

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Analisi ed ottimizzazione dei cicli di lavorazione e dei flussi logistici nella produzione di feltro



Relatore

Prof. Luca Settineri

Candidato

Giulia Carmina

Ottobre 2018

Con l'approvazione dell'Azienda: FIR Fulda S.p.a.



Ing. Daniele Mozzetti,

Direttore Operativo dello stabilimento FIR Fulda spa.

E con la collaborazione di:

- Omar Guarinoni,
Responsabile Acquisti;
- Domenico Basile,
responsabile produzione;
- Giulia Barella,
Production Scheduler.

E di tutti i responsabili, gli operatori e le operatrici della FIR Fulda Spa.

Indice

1. Introduzione	9
2. Che cos'è il feltro	11
3. FIR Fulda spa	13
4. Il Ciclo di Lavorazione	16
4.1 Fase 1: Mistaggio	17
4.2 Fase 2: Cardatura	17
4.3 Fase 3: Faldatura	18
4.4 Fase 4: Agugliatura.....	19
4.5 Fase 5: Feltratura	21
4.6 Fase 6: Follatura.....	22
4.7 Fase 7: Tintura.....	23
4.8 Fase 8: Finitura.....	25
5. Raccolta dei dati	29
6. Layout attuale dell'impianto	35
7. Analisi dati	42
8. Analisi costi	53
9. Premessa: la situazione aziendale	62
10. Proposta alternativa n.1	65
11. Proposta alternativa n.2	73
12. Proposta alternativa n.3	82
13. Conclusioni.....	89
Allegati.....	94
Sitografia.....	105
Ringraziamenti.....	106

Indice degli Allegati

Allegato 1: posizione attuale dei buffer impianto Asciugatrice.....	95
Allegato 2: posizione attuale dei buffer impianto Asciugatrice.....	96
Allegato 3: posizione attuale dei buffer Sperotto.....	97
Allegato 4: posizione attuale dei buffer Piegatrice.....	98
Allegato 5: posizione attuale dei buffer Taglierina.....	99
Allegato 6: Ciclo di produzione impianto Asciugatrice.....	99
Allegato 7: Ciclo di produzione impianto Vaporizzo.....	101
Allegato 8: Ciclo di produzione impianto Sperotto.....	102
Allegato 9: Ciclo di produzione impianto Piegatrice.....	102
Allegato 10: Ciclo di produzione impianto Taglierina.....	104

Indice dei Grafici

Grafico 1: ciclo di finitura del feltro: dall'asciugatura all'imballaggio.	27
Grafico 2: scambio di informazioni tra il personale.	44
Grafico 3: processo decisionale qualora si presentino problema di qualità gravi.	45
Grafico 4: processo decisionale a fine di una lavorazione.	46
Grafico 5: esempio di come sono state raggruppate alcune voci classificate come attività ausiliarie, impianto Taglierina.	50
Grafico 6: Activity Diagram.....	63
Grafico 7: nuova dinamica di scambio informazioni con l'introduzione di un logistico.	70
Grafico 8: nuova dinamica di scambio informazioni tra operatori con l'introduzione di un logistico.....	71
Grafico 9: andamento della variazione dei flussi di cassa facendo l'investimento.	81
Grafico 10: andamento della variazione dei flussi di cassa a seguito dell'investimento....	88
Grafico 11: andamento della differenza tra valore generato e costo sostenuto all'aumentare del numero di pezze prodotte al giorno.	93

Indice delle Figure

Figura 1: principali dati di bilancio ed indici finanziari 16 dell'azienda FIR Fulda Spa.	14
Figura 2: riporta l'andamento del fatturato e del Mol su un arco di tempo di 5 anni.....	14
Figura 3: FIR Fulda spa.....	15
Figura 4: ciclo di produzione del feltro: dalla mista alla tintura.	16
Figura 5: velo prodotto dalla carda.	18
Figura 6: ago con barbe dell'Agugliatrice.....	20
Figura 7: plateau.....	20
Figura 8: fase di feltratura.	22
Figura 9: Subbio.....	24
Figura 10: Schema di un impianto di tintura su subbio.	24
Figura 11: pianta con buffer e flussi di materiali	36
Figura 12: pila di pezze da processare su un pallet.....	37
Figura 13: pallet con pezze nell'impianto Piegatrice.	38
Figura 14: carrello con pezza impianto Asciugatrice.....	38
Figura 15: muletto.....	39
Figura 16: buffer all'interno dello stabilimento.	40
Figura 17: cassoni.	41
Figura 18: nuovo layout dell'impianto comprendente dei buffer.	73
Figura 19: nuovo layout con i buffer e la postazione per un addetto all'imballaggio.	82
Figura 20: adozione di parte della soluzione alternativa proposta.....	93

Indice delle Tabelle

Tabella 1: parte della sesta osservazione della Piegatrice, avvenuta il 19/03/2018.	30
Tabella 2: totale di tutte le osservazioni effettuate, divise per macchina e per macro attività.	34
Tabella 3: esempio analisi dati di lavorazione di tutte le osservazione nell'impianto Taglierina.	49
Tabella 4: attività ausiliarie necessarie per la lavorazione nell'impianto Taglierina.	50
Tabella 5: attività di logistica, impianto Taglierina.	51
Tabella 6: attività di scambio informazioni, impianto Piegatrice.	52
Tabella 7: tempi necessari per la produzione di una pezza di semilavorato di lunghezza media a macchina.	56
Tabella 8: tempo medio di lavorazione giornaliero annuo per ogni macchina.	58
Tabella 9: tempo annuo speso dagli operatori per la sistemazione e chiusura del cassone	59
Tabella 10: costo annuo a macchina.	60
Tabella 11: costo annuo totale.	61
Tabella 12: aumento della percentuale di tempo necessaria alla produzione di una pezza di semifinito dell'impianto Asciugatrice.	66
Tabella 13: costo annuo a macchina che si otterrebbe aumentando la produzione con la prima ipotesi di miglioramento.	67
Tabella 14: costo annuo totale che si ottiene con la prima ipotesi di miglioramento.	69
Tabella 15: confronto tra la situazione attuale, senza logistico, e con l'inserimento di un logistico rispetto a: costo annuo sostenuto, valore generato e rapporto tra questi.	69
Tabella 16: tempi a pezza di semifinito considerando una riduzione dei tempi di logistica e di scambio informazioni dovute alla presenza dei buffer.	75
Tabella 17: tempi annui con l'inserimento di buffer aumentando la produzione.	77
Tabella 18: tempi annui e costi annui che si avrebbero aumentandola produzione con la presenza di buffer.	79

Tabella 19: confronto tra la situazione attuale, senza buffer, e la seconda proposta di miglioramento, con buffer, rispetto al costo annuo sostenuto, al valore annuo generato ed il rapporto tra questi due valori.	79
Tabella 20: costo spostamento singoli macchinari e totale investimento.	79
Tabella 21: tempi a pezza di semifinito considerando la riduzioni dei tempi di inefficienza grazie alla presenza di buffer e all’inserimento di una risorsa in più.....	84
Tabella 22: distribuzione tempo annuo con l’impiego di buffer e di una risorsa in più impianto Taglierina e Piegatrice.....	85
Tabella 23: aumento delle ore annue dovuto alla necessità di aumentare la produzione dell’impianto Sperotto.	86
Tabella 24: costi annui a macchinario con l’impiego di buffer e di una risorsa in più.....	86
Tabella 25: ore annue e costo annuo totale e variazione rispetto al caso attuale.....	87
Tabella 26: variazione costi e valore generato aumentando la produzione annua.	87
Tabella 27: investimento al fine di creare buffer ed una postazione per una risorsa in più.	88
Tabella 28: confronto tra le tre soluzioni alternative proposte e la soluzione attuale in base al numero di pezze processate da ogni singolo macchinario al giorno.	91
Tabella 29: confronto tra le tre soluzioni alternative proposte e la soluzione attuale in base al costo annuo sostenuto, al valore annuo generato ed al rapporto tra questi.....	92

1. Introduzione

La stesura del presente elaborato è stata realizzata nel corso ed in seguito allo svolgimento di un'attività di tipo sperimentale presso l'azienda FIR Fulda S.p.A., avente sede in Corso Moncalisio 51, 10057 Sant'Ambrogio (in provincia di Torino).

L'attività principale dell'azienda consiste nella produzione e nella lavorazione del feltro che, come in seguito verrà meglio spiegato, è qualificabile come "tessuto non tessuto" in quanto, a differenza di tutti gli altri tessuti, non viene prodotto tramite un processo di filatura ma bensì tramite l'aggregazione casuale delle sue fibre.

In particolare, l'azienda è leader italiano per la produzione di feltro lana e misto (laddove per misto si intende il feltro ottenuto dall'unione di lana e viscosa, con una percentuale che varia a seconda dello spessore che si vuole ottenere e quindi in relazione ai vari usi cui il misto è destinato) ed è inoltre specializzata nella produzione di "tessuti" tecnici.

Il materiale prodotto dall'azienda è largamente impiegato in diversi settori, quali l'isolamento termico, l'insonorizzazione, il design automobilistico, l'abbigliamento e la filtrazione e viene esportato entro i confini europei.

Ai fini del presente lavoro di tesi, l'attività di osservazione ed analisi è stata eseguita esclusivamente nel reparto Nord dello Stabilimento, in cui vengono prodotti e normalmente tinti i feltri lana, i feltri in viscosa ed i misti a basso spessore (massimo 3 mm) che, proprio per tale specifica caratteristica, vengono maggiormente impiegati nel settore dell'arredamento, del c.d. *handicraft* (piccolo lavoro di artigianato), del design e nel confezionamento di giacche.

Invero, l'analisi non è stata condotta su tutto il reparto Nord nel suo complesso ma, al contrario, l'attenzione è stata volta specificatamente sui cosiddetti cicli di finitura (asciugatura, stabilizzazione, trattamento superficiale e piegatura) e sono stati quindi analizzati i processi produttivi di cinque macchinari: l'Asciugatrice, il Vaporizzo, lo Sperotto, la Taglierina ed infine, la Piegatrice.

Tuttavia, per ragioni di completezza espositiva, nel terzo capitolo si è ritenuto opportuno spiegare come avviene l'intero processo produttivo del feltro.

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è quello di elaborare delle soluzioni che si pongano come alternative rispetto alla situazione attuale dello Stabilimento e che possano garantire l'aumento della produzione, la riduzione dei tempi di consegna e quindi l'incremento del materiale venduto, in modo tale che l'Azienda possa soddisfare al meglio i propri clienti attuali e futuri.

In particolare, ai fini del raggiungimento del predetto scopo, l'attività posta in essere è consistita nell'osservazione e nell'analisi dei processi produttivi dei macchinari indicati e dei flussi logistici ad essi correlati misurandone i tempi di efficienza ed inefficienza.

Senza voler anticipare del tutto i risultati cui si è giunti, al termine del presente lavoro si è rilevato che tramite un uso più economico ed efficace dello spazio disponibile e tramite la riduzione dello spreco di tempo nel trasporto dei materiali nonché delle eventuali attese dovute alla movimentazione degli stessi, si ottiene un aumento dell'ordine nell'impianto, una maggiore linearità dei flussi di materiali, una diminuzione dei loro movimenti e quindi una migliore organizzazione del lavoro.

Infatti, una volta ridotti i tempi di inefficienza ed aumentata la produttività del reparto, grazie all'impiego di una risorsa in più e/o con ulteriori investimenti, l'Azienda potrebbe garantire ai propri clienti una più celere risposta alle relative richieste.

Il presente elaborato si articola in tre parti. Nella prima si ci è occupati della raccolta e dell'analisi dei dati al fine di identificare i problemi critici nell'impianto di finitura. A tal scopo, uno studio di circa due mesi ha permesso di identificare le principali attività svolte dagli operatori ed i relativi tempi necessari al loro svolgimento su ognuna delle cinque macchine in esame. Tali dati sono stati raccolti tramite osservazione diretta, per un totale di trenta rilevamenti.

Successivamente è stata eseguita una analisi dei costi e del layout attuale dell'impianto, con lo scopo di individuare le possibili opportunità di miglioramento. Al riguardo, sono state elaborate tre possibili soluzioni alternative quantificando i benefici ed i costi di ciascuna di esse.

In ultimo, il capitolo finale è dedicato alla spiegazione delle conclusioni in cui vengono sintetizzate le soluzioni alternative proposte, mettendo in evidenza i punti di forza e di debolezza di ciascuna di esse ed infine, individuando quella che è da qualificarsi come soluzione migliore in relazione all'obiettivo prefissato.

2. Che cos'è il feltro

Il feltro è tecnicamente una falda compatta costituita da fibre tessili.

La sua caratteristica principale consiste nel fatto che la falda non è prodotta tramite un processo di filatura, orditura o tessitura come avviene per tutti gli altri tessuti ma, bensì, tramite l'aggregazione casuale delle fibre che la compongono. Per tale ragione esso rappresenta il tipico esempio del c.d. "tessuto non tessuto" (*nonwoven*).

Il procedimento produttivo del feltro si basa sulla capacità delle lane animali di infeltrire, conosciuta già nel 5.800 - 5.700 a.C., periodo al quale risalgono infatti i primi manufatti ritrovati in Asia Centrale.

L'infeltrimento è la proprietà di alcune fibre tessili di infittire la loro massa, diventando meno permeabili all'aria, quando sono sottoposte a ripetute azioni di compressione e sfregamento. Tale proprietà è posseduta in massimo grado dalla lana e viene sfruttata, per esempio, nella fabbricazione di panni e feltri, mentre rappresenta una limitazione nel campo della maglieria. In tal caso si ricorre a speciali trattamenti che rendono la lana infeltrabile e irrestringibile. Il cotone e le tecnofibre, all'opposto, sono fibre non soggette al fenomeno dell'infeltrimento.

Le fibre tessili utilizzate per la realizzazione del feltro possono essere suddivise in due gruppi: fibre tessili naturali e fibre tessili chimiche.

Al primo gruppo appartengono due tipologie di tessuti, la lana e la seta, laddove solo la prima di queste è utilizzata per la produzione del feltro nello stabilimento in esame.

Anche il gruppo delle fibre chimiche contiene al suo interno due diverse tipologie di fibre. Le prime sono quelle artificiali, cui appartiene il rayon, il quale viene ampiamente impiegato dall'azienda in esame nella produzione del feltro. Le seconde sono invece le fibre sintetiche, che non saranno oggetto di trattazione.

I motivi per cui tale materiale è stato costantemente utilizzato nel corso dei secoli sono da ricollegarsi alle sue caratteristiche fisiche.

Il feltro può essere infatti molto leggero, poiché con una quantità minima di fibre è possibile ottenere la solidità desiderata. Tale circostanza è particolarmente utile sia nel caso in cui il feltro sia stato impiegato per la fabbricazione di indumenti, che quindi

risulteranno più comodi a chi li indossa, sia nel caso in cui serva per rivestimenti (ad esempio di pannelli o tavoli da biliardo) o, ancora, qualora debba subire ulteriori lavorazioni, come nell'ipotesi di lavori di artigianato (*handicraft*).

Inoltre, nonostante esso possa essere molto liscio, la sua resistenza tensile è particolarmente elevata così come lo sono la sua elasticità ed impermeabilità all'acqua. Tali caratteristiche sono dovute allo stretto rinsaldamento delle fibre del feltro che non permettono l'assorbimento dell'umidità.

A ciò si aggiunge che, proprio grazie alla circostanza che ogni sua fibra è intrecciata in ogni senso con le altre, il feltro è tra le "stoffe" più solide che si conoscono ed inoltre ha una buona capacità di mantenere il calore.

3. FIR Fulda spa

L'azienda, nata nel 1960 con uno stabilimento per la produzione di feltro lana, ha avuto un rapido sviluppo che l'ha portata ad acquistare altre aziende produttrici del settore ed a sviluppare e diversificare le proprie tecnologie. Nel 2011 è entrata a far parte del gruppo multinazionale FFF Group, nato dalla fusione di Filzfabrik Fulda (Germania), FIR Fulda (Italia), Felt Industries (Francia), M&K Filze (Germania), Vereinigte Filzfabriken (Germania) e Wirth Fulda (capogruppo, Germania).

Tra il 2014 e il 2015, in seguito alla decisione della nuova proprietà di destinare allo stabilimento di Sant'Ambrogio 200 tonnellate annue di produzione di feltri sottili colorati, la FIR Fulda è diventata il più grande feltrificio italiano per volumi prodotti. Grazie all'innovazione ed alle proprie competenze, l'azienda è diventata il Centro di riferimento per il Gruppo nella produzione di feltri sottili colorati.

«Nell'ultimo anno abbiamo aumentato del 70% la quantità di feltro lavorato nello stabilimento – spiega Antonino Giustiniani (direttore operativo dell'azienda sino al 2016) – con tutti gli addetti tornati alla piena occupazione e un programma di nuove assunzioni avviato l'anno scorso».

Inoltre per adeguarsi alle nuove esigenze produttive è stato predisposto un piano d'investimenti, in macchinari e impianti, da oltre un milione di euro. Tutto ciò ha fatto sì che il fatturato nel 2016 è cresciuto del 10% rispetto a quello dell'anno precedente, come illustrato di seguito in figura 1 (in cui sono riportati inoltre i principali indicatori finanziari).

Indici	2015	▼ 2016
Fatturato	€ 9.062.767,00	€ 10.191.437,00
MOL	€ 659.564,00	€ 728.845,00
ROA	-1.72%	-1.60%
Utile / Perdita d'Esercizio	€ -219.809,00	€ -280.044,00
Oneri Finanziari	-	-
Totale Passività	€ 10.137.218,00	€ 10.140.105,00
Patrimonio Netto	€ 2.353.678,00	€ 2.073.634,00
Rapporto di Indebitamento	76.78%	79.55%
Oneri Finanziari / EBITDA	-	-
ROI	-1.72%	-1.61%
ROS	-1.93%	-1.60%
ROE	-9.34%	-13.50%
Numero Addetti	66	70

Figura 1: principali dati di bilancio ed indici finanziari dei anni 2015 e 2016 dell'azienda FIR Fulda Spa.

Come emerge dalla figura 1, nel corso dell'anno indicato vi è stato un notevole miglioramento di tutti gli indici finanziari. Invero, se si prende in considerazione un intervallo di tempo più lungo, come ad esempio 5 anni, tale incremento è ancora più evidente (figura 2).

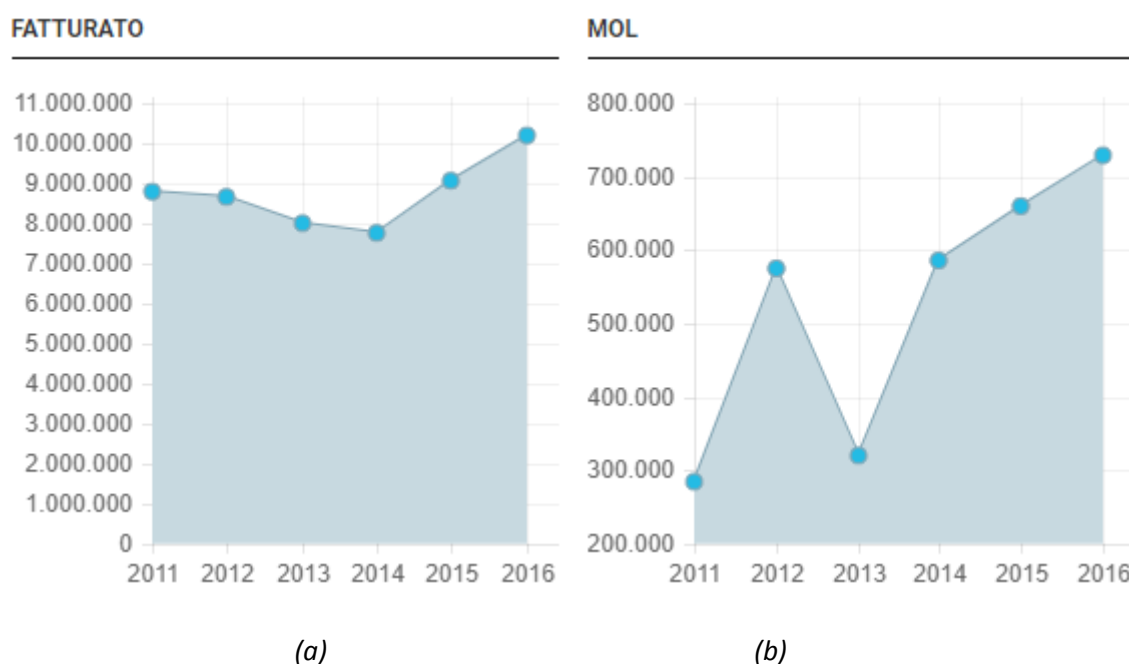


Figura 2: riporta l'andamento del fatturato e del Mol su un arco di tempo di 5 anni.

