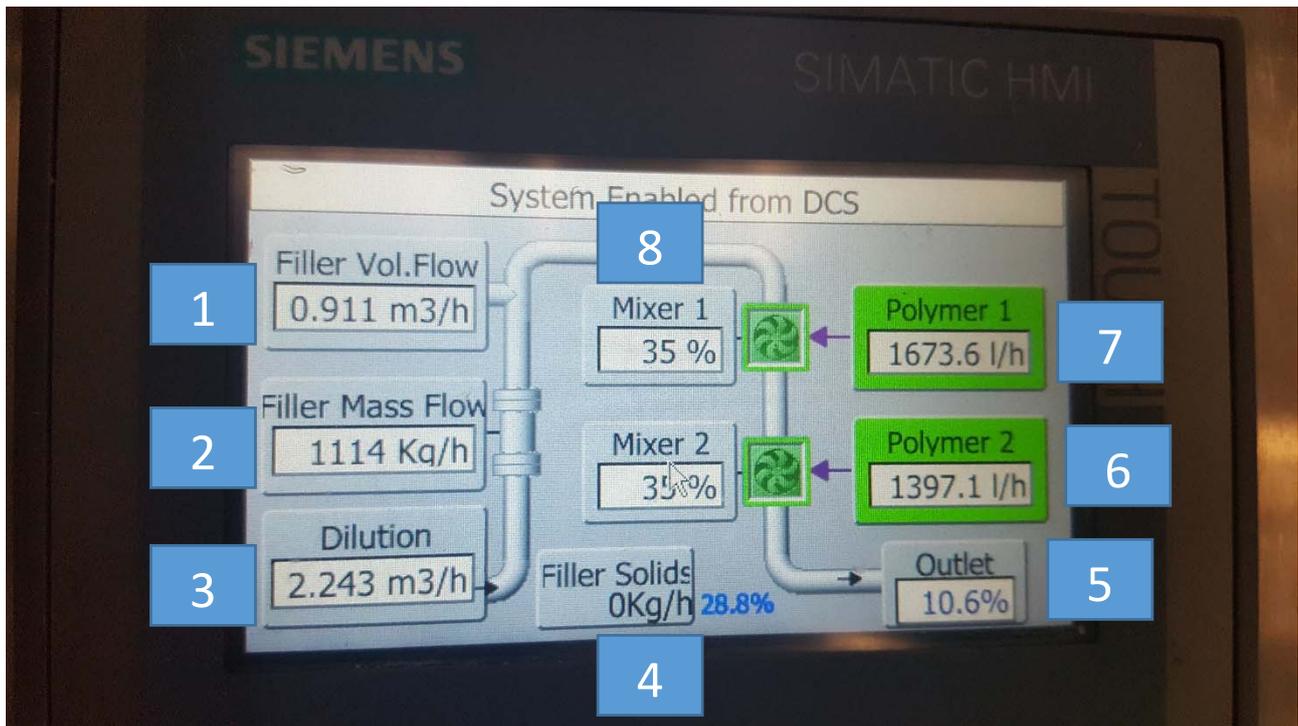
Al DCS nella pagina del sommario controlli è possibile abilitare l'accensione dell'impianto, mentre è indispensabile dare il consenso al caricamento del carbonato nell'impianto accedendo al computer della preparazione del carbonato e dell'amido presente al Pope e nella stanza della preparazione

impasti. Bisogna abilitare la pompa di mandata del carbonato (1) e successivamente impostare “automatico” sul caricamento (2).

Dopo questi controlli l’impianto è pronto per l’uso.

REGOLAZIONI AD IMPIANTO IN FUNZIONE

Mentre l’impianto è in marcia viene richiesto di controllare periodicamente al personale di macchina continua 1 il corretto funzionamento dello stesso.