Da un punto di vista strutturale, lo Stabilimento oggetto del presente elaborato è diviso in due reparti separati, rispettivamente denominati “Nord” e “Sud”.

I prodotti del reparto Nord vengono principalmente impiegati nei settori della moda, del design e dell’ arredamento, mentre il reparto Sud, di cui il presente lavoro non tratterà, si occupa prevalentemente della produzione di feltri più spessi, per lo più utilizzati in ambito industriale.

Di seguito è riportata una fotografia dall’alto dell’intero impianto (figura 3).



Figura 3: FIR Fulda spa.

4. Il Ciclo di Lavorazione

Come anticipato, nello Stabilimento sono presenti due linee di produzione del feltro (una nel reparto Nord ed una nel reparto Sud), ciascuna basata su una successione di sei distinte operazioni, la cui natura, essenzialmente termo-meccanica, è schematizzata in figura 4.

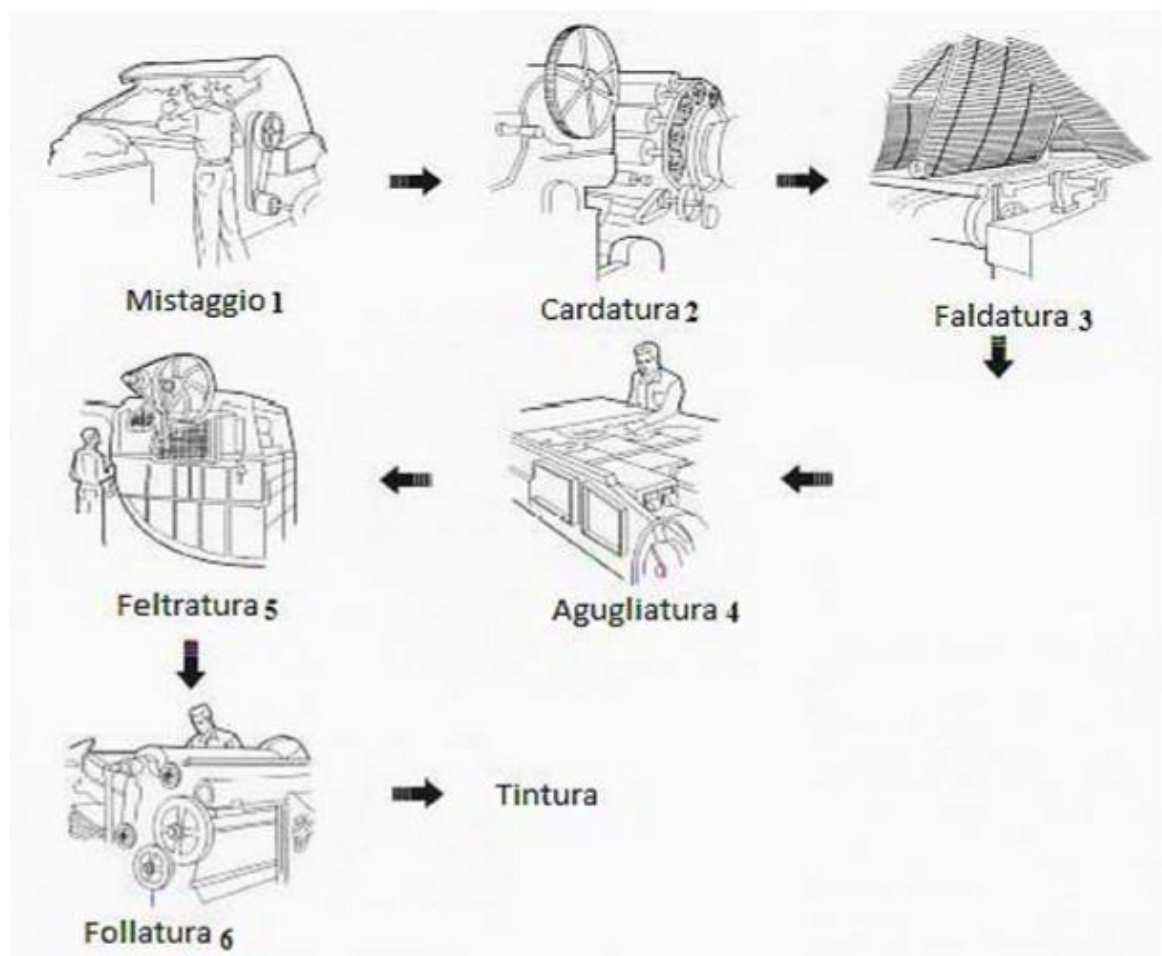


Figura 4: ciclo di produzione del feltro: dalla mista alla tintura.

Indipendentemente dalla linea di produzione scelta, almeno fino alla fase di tintura, il feltro è prodotto in pezze. Quest'ultime hanno una densità ed uno spessore che variano in base alle esigenze del cliente, ma generalmente i range sono 0,16-0,42 g/cm³ di

densità e 1,5-60 mm di spessore. La lunghezza e la larghezza della pezza dipendono dalle specifiche richieste dal cliente.

4.1 Fase 1: Mistaggio

Il mistaggio costituisce la prima fase del ciclo di produzione del feltro. Questo consiste nel creare una mista di differenti materiali lavorabile ed omogenea.

Infatti, ai fini della produzione del feltro tecnico si utilizzano miste con percentuali di lana differenti, che vanno da un minimo del 30% fino ad un massimo del 100%, fermo restando che la percentuale di lana presente incide sulle caratteristiche e sul costo del feltro.

In questa prima fase le balle di materie prime, contenenti i vari tipi di materiale scelti dal cliente ai fini della creazione della mista desiderata, vengono pesate e miscelate tra loro nel cosiddetto apritoio in modo da ottenere il rapporto necessario. Successivamente, il materiale viene trasportato all'interno di un macchinario, chiamato cella di fresatura, che, con l'ausilio di cilindri fresatori, apre i fiocchi di lana con lo scopo di realizzare una prima miscelazione e di togliere le impurità. La cosiddetta mista così prodotta viene infine umidificata con acqua e olio per limitare l'effetto delle cariche elettrostatiche che si formano nei precedenti passaggi (ensimaggio).

4.2 Fase 2: Cardatura

L'operazione di cardatura permette alla mista di trasformarsi in un velo, mediante vari passaggi tra cilindri muniti di aghi.

I suddetti cilindri hanno lo scopo di orientare le fibre in un'unica direzione, facendo in modo che le stesse siano parallele tra loro. In figura 5 viene illustrato come appare il velo non appena uscito dalla carda.

È possibile eseguire una cardatura lineare oppure incrociata, attraverso l'impiego di due o tre carde della stessa linea.



Figura 5: velo prodotto dalla carda.

4.3 Fase 3: Faldatura

All'uscita dalla cardatura, il velo generato non presenta la grammatura necessaria. Per creare un materasso dello spessore desiderato, il velo viene posizionato in un faldatore che ha lo scopo di sovrapporre più veli di materiale cardato allineandoli sui fianchi e sulle testate.

La faldatura del tessuto può essere eseguita con diversi sistemi che vengono scelti in funzione delle caratteristiche del tessuto e dell'articolo da confezionare. In particolare si può distinguere tra:

- Faldatura a mano, che viene normalmente impiegata per piccole produzioni, quando la lunghezza degli strati di tessuto da stendere e la frequenza del cambio delle pezze di tessuto non giustificano l'impiego di macchine faldatrici;

- Faldatura con macchine faldatrici, in cui la macchina faldatrice è fondamentalmente costituita da un carrello che scorre sul tavolo, dotato di un portarotolo sul quale viene posto il rotolo o falda di tessuto a stendere. L'uso di macchine faldatrici è importante perché consente di ridurre i tempi e i costi di faldatura.

Quest'ultima permette di ottenere faldature di diverso tipo:

- Faldatura a zig-zag, che è il sistema più rapido;
- Faldatura con diritto contro rovescio, in cui l'orientamento delle fibre è rispettato per come uscite dalla carda. Per questa lavorazione è richiesta all'incirca una quantità di tempo doppia rispetto a quella necessaria per la faldatura a zig-zag;
- Faldatura con diritti combacianti, simile alla precedente.

Nella realtà produttiva dell'azienda, per formare un materasso di spessore definito, viene effettuata una faldatura a zig-zag, ottenuta stendendo il tessuto in continuo nei due sensi di marcia della macchina faldatrice. Al contrario della faldatura con diritto contro rovescio, in questo caso l'orientamento delle fibre non può essere mantenuto.

4.4 Fase 4: Agugliatura

L'agugliatura è il processo che ha l'obiettivo di intrecciare le fibre del materasso prodotto dal faldatore, conferendogli compattezza mediante il movimento verticale degli aghi.

Il trascinamento e l'intreccio delle fibre avviene infatti ad opera di aghi che presentano degli intagli chiamati tecnicamente "barbe" (figura 6).



Figura 6: ago con barbe dell'Agugliatrice.

Gli aghi sono posizionati su tavole (plateau) che si muovono ortogonalmente al materassino di materiale e sono realizzati in acciaio. Un esempio di plateau è riportato in figura 7.



Figura 7: plateau.

Nel corso di tale processo, l'ago penetra il tessuto e le barbe riescono a trasportare la fibra in maniera non ordinata, generando in tal modo un intreccio tra le varie fibre.

Il processo di agugliatura porta ad una riduzione abbastanza evidente dello spessore del materassino, che all'ingresso ha dimensioni di 3-4 mm e all'uscita anche di un solo millimetro.

4.5 Fase 5: Feltratura

La fase della feltratura permette di ottenere il feltro finale. La feltratura è il fenomeno per cui fibre vegetali o peli animali bagnati e compressi si intrecciano ed uniscono in modo tale da formare una struttura continua dotata di resistenza meccanica, relativa impermeabilità e compattezza.

Alla base della feltratura vi sono le proprietà di *frizione* della fibra. La frizione è dovuta alla presenza di scaglie sulla superficie della fibra, le quali agiscono come un dente di arresto. In questo modo vengono a formarsi degli aggrovigliamenti che sono di fatto irreversibili.

Nella realtà produttiva dell'azienda è presente una macchina a due cilindri vibranti che vengono riscaldati dal vapore, come illustrato in figura 8. Le fibre bagnate con acqua calda si gonfiano e sfregano tra di loro grazie alla vibrazione trasmessa dai cilindri. Inoltre, il movimento dei cilindri è tale da esercitare una pressione sulle fibre che si incastrano tra loro saldamente ed in maniera irreversibile.



Figura 8: fase di feltratura.

Il feltro così ottenuto si presenta al tatto come un materiale compatto. Un fattore importante da tenere in considerazione è che le fibre di lana, infeltrendosi, si restringono e che il loro grado di restringimento può dipendere dalla qualità della fibra, dal numero di strati di lana presenti ed, infine, dal tempo di lavorazione.

4.6 Fase 6: Follatura

La follatura è una lavorazione di base per la compattatura dei tessuti di lana, operazione necessaria per dare al feltro battuto un'apparenza più compatta al tatto. Essa è un trattamento di base per l'apprettatura dei tessuti di lana, laddove con il termine "apprettatura" si fa riferimento a tutte le operazioni di rifinitura necessarie per dare al tessuto non tessuto un'apparenza più spessa e più compatta al tatto, per lo più tramite l'applicazione di sostanze inspessenti e riempitive.

La follatura consiste in una feltratura che si esegue in apposite macchine chiamate *folloni*, in cui il materiale, una volta imbevuto di soluzioni alcalino-saponose oppure acide, subisce una compressione meccanica che salda fra loro le varie fibre. In tal modo vengono conferiti al tessuto non tessuto maggiore resistenza, compattezza ed una certa impermeabilità.

Come detto, il processo di follatura avviene mediante l'impiego dei folloni a rulli nei quali il materiale passa in piano tra i cilindri scanalati che, muovendosi, permettono al tessuto non tessuto di compattarsi ad ogni passaggio fino ad ottenere le dimensioni richieste. Quest'operazione, oltre a compattare il materiale, tende anche a regolarizzarlo, specie nel caso di presenza di parti non omogenee quali possono essere i rigonfiamenti.

Ai fini della realizzazione di una buona follatura è indispensabile che il materiale venga scaldato ed è necessario che il feltro sia umido.

Anche con questo tipo di operazione meccanica il tessuto non tessuto è sottoposto ad un restringimento sia in lunghezza che in larghezza che può raggiungere anche il 40%.

Una volta terminata la fase di follatura il feltro è stato completamente ottenuto ed è possibile procedere alle successive operazioni.

4.7 Fase 7: Tintura

Il processo di tintura è finalizzato a conferire al materiale il valore cromatico richiesto dal cliente.

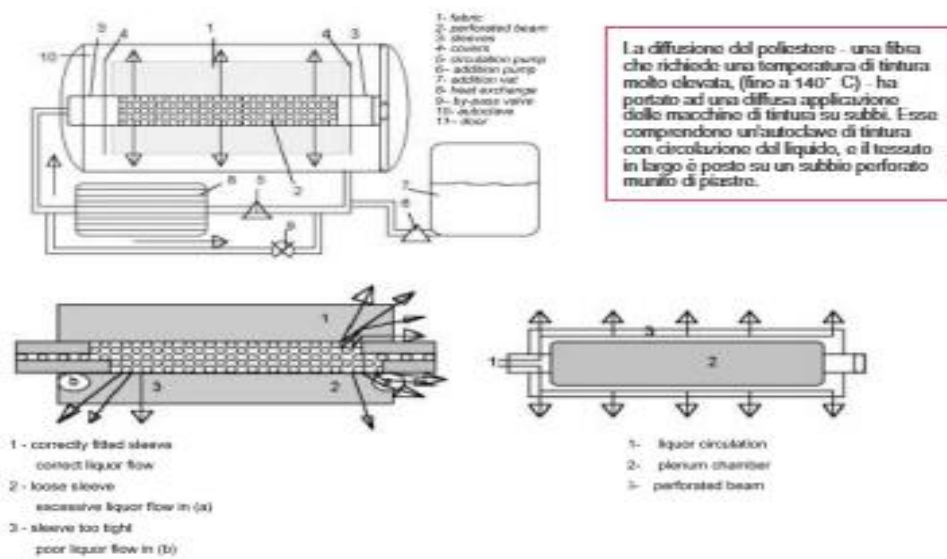
La tintura delle pezze può essere realizzata con diversi tipi di macchinari ed il tessuto può essere tinto in largo o in corto.

Nel caso di specie, questa operazione viene eseguita tramite la tintura su subbio. Il Subbio è un cilindro di metallo sul quale viene avvolto il tessuto, in questo caso il feltro da tingere, come in figura 9.

In seguito, in figura 10, è riportato lo schema dell'impianto di tintura su subbio, il quale comprende un'autoclave per la circolazione del liquido ed il materiale arrotolato in largo che è posizionato su un subbio perforato.



Figura 9: Subbio.



La diffusione del poliestere - una fibra che richiede una temperatura di tintura molto elevata, (fino a 140° C) - ha portato ad una diffusa applicazione delle macchine di tintura su subbio. Esse comprendono un'autoclave di tintura con circolazione del liquido, e il tessuto in largo è posto su un subbio perforato munito di pistone.

Figura 10: Schema di un impianto di tintura su subbio.

4.8 Fase 8: Finitura

Al termine delle operazioni di produzione del feltro e di tintura in autoclave, la pezza deve essere asciugata. Tale operazione viene eseguita in un impianto detto “rameuse” o “asciugatrice”, che eseguirà un’asciugatura per convezione termica.

Da qui inizia la fase di finitura vera e propria che si differenzia a seconda dei gruppi principali di appartenenza dei feltrini.

Infatti, i feltrini si distinguono in:

- feltrino colorato sintetico o Rayon (100% viscosa) utilizzato in arredamento, handicraft e design (come ad esempio decorazione di vetrine);
- feltrino sottocollo (indicativamente 50% lana, 50% viscosa) utilizzato nella confezione di giacche;
- feltrino colorato misto codificato LZ (70% lana e 30% viscosa) utilizzato in arredamento, handicraft e design (per esempio i pannelli di rivestimento delle pareti dei teatri vengono rivestiti con LZ340 ignifugato);
- feltrino colorato lana (100% lana) di cui non ci occuperemo.

Pertanto il feltro (prodotto in pezze) viene processato da alcune macchine piuttosto che da altre a seconda del tipo di materiale.

Le macchine che verranno trattate sono:

- l’ Asciugatrice o Rameuse (con annessa impregnatrice), in cui la pezza può essere trattata con prodotti chimici per renderla per esempio più morbida o ignifuga e poi asciugata tramite convezione termica;
- Il Vaporizzo che, grazie all’uso del vapore ad alta temperatura, stabilizza il tessuto per evitare che si restringa in caso di stiratura;
- Lo Sperotto o Decatizzo che usa il vapore ed una calandra a due rulli per stirare la pezza, regolarizzandone così lo spessore e le fibre superficiali;
- La Taglierina che taglia la pezza in due o più parti o rifila semplicemente i bordi e, nel frattempo, arrotola la pezza su un tubo di cartone;

- La Piegatrice che viene usata per piegare la pezza a metà ed arrotolarla su un tubo o su un'anima di cartone.

I diversi flussi di materiali sono schematizzati nel grafico 1, sotto riportato.

È opportuno precisare che questo schema può subire variazioni, secondo le richieste specifiche del cliente.

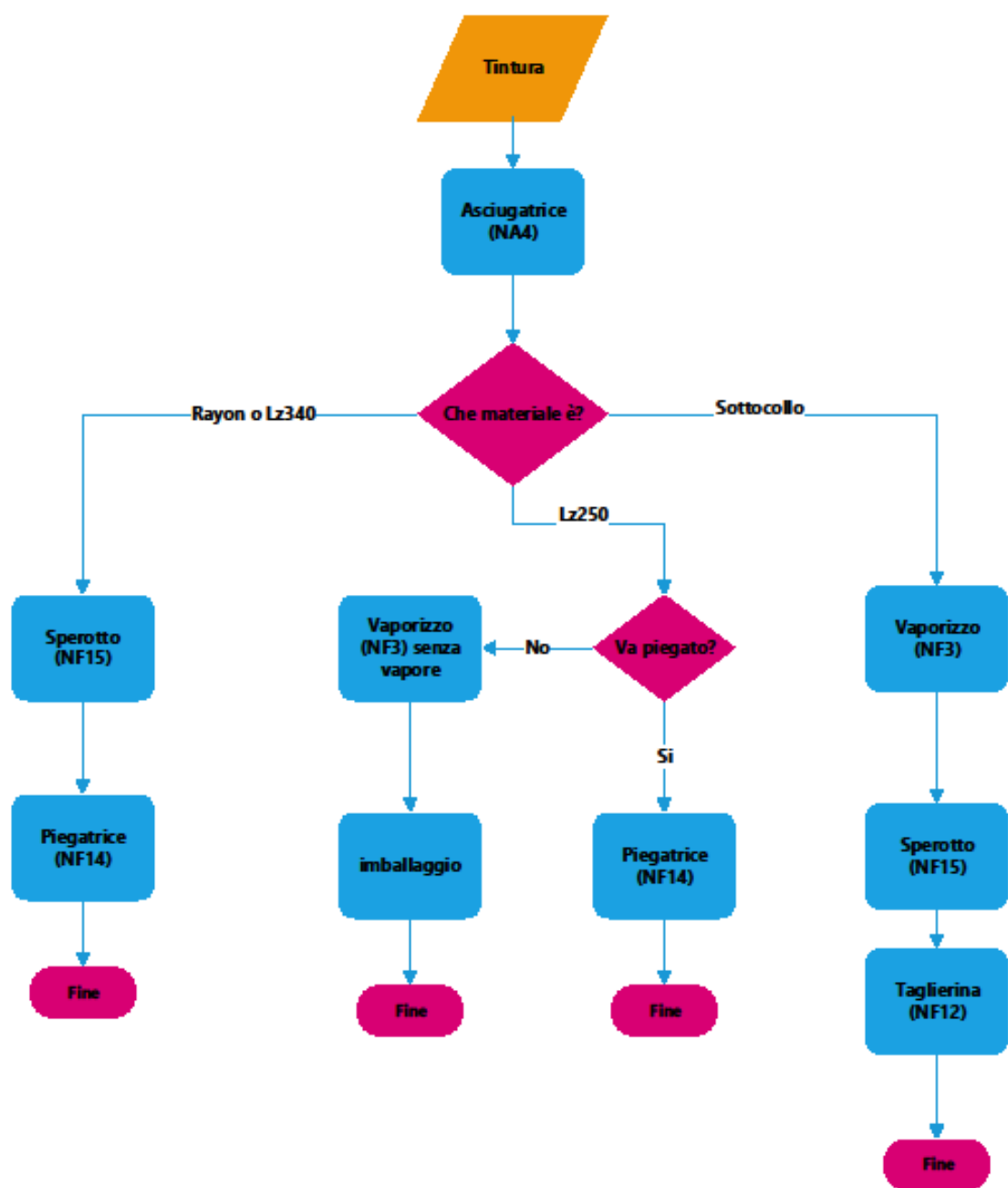


Grafico 1: ciclo di finitura del feltro: dall'asciugatura all'imballaggio.

Data la complessità dei possibili percorsi delle pezze di feltro da uno specifico impianto di finitura ad un altro, si è resa necessaria l'analisi dei tempi impiegati e quindi dei costi che ne conseguono, ai fini di una valutazione delle ottimizzazioni possibili.

5. Raccolta dei dati

I seguenti dati sono stati raccolti tramite l'osservazione diretta delle singole postazioni di lavoro presenti nel reparto di finitura dell'impianto nord, cronometrando ogni attività necessaria per la lavorazione delle pezze. Nel corso di tale lavoro di tesi sono state effettuati trenta rilevamenti distinti, per un totale di settantacinque ore di osservazione. Nello specifico, per ogni rilevamento è stato riportato: il nome dell'operatore o dell'operatrice, la data, l'ora d'inizio e fine del rilevamento, la quantità lavorata (numero di pezze e relative lunghezze), il materiale lavorato ed eventuali note (come ad esempio che tipo di problemi di qualità si è presentato oppure, per il Vaporizzo è stato segnato il tipo di lavorazione e se le pezze erano destinate ad altra lavorazione o spostate nel reparto imballaggio), come nell'esempio sotto illustrato in tabella 1.

<i>Sig:a</i>	<i>Michela</i>	<i>Sesto rilevamento</i>	
Data	29/03/2018	Attività	Durata (min)
inizio	15.00	avvio pc login	0.01.04
fine	16.20	accendi macchina	0.00.37
		pulisci pz	0.00.20
Materiale fatto:	LZ	parla con responsabile	0.00.40
numero pz:	5 pz	lavorazione (65mt)	0.01.51
lunghezza:	65 mt	pesa	0.00.34
		azzera metro	0.00.40
Materiale fatto:	Rayon	sistema pezza	0.00.34
numero pz:	3 pz	anima	0.00.04
lunghezza:	30 mt	prendi cartellino	0.00.15
		documentazione	0.00.28
Note:	-	imballaggio	0.01.12
		sposta	0.00.11
		lavorazione (65mt)	0.01.36

taglia	0.00.17
pesa + doc	0.01.01
azzera metro	0.00.35
sistema pezza	0.00.10
anima	0.00.11
imballaggio	0.01.18
sposta	0.00.11

Tabella 1: parte della sesta osservazione della piegatrice, avvenuta il 19/03/2018.

Prima ancora di iniziare l'attività di osservazione, l'idea di base era quella di tracciare una distinzione tra i tempi di lavorazione, i tempi di fermo macchina e le pause svolte dall'operatore.

Tuttavia successivamente, a seguito di una più attenta osservazione della realtà aziendale, si è preferito dividere le attività in otto macro categorie, a ciascuna delle quali è stato, in seguito, assegnato un colore in modo tale da renderne più semplice e chiara la lettura. La decisione di aumentare il numero di categorie è stata presa al fine di ottenere gruppi di dati più omogenei possibile, a fronte della molteplicità e differenziazione delle attività che gli operatori si trovano a svolgere. Tali gruppi di dati verranno in seguito analizzati distintamente.

Le macro categorie individuate sono:

- La lavorazione (evidenziato in giallo);
- Le attività ausiliarie alla lavorazione (nessun colore);
- Le attività di logistica (rosso);
- Le pause (celeste);
- Lo scambio di informazioni (fucsia);
- I fermi macchina dovuti a difettosità, con conseguente soluzione di problema (viola);

- I fermi macchina dovuti a problemi tecnici (blu);
- Le pause inaspettate (senape).

Con le espressioni “lavorazione” ed “attività ausiliarie” si fa riferimento, rispettivamente, alle operazioni di lavorazione vera e propria (ossia le operazioni durante le quali la macchina è accesa e sta processando il materiale) ed a tutte quelle operazioni necessarie alla lavorazione ma svolte con la macchina ferma, come ad esempio tagliare la pezza o cucire la pezza successiva.

Le attività di logistica comprendono invece tutte quelle operazioni di spostamento materiale, sia lavorato che da lavorare, e quelle di recupero dei materiali necessari alla produzione (come ad esempio il metro interno, lo scotch, le anime o i tubi in cartone).

In celeste si è deciso di segnare le pause che l’operatore normalmente fa durante il suo turno lavorativo e che vengono regolate dal contratto di lavoro.

Si è osservato che lo scambio di informazioni è un’attività necessaria per consentire il normale svolgimento delle attività lavorative in quanto aiuta a regolare il flusso di materiale all’interno dell’impianto, evitando così colli di bottiglia e ritardi della consegne. Questa macro categoria comprende non solo lo scambio di informazioni tra gli operatori ma anche tra i responsabili e gli operatori stessi.

Inoltre, sebbene siano entrambi eventi casuali, si è deciso di fare una distinzione tra i fermi macchina dovuti a difettosità del materiale e quelli dovuti a problemi tecnici per due ordini di ragioni. In primo luogo a seconda del tipo di evento che si presenta, l’operatore è portato a prendere decisioni diverse (ad esempio nel caso di problemi tecnici, è probabile che la prima reazione sia chiamare un tecnico che possa risolvere velocemente lo specifico problema, mentre nella seconda ipotesi l’azione posta in essere dall’operatore dipenderà e sarà proporzionata alla difettosità stessa del materiale in quanto se è grave, chiamerà il responsabile della qualità, se è facilmente eliminabile procederà lui stesso, se infine non è eliminabile ma non è una problematica di particolare gravità, segnerà l’abbuono nella documentazione relativa alla pezza). In secondo luogo la suddetta distinzione è dovuta alla circostanza che un problema tecnico comporta un tempo di fermo macchina più lungo rispetto al problema di qualità, anche se è un evento meno frequente.

In seguito si è deciso di aggiungere la categoria “pause inaspettate” che comprende tutti quegli eventi sporadici, casuali e di breve durata che portano l’operatore a dover fermare o spegnere la macchina ed allontanarsi momentaneamente dalla sua postazione, come per esempio una necessità fisiologica improvvisa.

Alla fine di ogni rilevamento si è creata una tabella riassuntiva in cui si sono riportate le somme dei tempi rilevati, divisi in categorie, così da avere immediatamente un’idea generale degli eventi avvenuti durante ogni singola osservazione.

Di seguito sono riportati i risultati complessivi per ogni singola macchina, ottenuti a seguito dello svolgimento di tutte le trenta osservazioni (tabella 2).

Asciugatrice o Rameuse

totale ore lavorazione	8.24.06
totale ore attività ausiliare legate alla produzione	4.21.57
totale ore delle attività non legate alla produzione	2.00.56
totale ore pause	0.20.00
totale ore impiegate al passaggio di info	0.25.24
totale ore di fermo dovute a problemi tecnici	0.12.20
totale ore pause inaspettate	0.08.24
numero totale di ore osservate	15.53.07
(a)	

Vaporizzo

totale ore lavorazione	4.33.49
totale ore attività ausiliare legate alla produzione	5.07.22
totale ore delle attività non legate alla produzione	1.28.35
totale ore pause	1.27.37
totale ore impiegate al passaggio di info	0.49.50
totale ore di fermo dovute a difetti	0.17.33

totale ore di fermo dovute a problemi tecnici	0.21.33
totale ore pause inaspettate	0.21.25
numero totale di ore osservate	14.27.44

(b)

Sperotto

totale ore lavorazione	5.10.14
totale ore attività ausiliare legate alla produzione	4.34.17
totale ore delle attività non legate alla produzione	1.41.18
totale ore pause	1.42.00
totale ore impiegate al passaggio di info	0.41.21
totale ore di fermo dovute a difetti	0.51.13
totale ore di fermo dovute a problemi tecnici	0.19.35
totale ore pause inaspettate	0.11.20
numero totale di ore osservate	15.11.18

(c)

Taglierina

totale ore lavorazione	3.54.20
totale ore attività ausiliare legate alla produzione	5.42.45
totale ore delle attività non legate alla produzione	1.37.17
totale ore pause	1.21.00
totale ore impiegate al passaggio di info	0.35.44
totale ore di fermo dovute a difetti	0.45.54
totale ore di fermo dovute a problemi tecnici	0.06.08
totale ore pause inaspettate	0.11.00
numero totale di ore osservate	14.14.08

(d)

Piegatrice

totale ore lavorazione	2.57.45
totale ore attività ausiliare legate alla produzione	5.44.53
totale ore delle attività non legate alla produzione	1.56.09
totale ore pause	1.43.17
totale ore impiegate al passaggio di info	0.40.44
totale ore di fermo dovute a difetti	0.21.05
totale ore di fermo dovute a problemi tecnici	0.08.42
totale ore pause inaspettate	0.21.32
numero totale di ore osservate	13.54.07

(e)

Tabella 2: totale di tutte le osservazioni effettuate, divise per macchina e per macro attività.

Già da questa panoramica si può notare immediatamente come i tempi ausiliari pesino fortemente sul totale delle ore osservate, seguiti dai tempi di lavorazione e da quelli di logistica. Questo si spiega in quanto l'operatore è tenuto a svolgere una grande quantità di operazioni ausiliarie anche se ognuna di esse è di norma di breve durata.

6. Layout attuale dell'impianto

Già con le prime osservazioni è stato possibile individuare le zone in cui viene posizionato il materiale e si è rilevato che uno dei maggiori problemi è connesso al fatto che non tutte le macchine hanno dei buffer in input e/o in output ma, al contrario, vi sono delle aree comuni (c.d. *"buffer"*) in cui il materiale viene posizionato in attesa di lavorazione. Ciò provoca tra l'altro un notevole allungamento dei tempi di ricerca materiale.

I buffer o magazzini interoperazionali sono depositi di fabbrica che vengono inseriti tra una fase e l'altra del processo produttivo allo scopo di disaccoppiare le fasi stesse del ciclo di lavorazione. Il disaccoppiamento fa sì che un eventuale interruzione del lavoro di una qualsiasi stazione non costringe a fermare tutta la linea produttiva infatti, nel caso di guasto, la stazione a monte accumulerà i pezzi nel buffer in input della macchina ferma, mentre la stazione a valle li preleverà dal buffer in output.

Per avere un'idea più chiara della situazione si è deciso di evidenziare nella pianta tali zone e di sottolineare meglio il flusso di materiali dai macchinari ai buffer e viceversa con delle frecce (figura 11). Le frecce hanno un colore diverso a seconda del macchinario, ciascuno dei quali è riportato nella pianta con il relativo codice SAP:

- Verde per l'Asciugatrice (NA4.1);
- Blu per il Vaporizzo (NF3);
- Rosso per lo Sperotto (NF15 ed NF15.1);
- Fucsia per la Taglierina (NF14);
- Beige per la Piegatrice (NF12).

Le aree in arancione sono le aree dove generalmente viene posizionato il materiale per la lavorazione, le aree grigie sono aree nelle quali vengono posizionati pallet vuoti o altra attrezzatura ingombrante, inoltre le aree verdi rappresentano le aree nelle quali vengono posizionati i cassoni con il materiale pronto per essere spedito.

Negli allegati 1,2,3,4,5 sono state evidenziate nella pianta dell'impianto, per ogni singola macchina, le zone dove potrebbe essere posizionato il materiale da lavorare (zone di colore più chiaro) e quello lavorato (zone di colore più scuro).

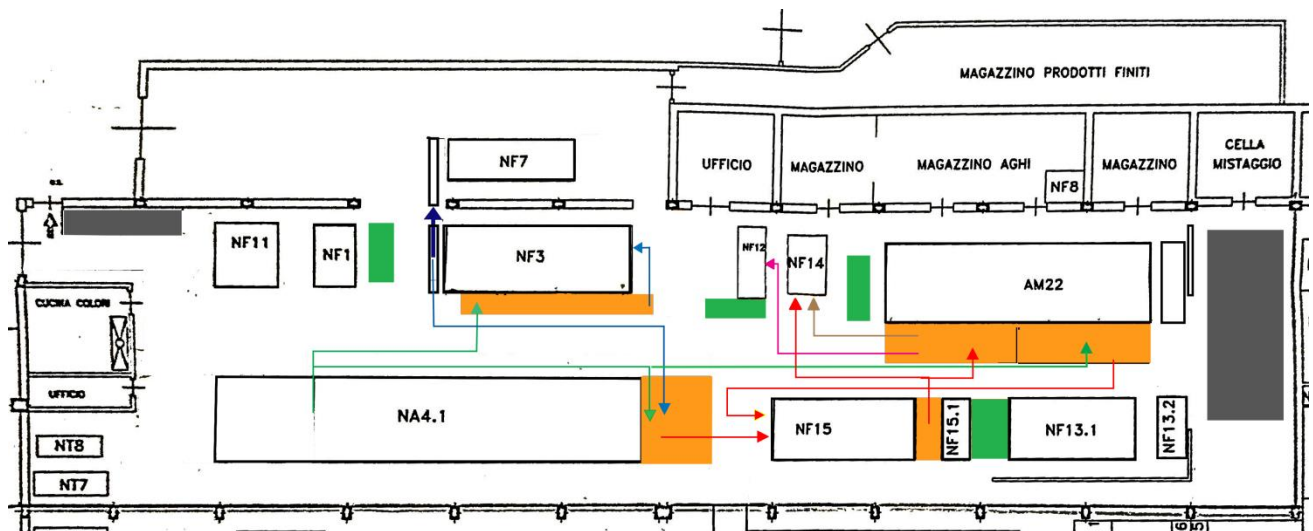


Figura 11: pianta con buffer e flussi di materiali

Una volta conclusa ogni singola lavorazione, il materiale viene posto dagli operatori su dei pallet posizionati nelle zone segnate in arancione. In generale, su ogni pallet vengono sovrapposte pezze dello stesso materiale e che, quindi, subiscono lo stesso tipo di lavorazione (come illustrato in figura 12). È facile osservare che con questo metodo di sovrapposizione dei rotoli viene processato per primo il materiale lavorato per ultimo dalla macchina precedente in quanto, essendo posizionato in cima alla pila, è più facile da prendere.

Tuttavia, può accadere che, a seguito della fase di asciugatura, l'operatore si accorga che una o più pezze facenti parte dello stesso lotto e posizionate in cima alla pila, abbiano un problema di difettosità del materiale. In tale caso l'operatore sarà costretto a processare prima le pezze che si trovano in fondo alla pila e quindi a spostare un gran numero di rotoli, con una conseguente perdita di tempo nonché di produttività in quanto questa operazione viene svolta a macchina spenta.



Figura 12: pila di pezze da processare su un pallet.

All'interno dell'impianto il materiale da lavorare o già lavorato può essere spostato tramite strumenti differenti in quanto le pezze possono avere una dimensione molto diversa a seconda del processo appena subito. Gli strumenti utilizzati sono: i pallet (Figura 13), i carrelli (figura 14) o i muletti (figura 15).

Infatti, la pezza appena tinta sarà bagnata e verrà quindi trasportata in un apposito carrello rivestito di teli in plastica (figura 14b) mentre, poiché durante la fase di asciugatura subisce un allargamento pilotato divenendo quindi di dimensioni maggiori, essa verrà trasportata su un carrello nel buffer, che è posizionato dietro l'asciugatrice o accanto al vaporizzo.

Da qui, la pezza verrà in seguito spostata tramite un muletto o verso il vaporizzo o verso lo sperotto che srotola le pezze le quali verranno così trasportate su pallet alle altre lavorazioni, come si può vedere dalla figura 13.



Figura 13: pallet con pezze nell'impianto Piegatrice.



(a)



(b)

Figura 14: carrello con pezza impianto Asciugatrice.



Figura 15: muletto.

Bisogna osservare che lo spazio tra le macchine è sufficiente solo al passaggio di un muletto, cosicché se un operatore è intento a spostare del materiale, il collega dovrà aspettare che questo abbia finito per movimentare a sua volta dell'altro materiale. Ciò comporta una temporanea sospensione dell'attività produttiva con un inutile dispendio di tempo ed è chiaramente legato all'assenza, all'interno dell'impianto, di buffer individuali per ogni singola macchina.



(a)



(b)

Figura 16: *buffer all'interno dello stabilimento.*

La Figura 16 mostra come appaiono nella realtà i buffer sopra citati.

Inoltre, nell'immagine 16a in basso a destra sono evidenziati i cassoni che, a fine del ciclo produttivo, vengono riempiti con il materiale pronto alla spedizione.

Una volta riempiti, vengono "chiusi" (figura 17b) e trasportati nel reparto spedizione o in una zona dedicata al coperto fuori dall'edificio. Queste operazioni sono tra quelle attività che hanno durata più lunga anche se incidono sui tempi di logistica solo di alcune

macchine, in particolar modo della piegatrice e della taglierina, in quanto questi spesso sono gli ultimi due passaggi del processo produttivo.

Quando invece i cassoni non sono in uso, sono collocati chiusi all'esterno dell'edificio (figura 17a) ed all'occorrenza vengono trasportati all'interno, puliti e rivestiti con teli di plastica. Tale movimentazione avviene con l'ausilio del muletto ed occupando ancora una volta l'intero passaggio, cosicché ai fini dello spostamento delle pezze, gli operatori dovranno controllare non soltanto se lo spazio è occupato da altri strumenti di spostamento ma anche dal muletto che muove il cassone.



(a)



(b)

Figura 17: cassoni.

7. Analisi dati

Una volta esaurita la fase concernente la raccolta dei dati, si è proceduto all'analisi degli stessi.

A tal fine, è stato necessario separare le macro categorie precedentemente illustrate (lavorazione, attività ausiliarie alla lavorazione, attività di logistica, pause, scambio di informazioni, fermi macchina dovuti a difettosità e dovuti a problemi tecnici) poiché solo in tal modo è stato possibile studiarle separatamente così da individuare ed eliminare i dati non utili ai fini del presente elaborato.

In primo luogo, infatti, sono state escluse le pause inaspettate ed i fermi dovuti a problemi tecnici, poiché entrambi rappresentano eventi casuali non concernenti la nostra analisi.

Le pause programmate, invece, non sono state oggetto di considerazione in quanto tempi di riposo previsti dal contratto di lavoro in favore del personale.

Per quanto riguarda i fermo macchina dovuti a difetti e lo scambio di informazioni si è eseguito uno studio più approfondito, schematizzandone i processi decisionali (Grafici 2,3).

Il primo grafico mostra come avviene il passaggio di informazioni tra i responsabili ed i dipendenti e tra i dipendenti stessi. Si è deciso di dividere i dipendenti tra esperti e meno esperti, in quanto si è notato, al sorgere di un problema (come ad esempio un dubbio su come gestire la presenza di una particolare difettosità del materiale) che quest'ultimi tendono più frequentemente a rivolgersi prima ai dipendenti più esperti e soltanto in caso di esito infruttuoso ai responsabili.

Per quanto riguarda i responsabili, questi sono stati distinti in base al settore in cui operano. In generale, il responsabile di produzione dà indicazioni circa il lavoro da svolgere in modo da coordinare al meglio l'intera produzione. Il responsabile della qualità, nella maggior parte dei casi, viene chiamato dagli stessi operatori in quanto nell'ipotesi di difetti gravi del materiale lavorato è necessario che le decisioni (quali, ad esempio, mettere le pezze danneggiate come seconda scelta, trattare con il cliente, rilavorare o eliminare il prodotto) vengano prese ad un più alto livello di responsabilità. Tale processo decisionale è stato schematizzato in seguito nel grafico 3.