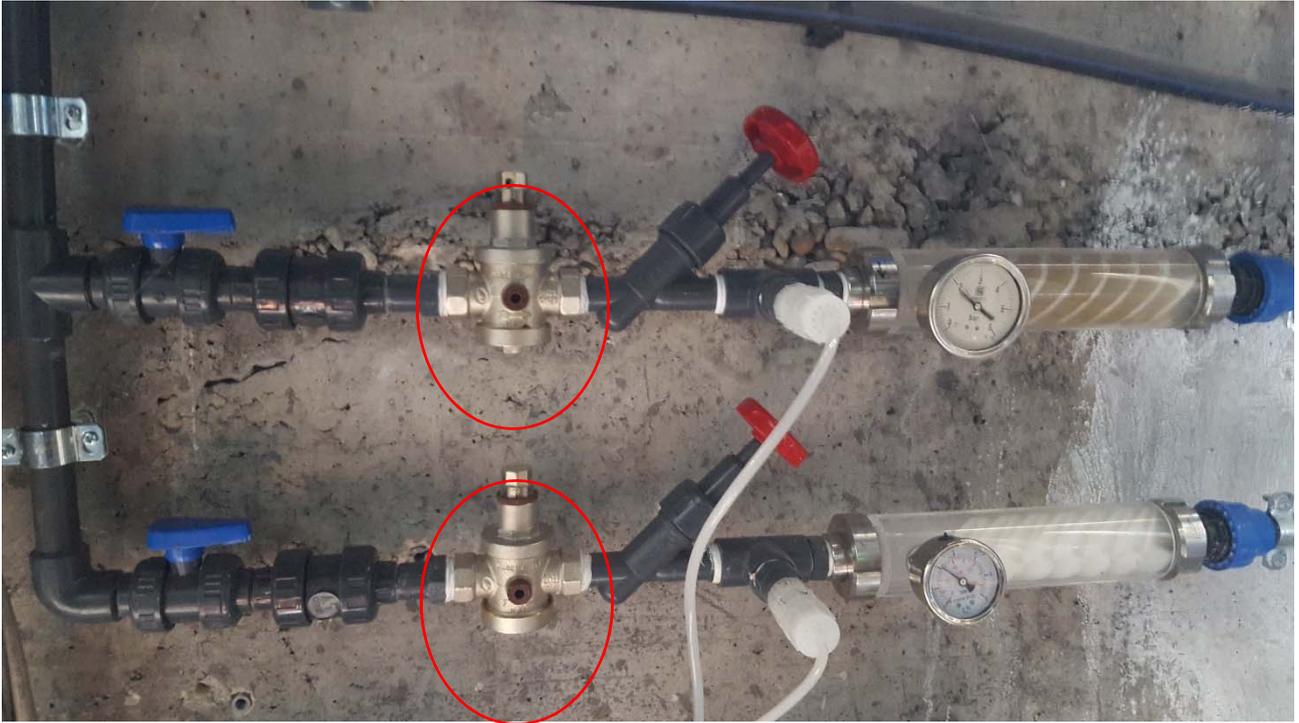


Sul pannello di controllo dell’impianto viene rappresentata questa schermata iniziale:

1. Indica il volume di carbonato che transita in ingresso,
2. Indica la massa di carbonato che transita in ingresso,
3. Indica la quantità d’acqua di diluizione che entra nell’impianto,
4. Indica la quantità di secco di carbonato, riferita sia in Kg/h che in concentrazione percentuale,
5. La concentrazione del carbonato in uscita dall’impianto,
6. La quantità di prodotto cationico che entra nell’impianto dopo la prima miscelazione con l’acqua,
7. La quantità di prodotto anionico che entra nell’impianto dopo la prima con l’acqua,
8. La percentuale dei due mixer finali di miscelazione, (riferito alla potenza degli stessi).

Per un corretto funzionamento dell’impianto è importante controllare soprattutto i parametri 6 e 7 che sono quelli più soggetti a variazione.

Come si nota nella figura sopra riportata, i livelli dei due polimeri sono da ritenersi corretti se vicini ai 1500 l/h per il polimero 1 e 1300 l/h per il polimero 2. È consentita una tolleranza di circa 200 litri/h, tale da non pregiudicare la buona formazione del fiocco di carbonato.



Quando i livelli dei due polimeri sono fuori dai parametri stabiliti è possibile agire sui riduttori in figura.

NB: controllare che la pressione sui due manometri non subisca una forte variazione, in quel caso agire nel contempo anche sulle valvole rosse vicino ai riduttori.

Il parametro 4 è essenziale che misuri sempre correttamente, questo perché in base al valore che viene rilevato dall'impianto, vengono dosati i prodotti in maniera diversa. Controllare che la concentrazione non si discosti mai dal 29% circa. Avvisare l'assistente di turno.



Durante il giro di ispezione del guardia tela ad inizio turno è buona prassi controllare il livello delle due cisterne dei prodotti. Avisare il carrellista quando una di queste è in fase di esaurimento.