In particolare il responsabile della qualità, a seguito di una richiesta di intervento, può decidere di:

- Mettere la pezza danneggiata come seconda scelta: a questo punto l'operatore dovrà fare le fotocopie della documentazione ed allegarle alla pezza in questione (così da ottenere la tracciabilità costante di ogni singola pezza) e metterla da parte. In seguito la documentazione verrà caricata a sistema e la pezza sarà disponibile per la vendita.
- Ripetere una o più lavorazioni in modo da eliminare o ridurre il difetto: a questo scopo l'operatore sposterà la pezza in prossimità dell'altra macchina con un biglietto allegato per il collega con le indicazioni del responsabile della qualità.
- Far proseguire la lavorazione in quanto il difetto non è ritenuto grave.
- Far mettere la pezza da parte in attesa di informare il cliente del difetto e di ottenere un suo riscontro.
- Scartare la pezza.

Infine, le informazioni richieste dal responsabile delle spedizioni riguardano lo stato e le tempistiche dei lavori in corso ai fini dello smaltimento degli ordini.

Durante le osservazioni si è notato che gli operatori comunicavano tra loro tra una lavorazione e l'altra per un miglior coordinamento, evitando così fermi macchina dovuti ad attese di materiale da lavorare e un accumulo eccessivo del materiale su alcune macchine. Queste comunicazioni sono rese necessarie dal fatto che non tutte le macchine hanno un operatore fisso (ad eccezione dell'Asciugatrice e dello Sperotto), ma in genere gli operatori possono, se necessario, cambiare postazione durante il loro turno di lavoro. Questo processo decisionale è schematizzato nel grafico 4. Inoltre, dato che la giornata lavorativa è divisa su due turni, generalmente vi è un momento di scambio informazioni tra gli operatori della mattina e quelli del turno di pomeriggio.

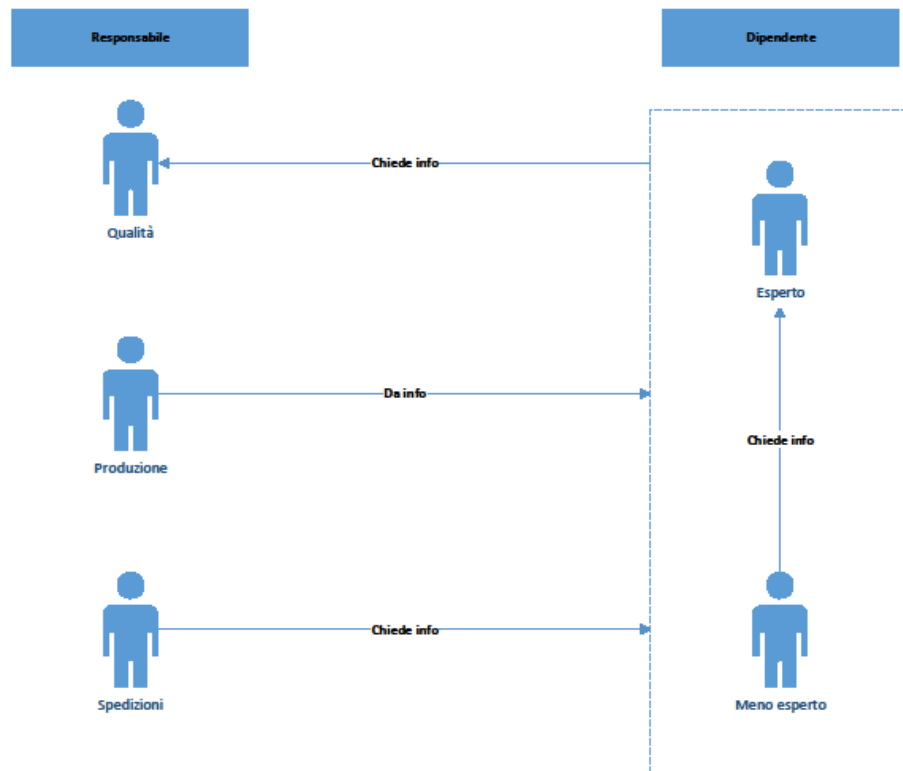


Grafico 2: scambio di informazioni tra il personale.

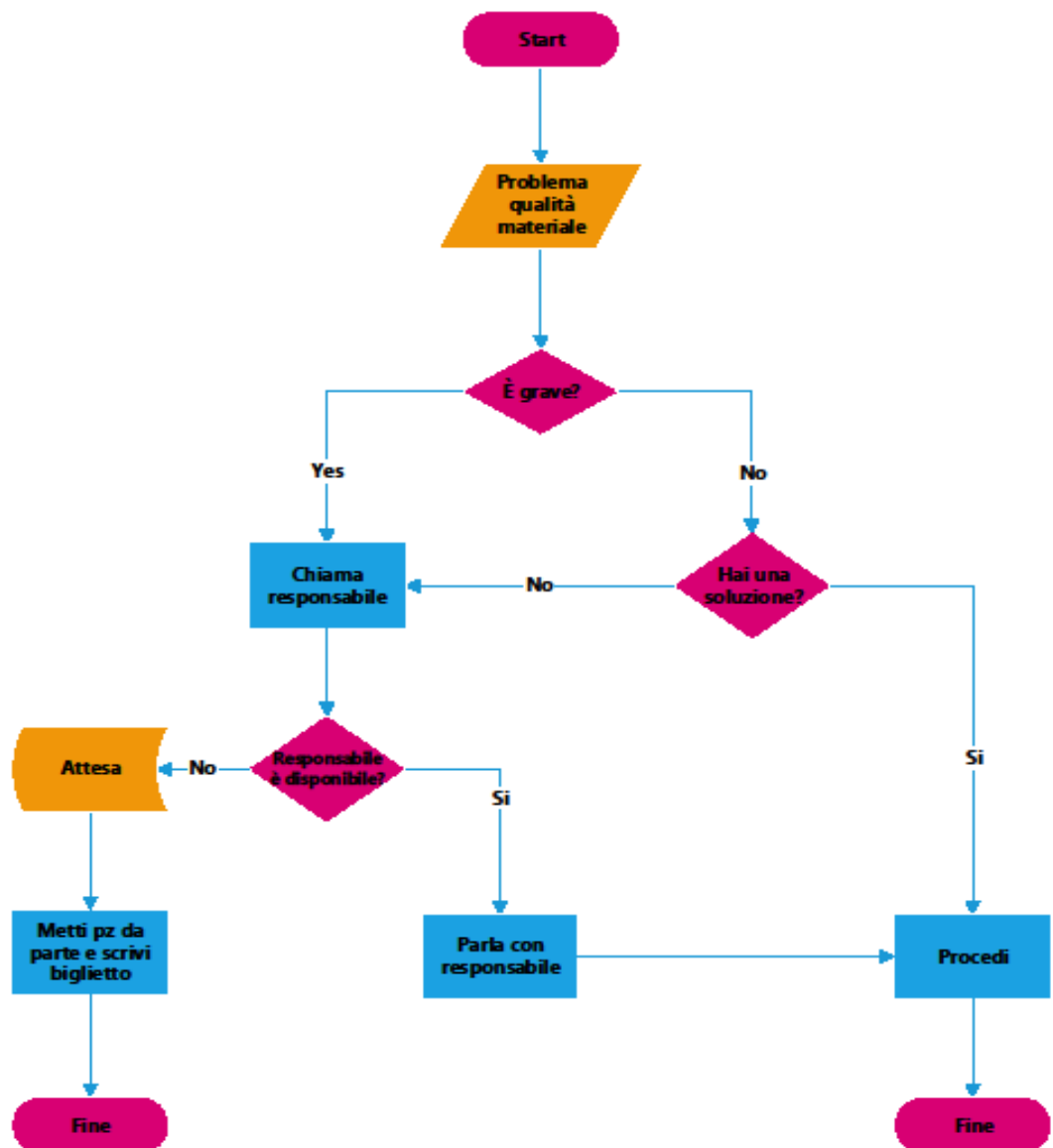


Grafico 3: processo decisionale qualora si presentino problema di qualità gravi.

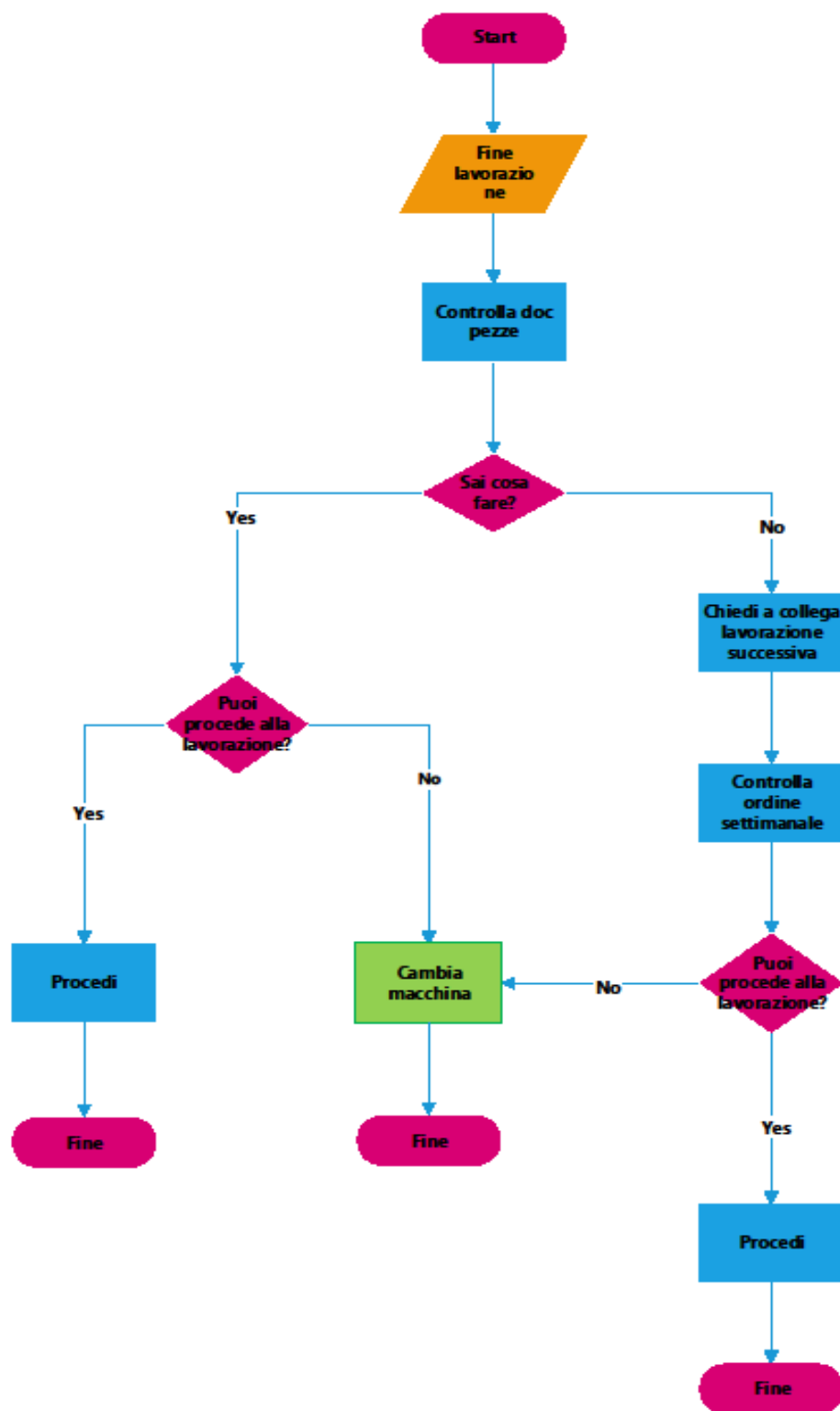


Grafico 4: processo decisionale a fine di una lavorazione.

Visto che, come detto in precedenza, dall'analisi è emerso che gli scambi di informazioni sono frequenti (anche se di breve durata), si è deciso di considerare questa macro categoria nelle fasi successive.

Una volta separate le macro categorie ed escluse alcune di queste (fermi dovuti a difetti, a problemi tecnici e le pause sia previste che imprevedute) per i motivi citati sopra, si è passato ad analizzarle separatamente. Per analizzare l'attività di lavorazione, come prima cosa si sono sommati i metri lineari lavorati e le durate così da ottenere la lunghezza ed il tempo di lavorazione a pezza. Tale operazione è stata necessaria in quanto in alcuni casi la lavorazione ha subito una o più interruzioni ed è stata ripresa successivamente, come nel caso di piccoli difetti facili da eliminare immediatamente una volta individuati.

In seguito è stata calcolata la somma totale dei tempi di lavorazione ed i metri totali di pezza lavorati per ricavarne infine la durata media a metro, come in tabella 3. Le righe in viola nella tabella rappresentano metri difettosi lavorati per cui è stato necessario in seguito l'intervento del responsabile della qualità.

N.	Attività puramente produttive	Metri lavorati (mtl)	Durata (min)
1	lavorazione	40	0.04.54
1	lavorazione	33	0.03.50
1	lavorazione	33	0.03.32
1	lavorazione	33	0.03.44
1	lavorazione	37	0.04.16
1	lavorazione	33	0.03.51
1	lavorazione	3	0.00.40
1	lavorazione	33	0.03.46
1	lavorazione	33	0.03.50
2	lavorazione	46	0.09.50
2	lavorazione	62	0.12.09
2	lavorazione	57	0.10.13
2	lavorazione	62	0.09.45
3	lavorazione	11	0.01.15

3	lavorazione	9	0.01.22
3	lavorazione	11	0.01.20
3	lavorazione	31	0.02.30
3	lavorazione	7	0.00.50
3	lavorazione	10	0.01.05
3	lavorazione	33	0.02.50
3	lavorazione	10	0.01.05
3	lavorazione	7	0.01.52
3	lavorazione	11	0.01.20
3	lavorazione	7	0.00.51
4	lavorazione	52	0.06.10
4	lavorazione	48	0.07.20
4	lavorazione	50	0.08.20
4	lavorazione	50	0.09.33
4	lavorazione	32	0.06.20
4	lavorazione	44	0.07.00
4	lavorazione	46	0.11.00
4	lavorazione	41	0.08.22
4	lavorazione	49	0.08.29
4	lavorazione	43	0.08.51
5	lavorazione	27	0.01.54
5	lavorazione	27	0.02.14
5	lavorazione	27	0.01.44
5	lavorazione	16	0.01.20
5	lavorazione	15	0.01.16
5	lavorazione	16	0.01.41
6	lavorazione	53	0.09.08
6	lavorazione	35	0.05.45
6	lavorazione	22	0.03.25
6	lavorazione	53	0.09.19
6	lavorazione	54	0.08.29

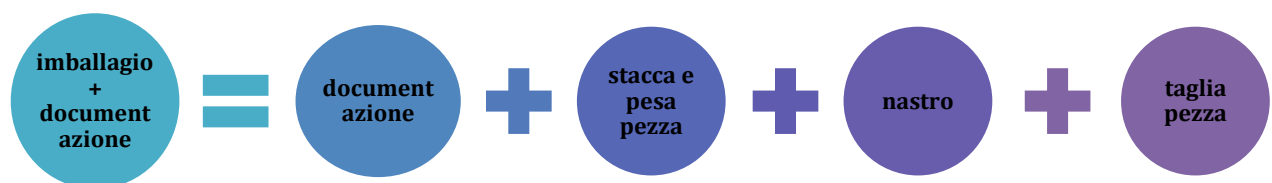
6	lavorazione	54	0.07.44
6	lavorazione	53	0.08.16
	totale	1559	3.54.20
	durata a metro		0.00.09

Tabella 3: esempio analisi dati di lavorazione di tutte le osservazione nell'impianto Taglierina.

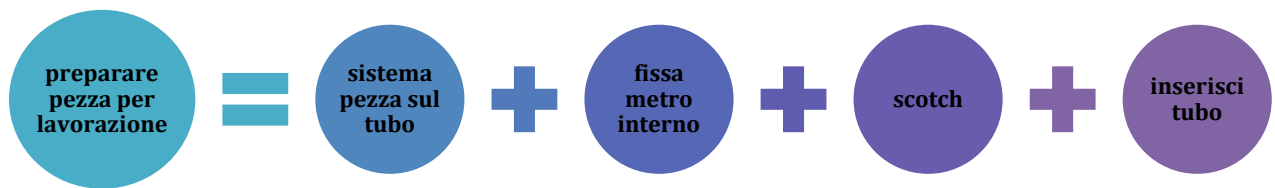
Per quanto riguarda le attività ausiliarie ed ai fini di una semplificazione dell'analisi di esse, è stato necessario accorparle in macro attività (quali "imballaggio e documentazione") aventi una durata complessiva pari alla somma delle durate delle singole attività. Un esempio è riportato nel grafico 5.

Quest'operazione è stata eseguita nel corso della fase di analisi dei dati in quanto le singole attività che compongono le suddette macro attività vengono svolte dall'operatore non con un ordine prestabilito e non di seguito l'una all'altra (ad esempio si è osservato talvolta che l'operatore, dopo aver tagliato la pezza, interrompesse questa attività ausiliaria per svolgerne un'altra di tipo diverso, in quanto solo in quel momento aveva notato la mancanza del nastro o che la pezza da lavorare stava per finire oppure poiché era iniziata la propria pausa programmata). Per semplificare la fase di raccolta dati e per non interferire con il lavoro dell'operatore, si è quindi scelto di cronometrare i tempi delle singole attività separatamente.

Alla fine di questo lavoro di accorpamento si è calcolato il tempo medio della macro attività, come illustrato in tabella 4.



(a)



(b)

Grafico 5: esempio di come sono state raggruppate alcune voci classificate come attività ausiliarie, impianto Taglierina.

Riassunto delle attività Ausiliarie alla Produzione

Attività	Valori Media di Durata (min)
butta scarti	0.01.11
cuci pezza successiva	0.00.47
imballaggio + documentazione	0.03.27
prepara pezza per la lavorazione	0.01.48

Tabella 4: riassunto delle attività ausiliarie necessarie per la lavorazione nell'impianto Taglierina.

Avendo riguardo alla Taglierina, è necessario evidenziare che il tempo ausiliario per la documentazione e l'imballaggio sopra riportato in tabella 4 è quello necessario per lo svolgimento di queste operazioni per una singola pezza finita. Da ciò consegue che, nel caso in cui la Taglierina dovesse tagliare a metà la pezza, le operazioni dovrebbero essere ripetute due distinte volte e quindi il tempo risulterebbe il doppio rispetto a quello sopra indicato.

Nell'ambito del presente lavoro si assumerà che la Taglierina non tagli a metà la pezza per ragioni di semplificazione e poiché si è osservato che tale operazione non viene eseguita con ampia frequenza.

Per quanto concerne le attività di logistica, in aggiunta al calcolo della media delle durate di ciascuna di esse, sono stati evidenziati i tempi minimi ed i tempi massimi per ogni attività, come evidenziato nella tabella 5.

Ciò si è reso necessario in quanto il tempo utile per prendere il pallet o il materiale dipende dalla posizione reciproca tra la postazione di lavoro e il luogo in cui il materiale è stato posizionato da colui che ha effettuato la lavorazione precedente. Inoltre, non essendo presenti dei buffer in input ed in output, è anche possibile che una volta finita una lavorazione l'operatore debba cercare l'altro materiale da lavorare. Da questo consegue che se il materiale è vicino e l'operatore sa già quale pezza deve processare, i tempi per prendere il materiale da lavorare sono pari al minimo, se così non è il tempo di logistica può variare sino al tempo massimo.

Riassunto delle attività di Logistica

Attività	Valori		
	Min di Durata (min)	Max di Durata (min)	Media di Durata (min)
prendi materiale da lavorare	0.00.27	0.02.46	0.01.45
sposta pallet	0.00.11	0.03.00	0.01.00

Tabella 5: riassunto delle attività di logistica, impianto Taglierina.

Alla fine di questa fase è stato possibile schematizzare la successione delle attività svolte dall'operatore in ogni singola macchina ed ottenere così il tempo medio di esecuzione di ciascuna di queste attività. Allegati 6,7,8,9,10.

Invece, per quanto riguarda le attività di scambio di informazioni è stato possibile distinguere soltanto tra scambio di informazioni tra operatori e tra operatore e responsabile e sommare questi due tempi. Si è ottenuta quindi solo l'addizione tra gli stessi e non la media, come si può notare dalla tabella 6.

Riassunto delle attività di scambio informazione

Attività	Valori
	Somma di Durata (min)
parla con collega	0:35:29
parla con responsabile	0:07:42
Totale complessivo	0:43:11

Tabella 6: riassunto delle attività di scambio informazioni, impianto Piegatrice.

8. Analisi costi

La fase dell'analisi dei costi rappresenta uno dei momenti più complessi nell'ambito del presente studio in quanto, ai fini di procedere all'analisi stessa, era in primo luogo necessario ottenere un'unità di misura che fosse conforme per tutte le attività in ciascuna macchina.