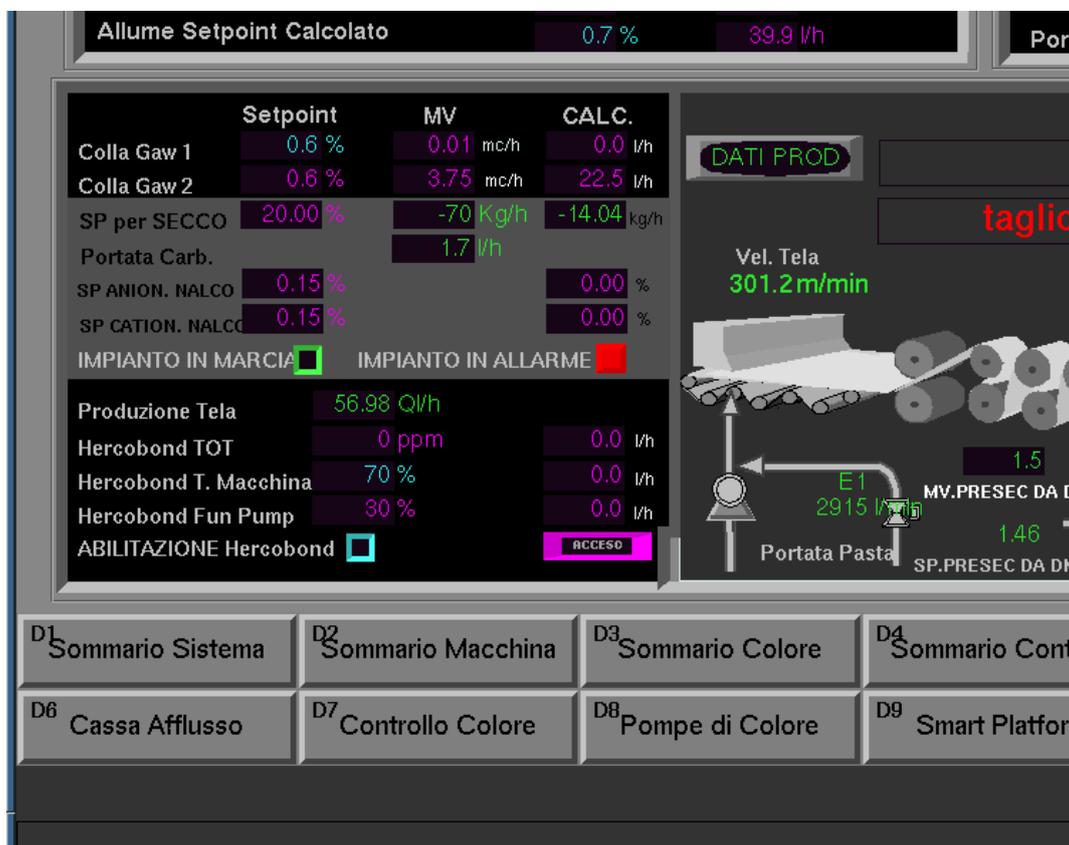
La cisterna di sinistra contiene il cationico NALCO 2 mentre la cisterna di destra l'anionico NALCO 1.

Periodicamente è bene controllare anche la formazione del fiocco di carbonato. Questo si forma come agglomerato di particelle di carbonato che vengono legate grazie all'azione dell'anionico, la funzione del cationico è quella di schermo per evitare che il fiocco si rompa una volta uscito dall'impianto.

Per controllare il fiocco bisogna prelevare un campione di prodotto aprendo la valvola C (si trova a pagina 4). Già visivamente è possibile valutare la bontà del fiocco, altrimenti è conveniente utilizzare la strumentazione presente in laboratorio per avere una stima della grandezza del fiocco.

Il range di grandezza ritenuto ideale è compreso tra i 50 e gli 80 μm .

Per variare la grandezza del fiocco bisogna agire sul dosaggio dei due prodotti



Dal DCS nella pagina sommario controlli sono presenti i due parametri da modificare. Normalmente sono in modalità (automatico), per modificarli inserire la modalità manuale e cambiare i due valori. NB: non esiste una procedura standard per avere una modifica del fiocco, bisogna lavorare per tentativi, tenendo conto che aumentando l'anionico si ha una formazione di un fiocco più grande. Normalmente si cerca sempre di agire maggiormente sul valore dell'anionico e al limite modificare anche il cationico quando lo si ritiene necessario.