Per ottenere il costo annuo delle singole attività è stato necessario ottenere il tempo annuo di quest'ultime. A tal fine, l'operazione posta in essere consiste nella somma dei tempi delle singole attività sopra menzionate, che però dovevano preliminarmente essere portate ad una stessa unità di misura. Infatti, mentre le attività di logistica vengono svolte solo qualora una pezza di semifinito subisca una lavorazione completa, le attività ausiliarie e quelle di lavorazione fanno riferimento, come unità di misura, al singolo rotolo lavorato.

È stato quindi stabilito che l'unità di misura comune a tutte le attività dovesse essere il minuto a pezza da lavorare (o pezza di semifinito) avente una specifica lunghezza media per ogni macchina.

Quest'ultima circostanza si spiega in quanto le pezze in lavorazione non sono tutte del medesimo materiale ed inoltre, dato che durante il ciclo di lavorazione la pezza subisce dei cambiamenti in dimensione, la lunghezza media di semilavorato cambia da macchina a macchina. A titolo esemplificativo, nell'Asciugatrice la larghezza della pezza viene portata a misura prevista con un processo di allargamento pilotato e viene anche allungata nel passaggio tra i rulli dell'impregnatrice con un processo di stiro pilotato, invece nel Vaporizzo e nello Sperotto la pezza si restringe a causa dell'azione del vapore.

Avendo il tempo medio di lavorazione a metro a singola macchina ed il numero medio di metri di semilavorato, è stato possibile calcolare il tempo medio di lavorazione della pezza media di semifinito.

t. lavorazione del semifinito

*= t. medio lavorazione a metro * numero medio di metri di semifinito*

Da qui, riportando il tempo di lavorazione, i tempi medi di logistica e ausiliari si è ottenuto il tempo totale medio necessario affinché una pezza di semifinito venga presa e lavorata ed, in seguito, o messa da parte per la successiva lavorazione oppure imballata e posizionata nel cassone, pronta per essere spedita. Con riguardo ad impianti quali l'Asciugatrice, lo Sperotto ed il Vaporizzo, tale calcolo è stato semplice in quanto la pezza durante queste lavorazioni non viene tagliata in pezze più piccole e quindi i tempi sopra calcolati sono già riferiti ad una pezza di semifinito.

Al contrario, per la Taglierina e la Piegatrice si è considerato che da una pezza di semifinito vengono ricavate tre pezze di finito e pertanto, tramite una moltiplicazione, è stato possibile convertire l'unità di misura in minuti a pezza di semifinito in tutte quelle attività che facevano riferimento alle pezze di finito.

Per quanto concerne i tempi di scambio informazione, di cui si era già in possesso dei totali, si è deciso di spalmarli sulla quantità di semifinito lavorata, considerando che la produzione settimanale è costante, in modo tale da ottenere un unità di misura conforme con gli altri tempi.

In tabella 6 è riportato il risultato di tale lavoro.

Asciugatrice

metri di semifinito da lavorare	160
tempo lavorazione a metro	0.00.08
pezze lavorate al giorno	20

tempo di lavorazione (min)	20.10
tempo ausiliario medio (min)	10.10
tempo per logistica medio (min)	4.18
tempo scambio informazioni (min)	1.02

somma tempi (minuti/pz semif.)	35.40
%lavorazione	57%
%ausiliari	29%
%logistica	12%
%info	3%

(a)

Sperotto

metri di semifinito da lavorare	135
tempo lavorazione a metro	0.00.07
pezze lavorate al giorno	13

tempo di lavorazione (min)	15.75
tempo ausiliario medio (min)	4.78
tempo per logistica medio (min)	4.12
tempo scambio informazioni (min)	1.67

(b)

Vaporizzo

metri di semifinito da lavorare	190
tempo lavorazione a metro	0.00.05
pezze lavorate al giorno	6

tempo di lavorazione (min)	16.98
tempo ausiliario medio (min)	20.50
tempo per logistica medio (min)	6.40
tempo scambio informazioni (min)	2.38

(c)

Taglierina

metri di semifinito da lavorare	110
tempo lavorazione a metro	0.00.09
pezze lavorate al giorno	3

tempo di lavorazione (min)	16.53
tempo ausiliario medio (min)	20.08

somma tempi (minuti/pz semif.)	26.32
%lavorazione	60%
%ausiliari	18%
%logistica	16%
%info	6%

somma tempi (minuti/pz semif.)	46.27
%lavorazione	37%
%ausiliari	44%
%logistica	14%
%info	5%

somma tempi (minuti/pz semif.)	47.68
%lavorazione	35%
%ausiliari	42%
%logistica	17%
%info	6%

tempo per logistica medio (min)	8.02
tempo scambio informazioni (min)	3.05

(d)

Piegatrice

metri di semifinito da lavorare	145
tempo lavorazione a metro	0.00.04
pezze lavorate al giorno	8

tempo di lavorazione (min)	8.59
tempo ausiliario medio (min)	16.32
tempo per logistica medio (min)	5.83
tempo scambio informazioni (min)	1.92

somma tempi (minuti/pz semif.)	32.65
%lavorazione	26%
%ausiliari	50%
%logistica	18%
%info	6%

(e)

Tabella 7: tempi necessari per la produzione di una pezza di semilavorato di lunghezza media a macchina.

Grazie ai dati presenti in SAP (è un software ERP, sigla che sta per “Enterprise Resource Planning”, che gestisce ed integra tutti i processi di business rilevanti di un'azienda, ciò vuol dire che è in grado di gestire praticamente tutte le risorse aziendali e di pianificare le attività) è stato possibile estrapolare il numero di pezze medie lavorate al mese in ciascuna macchina e dato che la produzione settimanale è costante, da tale informazione si è facilmente ricavato il numero medio di pezze lavorate al giorno.

In particolare, per gli impianti Asciugatrice, Vaporizzo e Sperotto nei quali le pezze non vengono tagliate in pezze più piccole, il numero di pezze lavorate coincide con il numero di pezze di semifinito da lavorare. Con riguardo agli impianti Taglierina e Piegatrice, questo numero è stato ricavato considerando che una lunghezza media della pezza lavorata è circa un terzo di quella di semifinito immessi nella macchina per essere lavorata. Così avendo il numero medio di semifinito lavorato al giorno ed i tempi

necessari alla lavorazione, divisi nelle macro categorie, si è calcolato il tempo medio di lavorazione annuo per ogni macchina. I risultati sono riportati in tabella 8.

Asciugatrice	H al giorno	H l'anno
tempo di lavorazione totale	6,73	1.555,40
tempo ausiliario totale	3,37	777,70
tempo logistica totale	1,45	335,34
tempo info totale	0,37	84,70
totale	11,92	2.753,14
(a)		

Sperotto	H al giorno	H l'anno
tempo di lavorazione totale	3,48	802,73
tempo ausiliario totale	1,05	242,94
tempo logistica totale	0,94	215,99
tempo info totale	0,42	96,25
totale	5,88	1.357,90
(b)		

Vaporizzo	H al giorno	H l'anno
tempo di lavorazione totale	1,77	409,64
tempo ausiliario totale	2,05	473,55

tempo logistica totale	0,67	155,54
tempo info totale	0,26	60,83
totale	4,76	1.099,56

(c)

Taglierina	H al giorno	H l'anno
tempo di lavorazione totale	0,88	202,51
tempo ausiliario totale	1,03	236,78
tempo logistica totale	0,405	93,56
tempo info totale	0,17	38,12
totale	2,89	593,98

(d)

Piegatrice	H al giorno	H l'anno
tempo di lavorazione totale	1,20	277,97
tempo ausiliario totale	2,22	512,82
tempo logistica totale	0,83	192,50
tempo info totale	0,28	65,45
Totale	4,54	1.048,74

(e)

Tabella 8: tempo medio di lavorazione giornaliero annuo per ogni macchina.

E' opportuno notare che, oltre alle attività strettamente necessarie alla produzione, gli operatori o le operatrici che lavorano nelle macchine di finitura vera e propria (la Piegatrice e Taglierina) hanno il compito aggiuntivo di prendere il cassone dall'esterno dello stabilimento e prepararlo, in modo tale che una volta riempito, possano chiuderlo e portarlo nell'area di spedizione.

Questo tempo è stato quindi stimato separatamente rispetto alle attività precedenti, calcolando prima il tempo medio necessario al trasporto, alla pulizia ed alla chiusura del cassone ed in seguito considerando che in media vengono spediti dieci cassoni a settimana, si è potuto calcolare il tempo annuo necessario per queste operazioni. I dati sono riportati in tabella 9.

tempo medio misurato per cassone (min)	13.45
Ore al giorno (h)	0,26
Ore l'anno (H)	115,13

Tabella 9: tempo annuo speso dagli operatori per la sistemazione e chiusura del cassone

Il valore così ottenuto deve essere poi sommato al costo annuo per la logistica dell'impianto Piegatrice e di quello della Taglierina, considerando che la Taglierina lavora più lentamente della Piegatrice e quindi riesce a riempire solo un quarto della quantità settimanale dei cassoni spediti. Ciò si può notare tramite il confronto dei tempi di logistica delle due macchine illustrati in tabella 8 e 10.

La spesa annua a macchina è stata ottenuta tramite la lettura dei dati della contabilità.

I costi macchina sono distinti in costi fissi e costi variabili annui. In particolare, i primi sono stati spalmati su tutte le attività mentre i costi variabili (energia e materiale) sono stati allocati esclusivamente all'attività di lavorazione vera e propria (evidenziata in giallo in tabella 10). In seguito, si è proceduto ad aggiungere il costo sostenuto per il personale (calcolato come costo orario di esso per il totale del tempo necessario alla lavorazione annua).

Tale costo è stato quindi trattato come un elemento variabile, poiché esso dipende dal numero di ore di presenza del personale sulla linea, fermo restando che deve essere tenuto distinto dal costo macchina. Ciò si può evincere dai dati riportati in tabella 10.

	Asciugatrice		Sperotto	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
Lavorazione	1,555.40	87,355.93	802.73	28,681.20
Ausiliario	777.70	9,989.59	242.94	2,159.09
Logistica	335.34	4,307.39	215.99	1,919.57
Scambio informazioni	84.70	1,087.98	96.25	855.42
	2,753.14	102,740.89	1,357.90	33,615.27
Costo personale		75,683.68		37,328.53
Totale € all'anno		178,424.57		70,943.81

(a)

	Vaporizzo		Taglierina		Piegatrice	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
Lavorazione	409.64	27,224.47	202.51	12,131.46	277.97	26,783.94
Ausiliario	473.55	6,998.24	236.78	1,252.27	512.82	4,693.21
Logistica	155.54	2,298.61	116.58	616.59	284.61	2,604.66
Scambio informazioni	60.83	898.96	38.12	201.59	65.45	598.98
	1,099.56	37,420.29	593.98	14,201.90	1,140.85	34,680.79
Costo personale		30,226.90		16,328.56		31,361.87
Totale € all'anno		67,647.20		30,530.46		66,042.67

(b)

Tabella 10: costo annuo a macchina.

Sommando i tempi ed i costi annui delle singole macchine si ottiene un totale di circa settemila ore di presenza degli operatori su tutta la linea per un costo annuo di circa quattrocentotredicimila euro, come si può vedere nella tabella 11.

	h all'anno	€ all'anno
Totale	6,945.42	413,588.70

Tabella 11: costo annuo totale.

9. Premessa: la situazione aziendale

Allo stato attuale, la produzione all'interno dell'azienda procede ha ritmi così serrati e continui che il reparto vendite, prima ancora di accettare un ordine e quindi dare una data di consegna al cliente, necessita di una preventiva consultazione con colui che è addetto alla programmazione del processo produttivo.

Per spiegare meglio tale processo è stato realizzato un Activity Diagram, illustrato nel grafico 6.

Un Activity Diagram è una rappresentazione grafica delle attività che serve a modellizzare i processi ed a creare un c.d. workflow aziendale, laddove per “workflow” si intende un modello orchestrato e ripetibile di attività aziendale che si ha qualora una serie di passi avvengono sempre in certo ordine ed con certe regole.

In un Activity Diagram vi sono delle precise convenzioni secondo lo standard UML (Unified Modeling Language):

- L'Activity rappresenta una specifica attività che deve essere svolta all'interno del processo ed è rappresentata da un rettangolo smussato con il nome dell'attività.
- Le frecce orientate indicano la sequenza temporale con cui devono essere effettuate le diverse attività ed inoltre sottolinea come avviene il flusso di dati nel processo in quanto, per eseguire l'attività successiva, si ha bisogno delle informazioni presenti nell'attività precedente. È previsto un simbolo per indicare l'inizio del flusso ed un altro per indicarne il termine. Le attività possono essere anche rese in parallelo ed in questo caso, il punto di divisione (fork) è rappresentato da frecce divergenti rispetto ad un segmento ed il punto di ricongiungimento (join) è reso tramite un segmento su cui le frecce si ricongiungono. Al contrario, se le attività sono alternative, cioè svolte o meno rispetto ad una scelta, il punto di decisione è rappresentato da dei rombi da cui partono i flussi alternativi.
- Il sistema o l'attore responsabile di una determinata attività è rappresentato tramite una descrizione a cui afferisce una porzione dello schema, individuata da una linea verticale (swimlane).

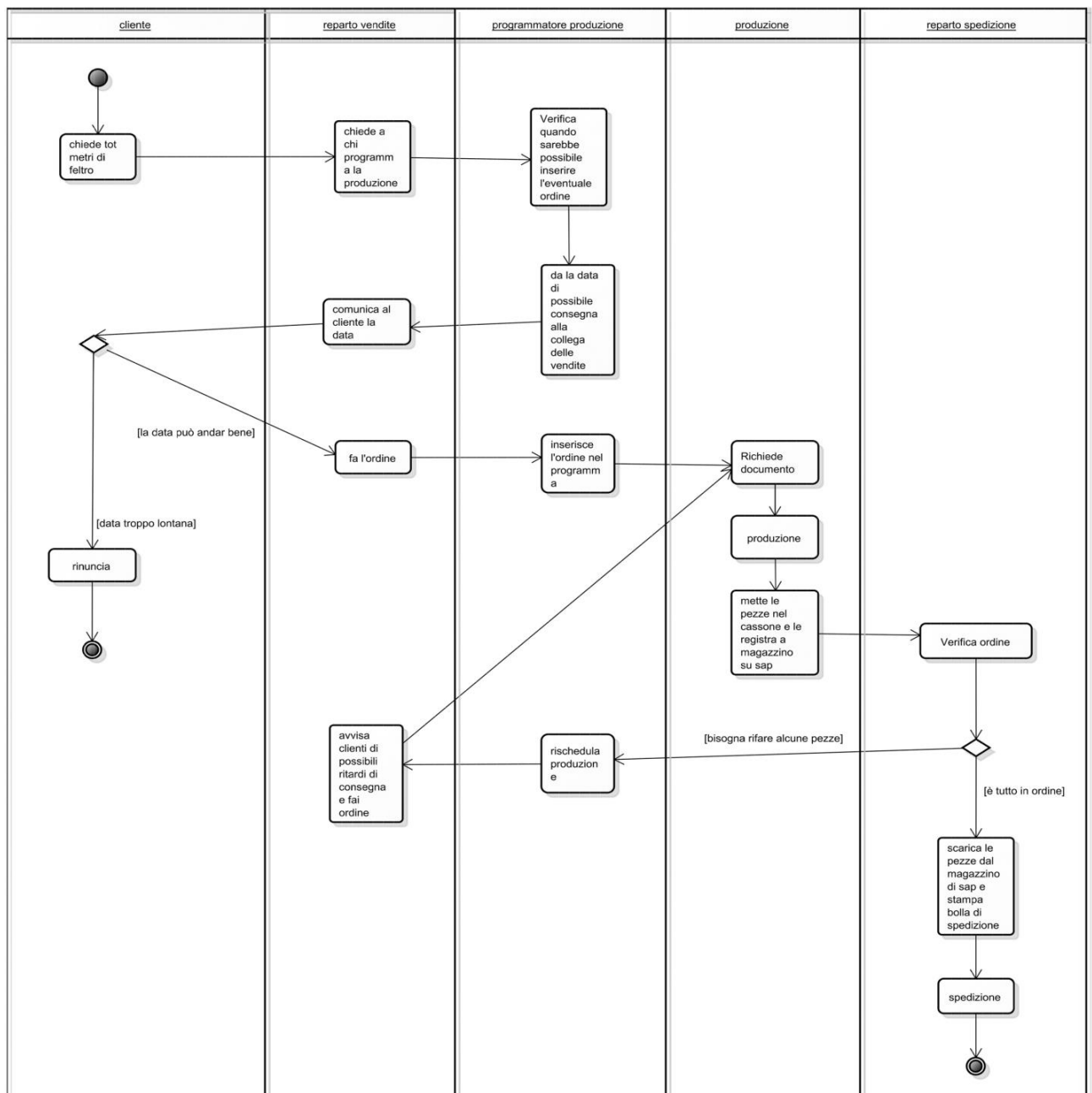


Grafico 6: Activity Diagram.

Come si può notare dal diagramma, per evitare di perdere ordini sarebbe opportuno poter garantire al cliente una data di consegna non troppo distante nel tempo. Ciò è stato confermato anche dal reparto vendite secondo cui sarebbe possibile aumentare la quantità venduta qualora si riducessero i tempi di consegna.

Dal momento che le attività del processo produttivo non possono essere parallelizzate in nessuna maniera, per anticipare la data di consegna si potrebbero ridurre le perdite di

tempo nel processo produttivo ed aumentare quindi la produzione. Assumendo che prima della fase di finitura non vi siano tempi da ottimizzare e che la linea che precede la Rameuse (Asciugatrice) sia capace di sopportare un qualsiasi aumento di produzione ipotizzato, si procederà ad elaborare alcune ipotesi di miglioramento con le rispettive analisi di costi.

10. Proposta alternativa n.1

La prima proposta ipotizzata, al fine ultimo di ridurre i tempi di logistica, è quella di assumere una persona addetta che si occupi di spostare il materiale da lavorare e lavorato, di chiudere i cassoni e di rifornire i macchinari del materiale ausiliario necessario per ogni specifica lavorazione (per esempio rifornire la piegatrice di tubi e/o anime).

Nel suddetto modo, infatti, sarebbe possibile limitare lo spostamento degli operatori dalla loro postazione di lavoro, evitando così gli ingorghi e le attese che oggi si verificano frequentemente (ad esempio nel momento in cui gli stessi prendono l'attrezzatura necessaria per spostare il materiale o qualora devono aspettare che la via venga liberata). L'assunzione di nuovo personale porterebbe quindi a ridurre il numero di attività che i singoli operatori eseguono giornalmente facendo in modo che gli stessi possano impiegare più tempo all'attività legata alla produzione, con un conseguente aumento di quest'ultima.

Per valutare nel concreto la praticabilità della soluzione ipotizzata e la sua convenienza dal punto di vista economico, è stato necessario svolgere delle operazioni di calcolo, tenendo presente che, mentre i costi fissi annui rimangono costanti, un eventuale incremento della produzione implicherebbe necessariamente un aumento dei costi variabili annui, a loro volta strettamente legati alla variazione dei tempi.

La prima operazione posta in essere è stata la ridistribuzione dei tempi di logistica nelle tre categorie restanti poiché, se pur l'operatore è stato privato di questa incombenza, il tempo di presenza del personale sulle singole macchine è rimasto costante.

A tal fine, sono state ricalcolate le percentuali di tempo delle singole categorie sul totale (da intendersi come tempo necessario alla produzione di una pezza di semifinito), ed in base a queste è stato spalmato il vecchio tempo di logistica.

Ad esempio, avendo riguardo all'impianto dell'asciugatrice, si può notare che, eliminando le attività di logistica, la somma dei tempi totali per la produzione di una pezza allocati su un singolo operatore si è ridotta mentre, al contrario, sono aumentate le percentuali dei

tempi di tutte le categorie, con conseguente aumento delle ore annue impiegate dall'operatore per la lavorazione. Quanto detto è illustrato nella tabella 12.

	Situazione attuale	Togliendo le attività di logistica	Situazione attuale	Togliendo le attività di logistica
	Minuti a pezza	Minuti a pezza	Ore annue	Ore annue
Somma tempi	0:35:24	0:31:13	2753.14	2753.14
Lavorazione	56.8%	64.4%	1,555.40	1,771.33
Ausiliario	28.5%	32.35%	777.70	886.19
Logistica	11.8%	0.00%	335.34	-
Scambio info	2.9%	3.25%	84.70	95.61

Tabella 12: aumento della percentuale di tempo necessaria alla produzione di una pezza di semifinito dell'impianto Asciugatrice.

In secondo luogo si è deciso di calcolare quanto materiale in più, in metri lineari, si riuscirebbe a processare togliendo all'operatore il ruolo aggiuntivo di logistico. Tale numero è stato calcolato dividendo la variazione di tempo per la lavorazione per la velocità di lavorazione, cioè usando la formula:

$$\Delta \text{ metri lavorati} = \Delta \text{ minuti di lavoro} / \text{minuti necesasri alla lavorazione di un metro}$$

I costi sono stati invece calcolati con il metodo illustrato in precedenza.

I risultati sono riportati in tabella 13.

	Asciugatrice		Sperotto	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
Lavorazione	1,771.33	99,483.05	955.96	34,156.17
Ausiliario	886,19	11,383.20	289.47	2,572.69
Scambio informazioni	95,61	1,228.16	112.47	999.53
	2,753.14	112,094.42	1,357.90	37,728.39
Costo personale		75,683.68		37,328.53
Totale € all'anno		187,778.10		75,056.92
Delta produzione (mtl)	97,167		78,805	

(a)

	Vaporizzo		Taglierina		Piegatrice	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
Lavorazione	475,90	31.628,25	251,96	15.093,98	370.36	35,686.69
Ausiliario	553,53	8.180,20	294,60	1.558,08	683.28	6,253.20
Scambio informazioni	70,13	1.036,38	47,42	250,81	87.21	798.08
	1,099.56	40,844.82	593,98	16.902,87	1,140.85	42,737.96
Costo personale		30,226.90		16.328,56		31,361.87
Totale € all'anno		71,071.72		33,231.42		74,099.84
Delta produzione (mtl)	47,709		19,781		83,155	

(b)

Tabella 13: costo annuo a macchina che si otterrebbe aumentando la produzione con la prima ipotesi di miglioramento.

Nella ipotesi delineata, le ore necessarie per la logistica sarebbero pari a quelle attuali cui si aggiungono quelle necessarie allo spostamento della produzione aggiuntiva. Tale tempo è stato stimato considerando il nuovo numero di pezze di semifinito prodotte da ciascuna macchina (a sua volta ricavato dividendo il numero di metri lineari prodotti in più

dalle singole macchine per il numero di metri medio di una pezza di semifinito a macchina) e moltiplicandolo per i tempi di spostamento medi.

Tale operazione è stata svolta per ciascuna macchina, per poi sommare i singoli risultati ed ottenere così il tempo di logistica dell'intera linea. A tale risultato è stato infine aggiunto il tempo annuo necessario a spostare tredici cassoni. Tale numero è stato ricavato dall'equazione:

$$\frac{\text{nuovo numero di cassoni}}{\text{nuovo numero di pezze finite}} = \frac{\text{vecchio numero di cassoni}}{\text{vecchio numero di pezze finite}}$$

Posto che la capienza dei cassoni rimane sempre invariata, ne consegue che un incremento della quantità di materiale finito prodotto comporterà necessariamente un aumento la quantità del numero cassoni spediti.

Anche in tale caso, il numero di pezze finite è stato ricavato sulla base del numero di semifinito prodotto in più, considerando che con una pezza di semifinito è possibile produrre tre pezze di finito.

Una volta stimati i tempi di logistica, i relativi costi sono stati calcolati moltiplicando le ore annue per il costo orario di un operatore, ipotizzando che il nuovo addetto avrà un salario orario pari a quello dei suoi colleghi. Infine, facendo la somma dei costi allocati alle singole macchine ed aggiungendo il costo del nuovo personale addetto (che nella tabella è stato nominato "logistico"), si ottiene il costo annuo totale da sostenere che risulta pari circa a quattrocentosettantasettemila euro. Da ciò consegue che, come si può notare dalla tabella riassuntiva numero 14, il costo risulterebbe aumentato di circa sessantaquattromila euro rispetto alla situazione attuale.

	h all'anno	€ all'anno
Totale linea produttiva	6,945.42	441,238
Logistico	1,320.46	36,299.40
Totale	6,945.42	477,537.40
delta	-	63,948.71

Tabella 14: costo annuo totale che si ottiene con la prima ipotesi di miglioramento.

Il valore della produzione, generato secondo le convenzioni della FIR Fulda, è valutato come:

$$\text{valore} = \text{costo} * \text{markup}$$

Facendo un confronto tra la situazione attuale senza logistico e la soluzione alternativa proposta, in termini sia di ore di lavorazione delle macchine, sia di costo che di valore, otteniamo che il rapporto tra il valore generato ed il costo sostenuto aumenta del 2,2%. Tutte le variazioni riguardanti le ore impiegate alla lavorazione, i costi ed il valore generato sono riportati in tabella 15.

	senza logistico	con logistico	delta	aumento %
ORE LAVORATE (H)	3,248.25	3,825.52	577.27	18%
COSTO (C)	413,588.70	477,537.40	63,948.71	15%
VALORE GENERATO (V)	454,947.57	535,799.77	80,852.20	18%
V/C	1.1	1.12	0.022	

Tabella 15: confronto tra la situazione attuale, senza logistico, e con l'inserimento di un logistico rispetto a: costo annuo sostenuto, valore generato e rapporto tra questi.

Tuttavia, è necessario evidenziare che anche l'alternativa proposta implica il sorgere di una problematica, strettamente connessa al fatto che il logistico lavora soltanto per sei ore al giorno distribuite su due turni.

Ciò comporta che nel corso della giornata lavorativa vi saranno dei momenti in cui non avrà materiale da spostare e sarà quindi necessario affidargli altre e diverse mansioni. Considerato che per svolgere le attività di cui è incaricato il logistico deve essere necessariamente a conoscenza di ogni singolo problema di qualità, gli si potrebbe affidare il compito di interfacciarsi con i responsabili della qualità e delle spedizioni.

In tale maniera il tempo di scambio di informazioni tra colleghi aumenterebbe ma quello tra gli operatori ed i responsabili diminuirebbe. Ipotizzando che per gli operatori il tempo dedicato allo scambio di informazioni rimanga invariato, dall'attribuzione di tale ruolo conseguirebbe soltanto un cambiamento della gestione delle informazioni nell'impianto, come illustrato nel grafico 7.

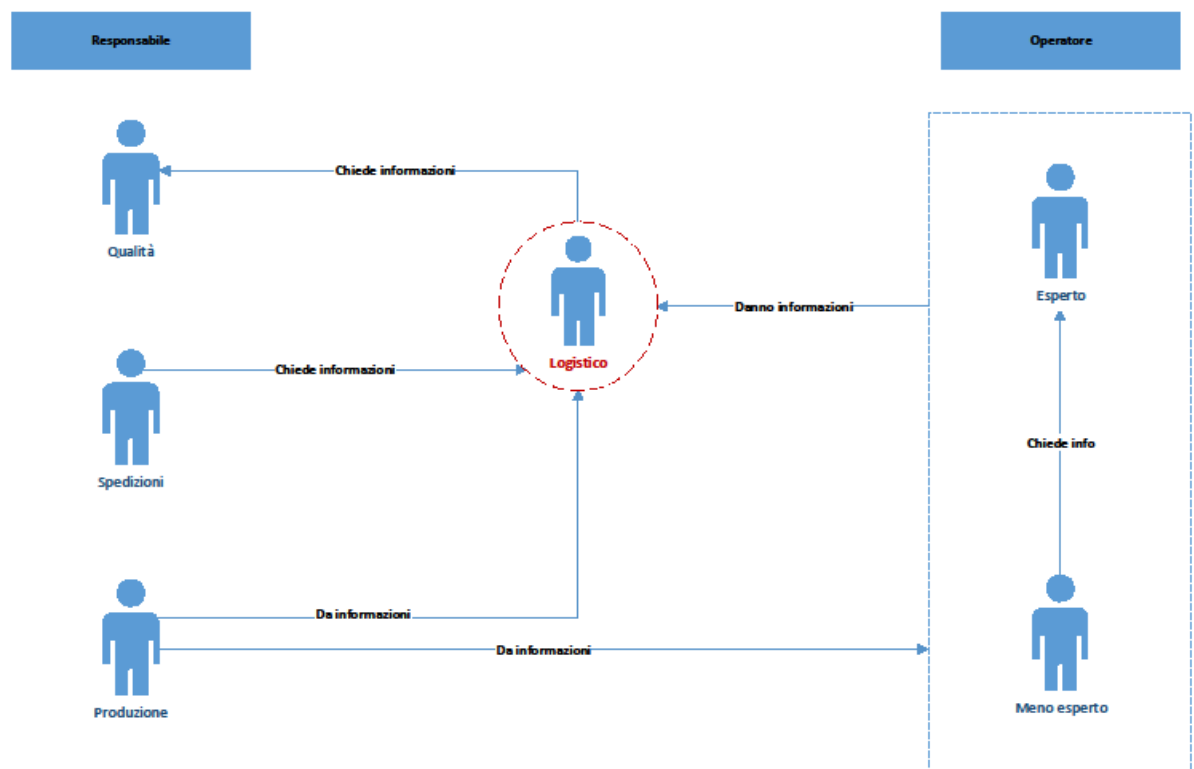


Grafico 7: nuova dinamica di scambio informazioni con l'introduzione di un logistico.

Come si può vedere dal grafico sopra riportato, tutte le informazioni passano attraverso il logistico ad eccezione di quelle riguardanti la produzione (che, in ogni caso, gli vengono regolarmente comunicate).

Inoltre, l'introduzione di una risorsa in più comporta un cambiamento anche con riguardo alle comunicazioni tra gli operatori circa il materiale da lavorare.

Infatti, sebbene persiste lo scambio di informazioni e di aiuto tra colleghi più e meno esperti, il logistico deve essere a conoscenza di qualsiasi informazione riguardante le pezze da lavorare e già lavorate nonché dello *status* in cui si trovano le macchine e delle relative conseguenze su tutto il ciclo produttivo.

Prendendo ad esempio il caso in cui l'asciugatrice finisce le pezze in rayon da lavorare ed inizia quindi a processare il sottocollo, il logistico è tenuto ad informare gli operatori delle postazione successive in modo che questi, se è il caso, si possano spostare da una macchina all'altra ed avviare così la procedura di spegnimento ed accensione delle macchine.

Questo nuovo flusso di informazioni tra colleghi è schematizzato nel grafico 8.

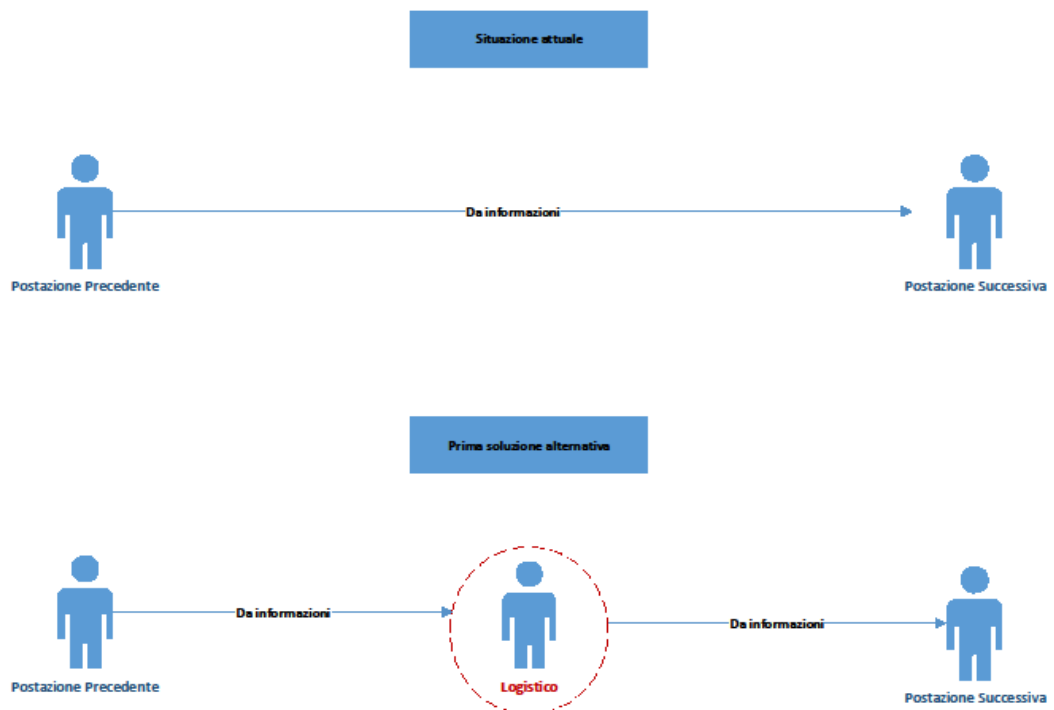


Grafico 8: nuova dinamica di scambio informazioni tra operatori con l'introduzione di un logistico.

In ogni caso, si è calcolato che anche aggiungendo il tempo di scambio informazioni al logistico, il problema non troverebbe una soluzione soddisfacente in quanto questa operazione occuperebbe soltanto circa un'ora e mezza in più al giorno.

Ciò vuol dire che, anche in tale caso, il logistico lavorerebbe per un totale di sette ore e trenta minuti al giorno coprendo soltanto un turno di lavoro ma non due.

Inoltre, aggiungendo altre mansioni rispetto a quelle inizialmente affidate, la presenza del logistico in azienda sarebbe ancor più necessaria.

11. Proposta alternativa n.2

La seconda soluzione prospettata consiste nel creare dei buffer in input ed in output dismettendo l'apritoio, collocando la cucina colore in uno dei magazzini esterni all'edificio e spostando la taglierina e la piegatrice più indietro nel reparto in modo da distanziarle. L'impianto con le suddette modifiche è in figura 18.

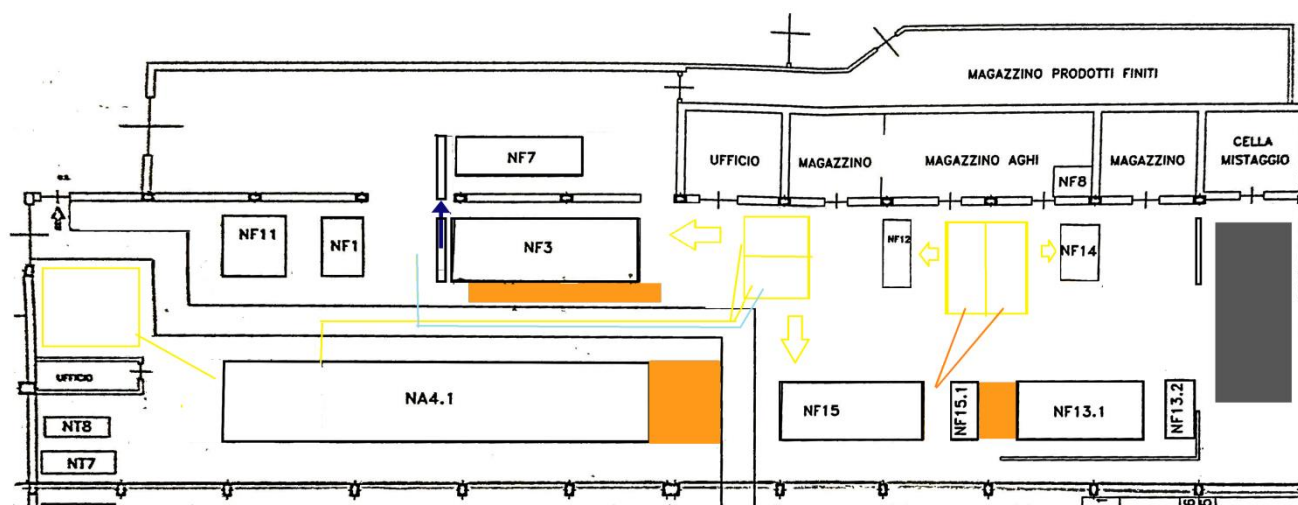


Figura 18: nuovo layout dell'impianto comprendente dei buffer.

In figura sono stati evidenziati in giallo i tre nuovi buffer che si propone di creare: il primo dovrebbe essere destinato al materiale in input dell'asciugatrice (NA4.1), il secondo potrebbe essere dedicato per metà al materiale in input del vaporizzo e per la metà restante a quello dello sperotto, mentre il terzo sarebbe un buffer in output dello sperotto, il quale rifornirebbe in input la taglierina (cui è dedicata la parte sinistra) e la piegatrice (cui è dedicata la parte destra).

Con tale modifica i tempi necessari per la movimentazione del materiale sarebbero pari al minimo dei tempi di logistica (evidenziati in verde nella tabella 5 del capitolo analisi dati) in quanto l'operatore non sarebbe costretto a cercare le pezze da lavorare che, invece, sarebbero vicine alla macchina. Si ipotizza inoltre una riduzione dei tempi di scambio informazioni in quanto verrebbe meno la necessità di consultarsi con i colleghi ai fini

dell'organizzazione del lavoro. Allo stesso modo, risulterebbe superfluo lo scambio di informazione tra un turno e l'altro in quanto gli operatori si regolerebbero autonomamente in base alla quantità di materiale da lavorare presente nei buffer. Tali riduzioni di tempo sono riportati in tabella 16.

Asciugatrice

metri di semifinito da lavorare	160
tempo lavorazione a metro	0:00:08
pezze lavorate al giorno	20

tempo di lavorazione (min)	20.10
tempo ausiliario medio (min)	10.10
tempo per logistica medio (min)	1.55
tempo scambio informazioni (min)	0.78

somma tempi (minuti/pz semif.)	32.53
%lavorazione	62%
%ausiliari	31%
%logistica	5%
%info	2%

(a)

Sperotto

metri di semifinito da lavorare	135
tempo lavorazione a metro	0:00:07
pezze lavorate al giorno	13

tempo di lavorazione (min)	15.75
tempo ausiliario medio (min)	4.78
tempo per logistica medio (min)	2.08
tempo scambio informazioni (min)	0.78

somma tempi (minuti/pz semif.)	23.40
%lavorazione	67%
%ausiliari	20%
%logistica	9%
%info	3%

(b)

Vaporizzo

metri di semifinito da lavorare	190
tempo lavorazione a metro	0:00:05
pezze lavorate al giorno	6

tempo di lavorazione (min)	16.98
tempo ausiliario medio (min)	20.50
tempo per logistica medio (min)	2.25
tempo scambio informazioni (min)	2.23

somma tempi (minuti/pz semif.)	41.97
%lavorazione	40%
%ausiliari	49%
%logistica	5%
%info	5%

(c)

Taglierina

metri di semifinito da lavorare	110
tempo lavorazione a metro	0:00:09
pezze lavorate al giorno	3

tempo di lavorazione (min)	16.53
tempo ausiliario medio (min)	20.08
tempo per logistica medio (min)	2.43
tempo scambio informazioni (min)	2.78

somma tempi (minuti/pz semif.)	41.83
%lavorazione	40%
%ausiliari	48%
%logistica	6%
%info	7%

(d)

Piegatrice

metri di semifinito da lavorare	145
tempo lavorazione a metro	0:00:04
pezze lavorate al giorno	8

tempo di lavorazione (min)	8.59
tempo ausiliario medio (min)	16.32
tempo per logistica medio (min)	1.58
tempo scambio informazioni (min)	0.74

somma tempi (minuti/pz semif.)	27.23
%lavorazione	32%
%ausiliari	60%
%logistica	6%
%info	3%

(e)

Tabella 16: tempi a pezza di semifinito considerando una riduzione dei tempi di logistica e di scambio informazioni dovute alla presenza dei buffer.

I nuovi tempi di scambio informazione a macchina sono stati calcolati sottraendo dalla loro somma totale, (da intendersi come la somma totale dei tempi di scambio osservata ai fini del presente lavoro e specifico oggetto del capitolo dedicato all'analisi dei dati), i tempi di scambio informazione tra colleghi dovuti all'organizzazione del lavoro.

Il risultato così ottenuto è stato, in seguito, ripartito sulla quantità di pezze lavorate dalla singola macchina.

Posto che a fronte della riduzione di tali tempi, la presenza del personale sulla macchina cui è addetto è rimasto costante, si è desunto che da tali riduzioni consegue un aumento della produzione annua.

Al fine di quantificare la suddetta produzione è stato necessario calcolare la differenza tra i tempi annui attuali ed i tempi annui forniti di ipotetici buffer ed, in seguito, spalmare la differenza così ottenuta in base alla nuova percentuale di tempo impiegato. Quanto detto è illustrato in tabella 17.

Asciugatrice

	no buffer	buffer produzione cost	delta	aumento tempi	tempi con buffer
Somma tempi annui	2,753.14	2,540.62	212.52		2,753.14
Tempi lavorazione	1,555.40	1,555.40	0.00	131.3	1,686.74
Tempi ausiliari	777.70	777.70	0.00	66.0	843.69
Tempi logistica	335.34	136.29	199.05	10.1	146.39
Tempi scambio info	84.70	71.23	13.48	5.1	76.32

(a)

Sperotto

	no buffer	buffer produzione cost	delta	aumento tempi	tempi con buffer
Somma tempi annui	1,357.90	1,194.27	163.63		1,357.90
Tempi lavorazione	802.73	802.73	0.00	110.1	912.86
Tempi ausiliari	242.94	242.94	0.00	33.4	276.38
Tempi logistica	215.99	105.88	110.11	14.6	120.44
Tempi scambio info	96.25	42.74	53.52	5.5	48.21

(b)

Vaporizzo

	no buffer	buffer produzione cost	delta	aumento tempi	tempi con buffer
Somma tempi annui	1,099.56	1,004.08	95.48		1,099.56

Tempi lavorazione	409.64	409.64	0.00	38.6	448.28
Tempi ausiliari	473.55	473.55	0.00	46.6	520.19
Tempi logistica	155.54	61.60	93.94	5.1	66.72
Tempi scambio info	60.83	59.29	1.54	5.1	64.37

(c)

Taglierina

	no buffer	buffer produzione cost	delta	aumento tempi	tempi con buffer
Somma tempi annui	570.96	505.31	65.64		570.96
Tempi lavorazione	202.51	202.51	0.00	25.9	228.45
Tempi ausiliari	236.78	236.78	0.00	31.5	268.29
Tempi logistica	93.56	33.88	59.68	3.8	37.70
Tempi scambio info	38.12	32.15	5.97	4.4	36.51

(d)

Piegatrice

	no buffer	buffer produzione cost	delta	aumento tempi	tempi con buffer
Somma tempi annui	1,048.74	893.59	155.16		1,048.74
Tempi lavorazione	277.97	277.97	0.00	48.9	326.90
Tempi ausiliari	512.82	512.82	0.00	93.0	605.79
Tempi logistica	192.50	61.60	130.90	9.0	70.62
Tempi scambio info	65.45	41.20	24.26	4.2	45.43

(e)

Tabella 17: tempi annui con l'inserimento di buffer aumentando la produzione.

Una volta ricalcolati i tempi annui a singola macchina, l'idea era quella di aggiungere i tempi necessari per lo spostamento, la pulizia e la chiusura del cassone ai tempi annui di logistica degli impianti taglierina e piegatrice.

Tuttavia, alla luce dell'aumento di produzione previsto, si è considerato che sarebbe stato necessario solo un cassone in più a settimana e dal momento che la piegatrice è un impianto che produce un numero maggiore di pezze rispetto alla taglierina, si è deciso di allocare questo costo aggiuntivo soltanto ad essa. A tal fine, l'aumento del tempo necessario allo spostamento ed alla chiusura dei cassoni è stato sommato al tempo annuo di logistica della piegatrice.

Moltiplicando i tempi per i costi fissi orari ed i costi variabili orari (precedentemente estrapolati da SAP) ed aggiungendo il costo del personale, si ottiene il costo annuo a singola macchina. I risultati sono riportati in tabella 18.

	asciugatrice		sperotto	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
lavorazione	1,686.74	94,732.36	912.86	32,616.20
ausiliario	843.69	10,837.27	276.38	2,456.35
logistica	146.39	1,880.33	120.44	1,070.44
scambio info	76.32	980.30	48.21	428.49
totale	2,753.14	108,430.26	1,357.90	36,571.47
costo personale		75,683.68		37,328.53
totale € all'anno		184,113.94		73,900.01
delta produzione (mtl)	59,103		56,64	

(a)

	vaporizzo		taglierina		piegatrice	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
lavorazione	448.28	29,792.51	228.45	13,685.90	326.90	31,468.67
ausiliario	520.19	7,687.49	268.29	1,418.94	605.79	5,488.64
logistica	66.72	985.99	60.72	321.17	174.24	1,578.69
scambio info	64.37	951.29	36.51	193.12	45.43	411.63
totale	1,099.56	39,417.29	593.98	15,618.87	1,152.36	38,947.63
costo personale		30,226.90		16,328.56		31,678.38

totale € all'anno	69,644.19	31,947.43	70,628.00
delta produzione (mtl)	27,821	10,378	44,037

(b)

Tabella 18: tempi annui e costi annui che si avrebbero aumentandola produzione con la presenza di buffer.

Con la soluzione appena descritta si ottiene un aumento sia di costo annuo che di valore generato, il cui rapporto è pari all'otto per cento. I risultati sono riportati in tabella 19.

	senza buffer	buffer	delta	aumento %
H LAVORATE	3,248.25	3,603.23	354.99	11%
COSTO	413,588.70	430,231.57	16,747.18	4%
VALORE	454,947.57	504,539.44	49,706.61	11%
V/C	1.1	1.17	7%	

Tabella 19: confronto tra la situazione attuale, senza buffer, e la seconda proposta di miglioramento, con buffer, rispetto al costo annuo sostenuto, al valore annuo generato ed il rapporto tra questi due valori.

A tal punto, è necessario rilevare che mentre la prima proposta alternativa poteva considerarsi conclusa una volta ottenuto un valore sul costo che fosse maggiore dell'attuale, in questo caso si deve invece considerare l'investimento (tra l'altro non indifferente) cui si è andati incontro per lo spostamento dei macchinari (Tabella 20).

Spostare/eliminare	Costo (€)
Taglierina	1,000
Piegarice	2,000
Apritoio	13,000
Reparto colore	30,000
Totale	46,000

Tabella 20: costo spostamento singoli macchinari e totale investimento.

Considerando che per attuare questa soluzione è necessario un investimento al fine di spostare i macchinari e creare i buffer sopra citati, si è deciso di calcolare il tempo di ritorno dell'investimento (cioè il numero minimo N di anni di esercizio per cui risulta $VAN_n \geq 0$ ¹), usando la formula del VAN semplificata, ovvero con i tassi pari a 0, ipotizzando che i flussi di cassa saranno costanti nel tempo:

$$VAN_n = -I + N(R_0 - C_0)$$

Dove, nel caso in esame le sigle stanno per:

$I = \text{investimento}$

$R_0 = \Delta \text{valore} = \text{valore con il buffer} - \text{valore senza buffer}$

$C_0 = \Delta \text{costo} = \text{costo con buffer} - \text{costo senza buffer}$

Da cui, ponendo il $Van = 0$ si ricava:

$$N = I / (R_0 - C_0)$$

Sostituendo nella formula di N_0 si ottiene:

$$N_0 = 1,40$$

Ciò vuol dire che il tempo di ritorno dell'investimento è poco più di un anno e quindi che l'investimento non è da considerarsi rischioso.

Riportando su un grafico l'aumento dei flussi di cassa attesi si ottiene:

¹ In economia il **valore attuale netto** (in sigla VAN) è una metodologia tramite cui si definisce il valore attuale (in italiano abbreviato VAN, in inglese NPV da *Net Present Value*, con simbolo w) di una serie attesa di flussi di cassa (ricostruzione della differenza tra tutte le entrate e le uscite monetarie di una azienda o di un progetto nell'arco del periodo di analisi) non solo sommandoli contabilmente, ma attualizzandoli sulla base del tasso di rendimento (costo opportunità dei mezzi propri). Esso si calcola come la sommatoria dei flussi finanziari al tempo t diviso uno più il tasso di interesse elevato a t : $VAN = \sum_{t=0}^n C_t / (1 + i)^t$

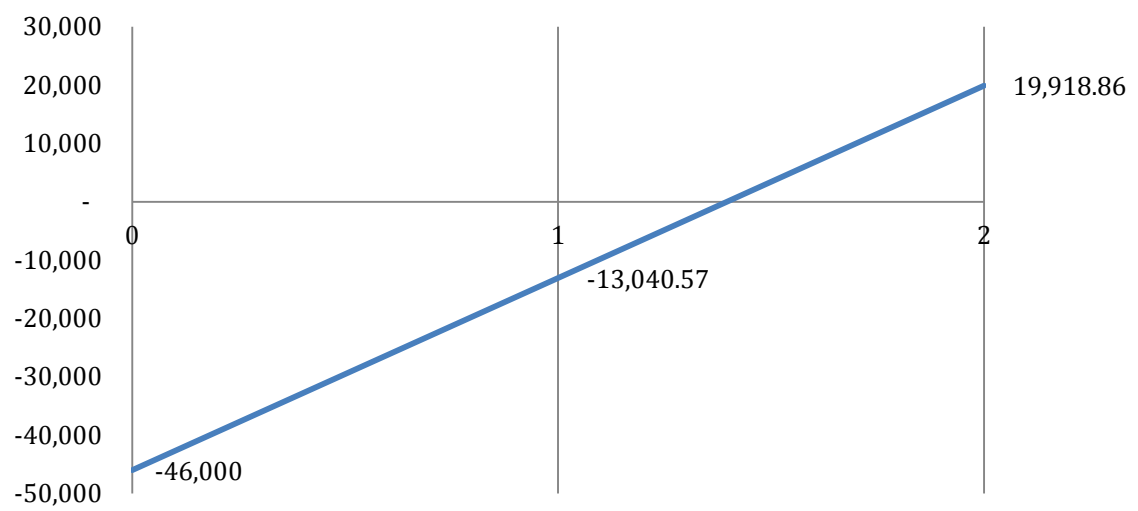


Grafico 9: andamento della variazione dei flussi di cassa facendo l'investimento.

12. Proposta alternativa n.3

Un'altra possibile soluzione alternativa sarebbe quella di ridurre i tempi ausiliari inserendo una risorsa in più che si occupi di imballare e documentare le pezze finite, cioè quelle uscenti dall'impianto Taglierina e Piegatrice. La postazione del nuovo addetto è riportata con un cerchio rosso tratteggiato in figura 19.

Per quanto riguarda gli altri impianti si è deciso di ridurre i tempi di inefficienza adottando dei buffer in input e/o in output, come illustrato in figura 19.

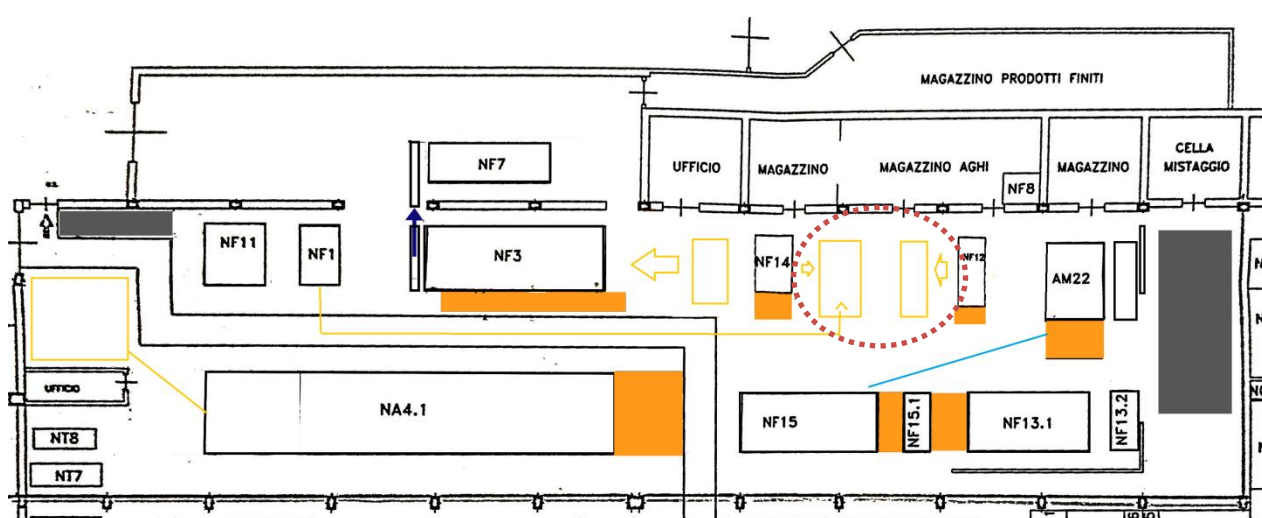


Figura 19: nuovo layout con i buffer e la postazione per un addetto all'imballaggio.

Si è deciso di:

- spostare solo la taglierina in quanto accanto alla piegatrice la postazione di imballaggio e documentazione risulta più conveniente, creando un buffer in input per il vaporizzo;
- Eliminare solo una parte dell'apritoio (AM22) in quanto non sarà più necessario tanto spazio per la movimentazione del materiale;
- Dedicare allo sperotto tutto il buffer accanto all'apritoio;
- Mantenere il buffer per l'asciugatrice.

Con queste modifiche i tempi necessari alla lavorazione di una pezza di semifinito diventano i seguenti:

Asciugatrice

metri di semifinito da lavorare	160
tempo lavorazione a metro	0:00:08
pezze lavorate al giorno	20

tempo di lavorazione (min)	20.10
tempo ausiliario medio (min)	10.10
tempo per logistica medio (min)	1.55
tempo scambio informazioni (min)	0.78

somma tempi (minuti/pz semif.)	32.53
%lavorazione	62%
%ausiliari	31%
%logistica	5%
%info	2%

(a)

Sperotto

metri di semifinito da lavorare	135
tempo lavorazione a metro	0:00:07
pezze lavorate al giorno	13

tempo di lavorazione (min)	15.75
tempo ausiliario medio (min)	4.78
tempo per logistica medio (min)	2.08
tempo scambio informazioni (min)	0.78

somma tempi (minuti/pz semif.)	23.40
%lavorazione	67%
%ausiliari	20%
%logistica	9%
%info	3%

(b)

Vaporizzo

metri di semifinito da lavorare	190
tempo lavorazione a metro	0:00:05
pezze lavorate al giorno	6

tempo di lavorazione (min)	16.98
tempo ausiliario medio (min)	20.50
tempo per logistica medio (min)	2.25
tempo scambio informazioni (min)	2.23

somma tempi (minuti/pz semif.)	41.97
%lavorazione	40%
%ausiliari	49%
%logistica	5%
%info	5%

(c)

Taglierina

metri di semifinito da lavorare	110
tempo lavorazione a metro	0:00:09
pezze lavorate al giorno	3

tempo di lavorazione (min)	16.53
tempo ausiliario medio (min)	9.78
tempo per logistica medio (min)	2.43
tempo scambio informazioni (min)	2.78

somma tempi (minuti/pz semif.)	31.53
%lavorazione	52%
%ausiliari	31%
%logistica	8%
%info	9%

(d)

Piegatrice

metri di semifinito da lavorare	145
tempo lavorazione a metro	0:00:04
pezze lavorate al giorno	8

tempo di lavorazione (min)	8.59
tempo ausiliario medio (min)	6.82
tempo per logistica medio (min)	1.58
tempo scambio informazioni (min)	0.74

somma tempi (minuti/pz semif.)	17.73
%lavorazione	48%
%ausiliari	38%
%logistica	9%
%info	4%

(e)

Tabella 21: tempi a pezza di semifinito considerando la riduzione dei tempi di inefficienza grazie alla presenza di buffer e all'inserimento di una risorsa in più.

A seguito della valutazione delle nuove tempistiche a pezza di semilavorato, si è rilevato che mentre per l'Asciugatrice, il Vaporizzo e lo Sperotto queste risultano identiche a quelle dell'alternativa precedentemente analizzata, per gli impianti Taglierina e Piegatrice i tempi vengono invece ridotti grazie alla presenza della nuova risorsa.

È stato quindi possibile distribuire le ore annue eccedenti tra le attività necessarie alla produzione, con conseguente aumento di quest'ultima. Quanto detto è riportato in tabella 22.

Taglierina

	attuale	alternativa produzione cost	delta	aumento tempi	tempi con aumento produzione
tempo annuo (h)	570.96	388.27	182.69		570.96
lavorazione (h)	202.51	202.51	0.00	95.8	298.30
ausiliari (h)	236.78	119.74	117.05	56.7	176.41
logistica (h)	93.56	33.88	59.68	14.1	47.98
scambio informazioni (h)	38.12	32.15	5.97	16.1	48.27

(a)

Piegatrice

	attuale	alternativa produzione cost	delta	aumento tempi	tempi con aumento produzione
tempo annuo (h)	1,048.74	601.37	447.37		1,048.74
lavorazione (h)	277.97	277.97	0.00	216.7	494.62
ausiliari (h)	512.82	220.61	292.22	172.0	392.62
logistica (h)	192.50	61.60	130.90	39.9	101.54
scambio informazioni (h)	65.45	41.20	24.26	18.8	59.95

(b)

Tabella 22: distribuzione tempo annuo con l'impiego di buffer e di una risorsa in più impianto Taglierina e Piegatrice.

Calcolando il numero di pezzi di semifinito che si riuscirebbero a lavorare al giorno adottando questa alternativa e confrontandolo con il numero di pezzi lavorate dai macchinari precedenti, si nota la necessità di incrementare ulteriormente la produzione dello Sperotto, così da riuscire a rifornire sia la Taglierina che la Piegatrice. L'aumento delle ore annue dello Sperotto è riportato in tabella 23.

Una volta calcolati i tempi annui relativi ad ogni singola macchina, si è in seguito quantificato il costo totale annuo per ciascuna di esse (tabella 24).

Bisogna osservare che, a differenza degli altri impianti, poiché sono state aumentate le ore annue dello Sperotto, i costi fissi allocati a tale macchinario risultano spalmati su più

ore, con conseguente diminuzione del costo orario. Al contrario per quel che concerne i costi variabili, essi aumenteranno all'aumentare dei tempi di lavorazione.

Sperotto

	attuale	tempi con buffer	ulteriore aumento produzione giornaliera	tempi annui con ulteriore aumento produzione
tempo annuo (h)	1,357.90	1,357.90	2.20	1,866.10
lavorazione (h)	802.73	912.86	1.38	1,230.48
ausiliari (h)	242.94	276.38	0.48	386.11
logistica (h)	215.99	120.44	0.21	168.57
scambio informazioni (h)	96.25	48.21	0.14	80.94

Tabella 23: aumento delle ore annue dovuto alla necessità di aumentare la produzione dell'impianto Sperotto.

	asciugatrice		sperotto	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
lavorazione	1,686.74	94,732.36	1,230.48	40,986.66
ausiliario	843.69	10,837.27	386.11	2,497.01
logistica	146.39	1,880.33	168.57	1,090.15
scambio info	76.32	980.30	80.94	523.43
	2,753.14	108,430.26	1,866.10	45,097.26
costo personale		75,683.68		51,298.95
totale € all'anno		184,113.94		96,396.21
delta produzione (mtl)	59,103		219,989	

(a)

	vaporizzo		taglierina		piegatrice	
	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno	h all'anno	€ all'anno
lavorazione	448.28	29,792.51	310.37	18,592.92	539.23	51,957.36
ausiliario	520.19	7,687.49	183.56	970.81	428.04	3,917.29
logistica	66.72	985.99	49.75	263.14	109.77	1,004.58
scambio info	64.37	951.29	50.30	266.06	63.82	584.03
	1,099.56	39,417.29	593.99	20,092.93	1,140.85	57,463.26
costo personale		30,226.90		16,328.69		31,361.87
totale € all'anno		69,644.19		36,421.62		88,825.14
delta produzione (mtl)	27,821		43,144		235,130	

(b)

Tabella 24: costi annui a macchinario con l'impiego di buffer e di una risorsa in più.

A tale costo totale annuo si è poi aggiunto il costo del personale che si propone di assumere, ottenendo così un totale di circa cinquecentodiciannovemila euro annui. Il totale delle ore e del costo annuo è riportato in tabella 25.

Bisogna osservare che in tal caso vi sarà una variazione sia di costo che di tempo rispetto alla situazione attuale in quanto lo Sperotto presenterà un aumento del totale delle ore annue e la nuova risorsa lavorerà in serie alle macchine e non in parallelo, come nel caso del logistico.

	h all'anno	€ all'anno
totale	7,453.62	475,401.10
persona in più	2,404.71	66,105.48
totale	9,858.33	541,506.58
delta	2,912.92	127,917.88

Tabella 25: ore annue e costo annuo totale e variazione rispetto al caso attuale.

Calcolando l'aumento del valore generato si ottiene:

	attuale	Soluzione alternativa	delta	aumento %
H LAVORATE	3,248.25	4,215.10	966.85	30%
COSTO	403,636.68	541,506.58	127,917.88	31%
VALORE	444,000.35	590,364.69	135,417.12	30%
V/C	1.10	1.09	-1%	

Tabella 26: variazione costi e valore generato aumentando la produzione annua.

Dall'analisi dei dati ricavati, è palese che non si può ravvisare nessuna convenienza nell'adottare tale soluzione in quanto il rapporto valore su costo è inferiore a quello attuale, come si può vedere dalla tabella 26.

Ad ogni modo, per ragioni di completezza espositiva, si è comunque deciso di calcolare il tempo di ritorno dell'investimento, il quale seppur inferiore rispetto al caso precedente, rimane necessario. Infatti l'investimento totale sarà pari a:

Spostare/Eliminare	costo
Taglierina	1,000
Apritoio	8,000
Reparto colore	30,000
Investimento totale	39,000

Tabella 27: investimento al fine di creare buffer ed una postazione per una risorsa in più.

Il tempo di ritorno dell'investimento calcolato con le formule citate nel capitolo precedente sarà pari a:

$$N = 5.20$$

Di seguito è riportato il grafico con i flussi di cassa:

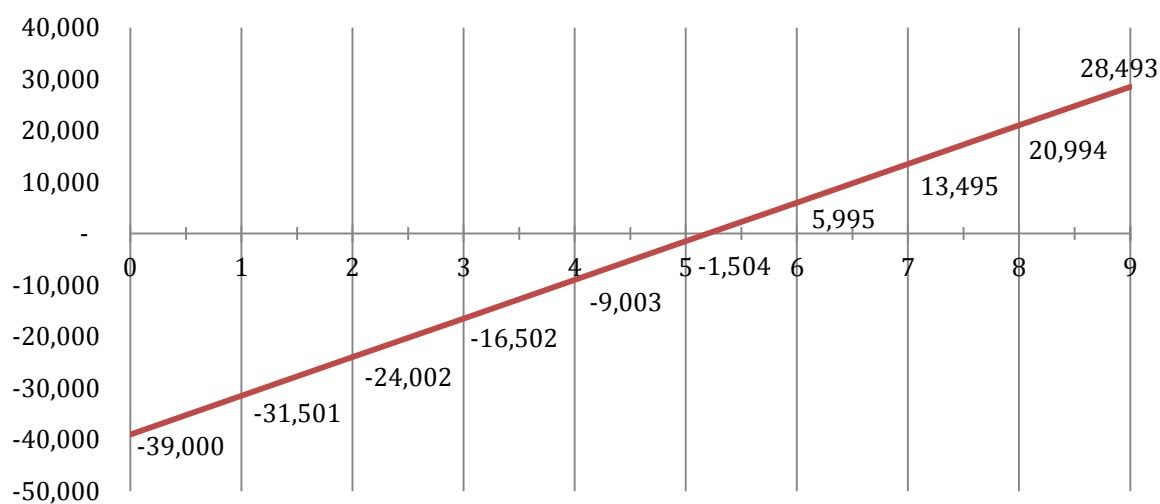


Grafico 10: andamento della variazione dei flussi di cassa a seguito dell'investimento.

Da tale grafico si evince che il tempo di ritorno dell'investimento è pari a poco più di cinque anni ed è quindi molto superiore rispetto alla soluzione spiegata in precedenza. Quando detto costituisce un'ulteriore ragione per cui adottare questa soluzione non risulta conveniente.

13. Conclusioni

Il presente lavoro di tesi è stato basato sull'analisi dei processi produttivi dei macchinari che si trovano all'interno del reparto di finitura e dei flussi logistici ad essi correlati, con l'obiettivo di elaborare delle soluzioni che si pongano come alternative rispetto alla situazione attuale e che possano garantire l'aumento della produzione grazie alla riduzione dei tempi di inefficienza delle macchine.

In particolare, tali opportunità di miglioramento sono stata individuate a seguito di un studio e di un'analisi di tutte le attività eseguite dagli operatori, dei tempi necessari al loro svolgimento, dei relativi costi (allocati su ognuna delle cinque macchine in esame) ed infine, del layout attuale dell'impianto.

L'analisi condotta in questa sede permette quindi di trarre alcune conclusioni in merito alle soluzioni alternative elaborate, al fine ultimo di individuare quella che può essere considerata la scelta maggiormente conveniente. Al riguardo, è parso in primo luogo opportuno ricapitolare le alternative proposte, sottolineando i vantaggi ed gli svantaggi di ognuna di esse.

La **prima soluzione** consiste nell'inserire un operatore in più (il c.d. *logistico*) nel reparto finitura. Questa nuova risorsa si occuperebbe di:

- avvicinare il materiale da lavorare ad ognuna delle cinque macchine del reparto;
- spostare il materiale appena lavorato nei buffer già presenti nell'area o vicino alle macchine se queste sono sprovviste di materiale da lavorare;
- rifornire le macchine di tutto il materiale ausiliario di cui hanno bisogno;
- prendere dall'esterno i cassoni, pulirli ed una volta riempiti, chiuderli e spostarli nel reparto spedizione.

Dall'adozione di tale soluzione si potrebbero ricavare svariati vantaggi, come ad esempio la mancanza di alcun tipo di investimento ed il venir meno della necessità degli spostamenti degli operatori dalla loro postazione (in quanto la logistica viene interamente affidata ad un'unica persona).

Tuttavia, lo svolgimento del lavoro ha portato ad evidenziare anche alcuni svantaggi.

In primo luogo, il logistico è tenuto a controllare più macchine contemporaneamente ed a essere a conoscenza di ogni problema tecnico o di qualità di ogni singola macchina in modo da gestire al meglio il flusso di materiali: ciò potrebbe comportare un aumento del tempo impiegato nello scambio di informazioni.

Inoltre, se consideriamo solo le ore di logistica, il logistico lavorerebbe solo sei ore spalmate su due turni. Come si è visto, affidandogli altre mansioni (come ad esempio il compito di interfacciarsi con i responsabile della qualità e delle spedizioni), non solo non si risolverebbe tale problema in quanto egli lavorerebbe solo circa un turno su due, ma in più ad un aumento delle mansioni corrisponderebbe una maggiore necessità della sua presenza in azienda.

La **seconda soluzione alternativa** proposta consiste nel creare dei buffer in input ed in output in ciascuna macchina in modo tale che i tempi di logistica ed i tempi di scambio informazioni tra colleghi vengano ridotti al minimo.

I vantaggi di questa soluzione sono:

- lo spostamento dei materiali risulta più efficiente in quanto il materiale da lavorare si trova molto vicino alla macchina: gli operatori non saranno quindi costretti a cercarlo ed, inoltre, una volta lavorato sapranno già dove posizionarlo;
- il reparto si presenta più ordinato;
- viene meno la necessità dello scambio informazioni tra colleghi per quanto riguarda la gestione dei flussi di materiali.

Anche in tale caso sono stati rilevati degli effetti negativi poiché, in particolare, è necessario affrontare un investimento iniziale per lo spostamento dei macchinari ed inoltre gli operatori hanno ugualmente un numero molto elevato di attività da svolgere, che non vengono ridotte.

Infine, la **terza soluzione** consiste nell'adottare dei buffer in output e/o input per alcune macchine e nell'inserire una risorsa in più che si occupi dell'imballaggio per le ultime due macchine del reparto di finitura (Taglierina e Piegatrice).

Tale nuova risorsa è inoltre addetta alla documentazione delle pezze finite ed allo spostamento dei cassoni dall'esterno all'interno del reparto di finitura e da lì al reparto spedizioni.

I vantaggi conseguenti all'adozione di tale soluzione sono:

- la diminuzione delle attività che gli operatori della Taglierina e della Piegatrice sono tenuti a svolgere in modo che questi possano processare molte più pezze;
- un maggiore ordine ed efficienza del reparto grazie alla presenza dei buffer;
- la riduzione al minimo dei tempi di scambio informazioni.

Con riguardo agli svantaggi, questi sono individuabili nella necessità di un investimento iniziale e nell'aumento delle ore lavorative dello Sperotto, affinché la Taglierina e la Piegatrice abbiano il materiale da lavorare.

Confrontando le tre soluzioni da un punto di vista economico si può osservare che all'aumentare del numero delle pezze lavorate consegue inevitabilmente un incremento notevole dei costi. Ciò si spiega in quanto i costi variabili incidono fortemente sul totale dei costi annui sostenuti dall'Azienda, laddove la voce più rilevante tra questi è il costo dell'energia. Inoltre, come si può notare dalle tabelle 28 e 29, sebbene il valore generato aumenta all'aumentare delle pezze lavorate, il rapporto tra questo ed il costo annuo non segue lo stesso trend.

	situazione attuale	prima alternativa	seconda alternativa	terza alternativa
Asciugatrice	20	23	22	22
Sperotto	13	15	15	20
Vaporizzo	6	7	7	7
Taglierina	3	4	4	5
Piegatrice	8	10	9	15
totale	50	59	57	69

Tabella 28: confronto tra le tre soluzioni alternative proposte e la soluzione attuale in base al numero di pezze processate da ogni singolo macchinario al giorno.

	situazione attuale	prima alternativa	seconda alternativa	terza alternativa
COSTO	413,588.70	477,537.40	430,231.57	541,506.58
VALORE	454,947.57	535,799.77	504,539.44	590,364.69
V-C	41,348.44	58,262.36	74,307.87	48,858.11
V/C	1.10	1.12	1.17	1.09

Tabella 29: confronto tra le tre soluzioni alternative proposte e la soluzione attuale in base al costo annuo sostenuto, al valore annuo generato ed al rapporto tra questi.

In base ad i dati appena illustrati, malgrado non sia la soluzione che permetta di processare il maggior numero di pezzi, l'alternativa che risulta più idonea ai nostri fini è la seconda in quanto in essa il rapporto e la differenza tra il valore generato ed il costo sostenuto si presentano più alti.

Come si è già indicato, il valore generato cresce all'aumentare delle ore impiegate per la lavorazione (e quindi all'aumentare del numero di pezzi prodotte), mentre ciò non avviene per il totale dei costi. Infatti, fermo restando che vi è una componente di costi fissi macchina che è sempre uguale per tutte e tre le soluzioni proposte, i costi variabili macchina (in particolar modo il costo per l'energia) ed i costi del personale sulla macchina crescono con l'aumentare delle ore lavorate. Osservando l'andamento della differenza tra valore generato e costo sostenuto al variare del numero di pezzi prodotte giornalmente si osserva che c'è un picco a 57, grafico 11. Questo perché l'inserimento di una risorsa in più nel reparto comporta un costo aggiuntivo che dovrà essere coperto con una parte del valore generato.

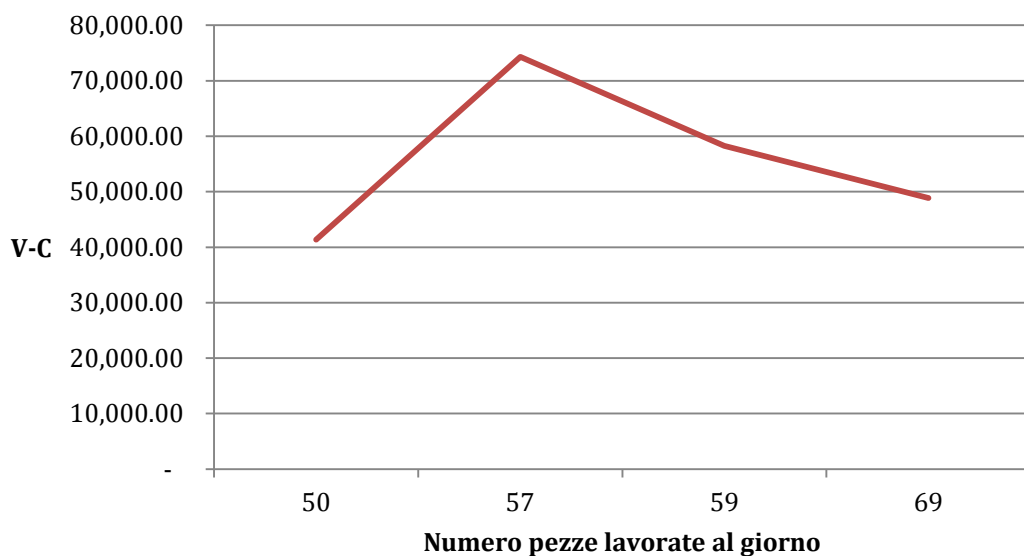


Grafico 11: andamento della differenza tra valore generato e costo sostenuto all'aumentare del numero di pezzi prodotte al giorno.

Ciò spiega perché la seconda soluzione presenta una differenza tra valore generato e costo totale maggiore rispetto altri casi, dal momento che questa soluzione permette di sfruttare al meglio le risorse già presenti in azienda. Bisogna anche sottolineare che l'investimento necessario per tale soluzione non è particolarmente rischioso poiché il tempo di ritorno calcolato di poco più di un anno.

In conclusione, per tutte le suddette ragioni la seconda alternativa è quella da considerare come la più idonea. Ciò trova conferma anche nella realtà della FIR Fulda spa, in cui infatti è già in atto un miglioramento di questo tipo, avendo eliminato una parte dell'apritoio ed avendo creato una zona buffer più ampia. Quando detto è illustrato in figura 20.



(a)

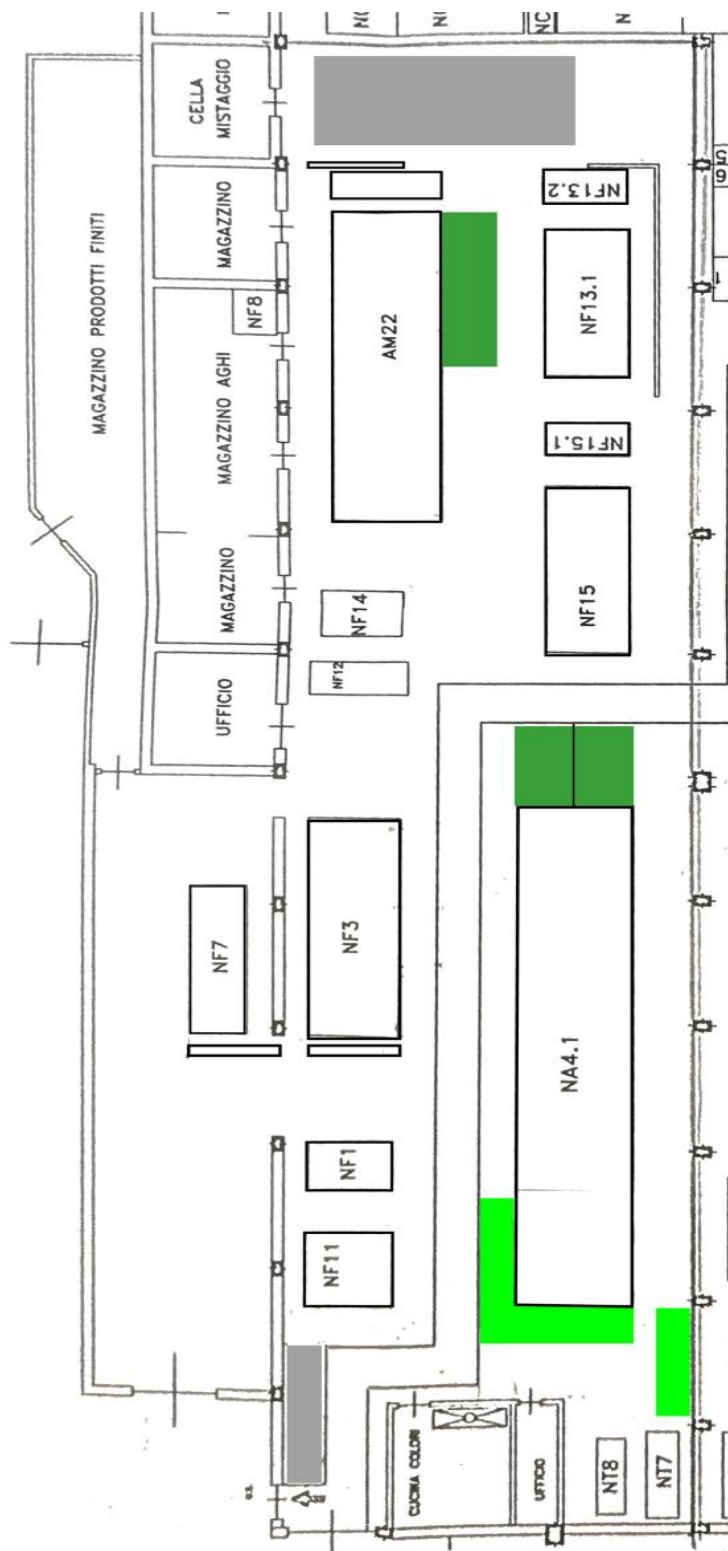


(b)

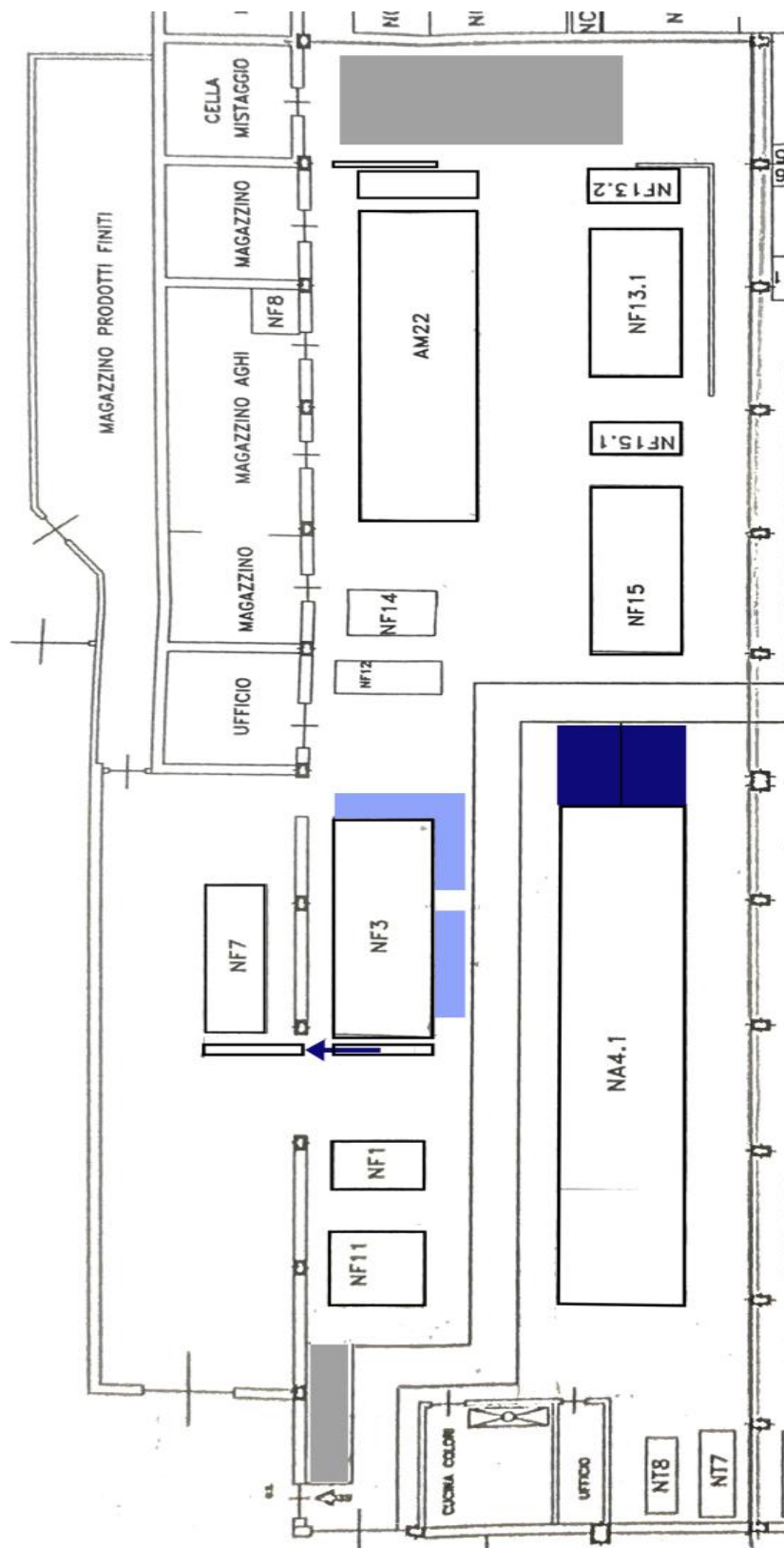
Figura 20: adozione di parte della soluzione alternativa proposta.

Allegati

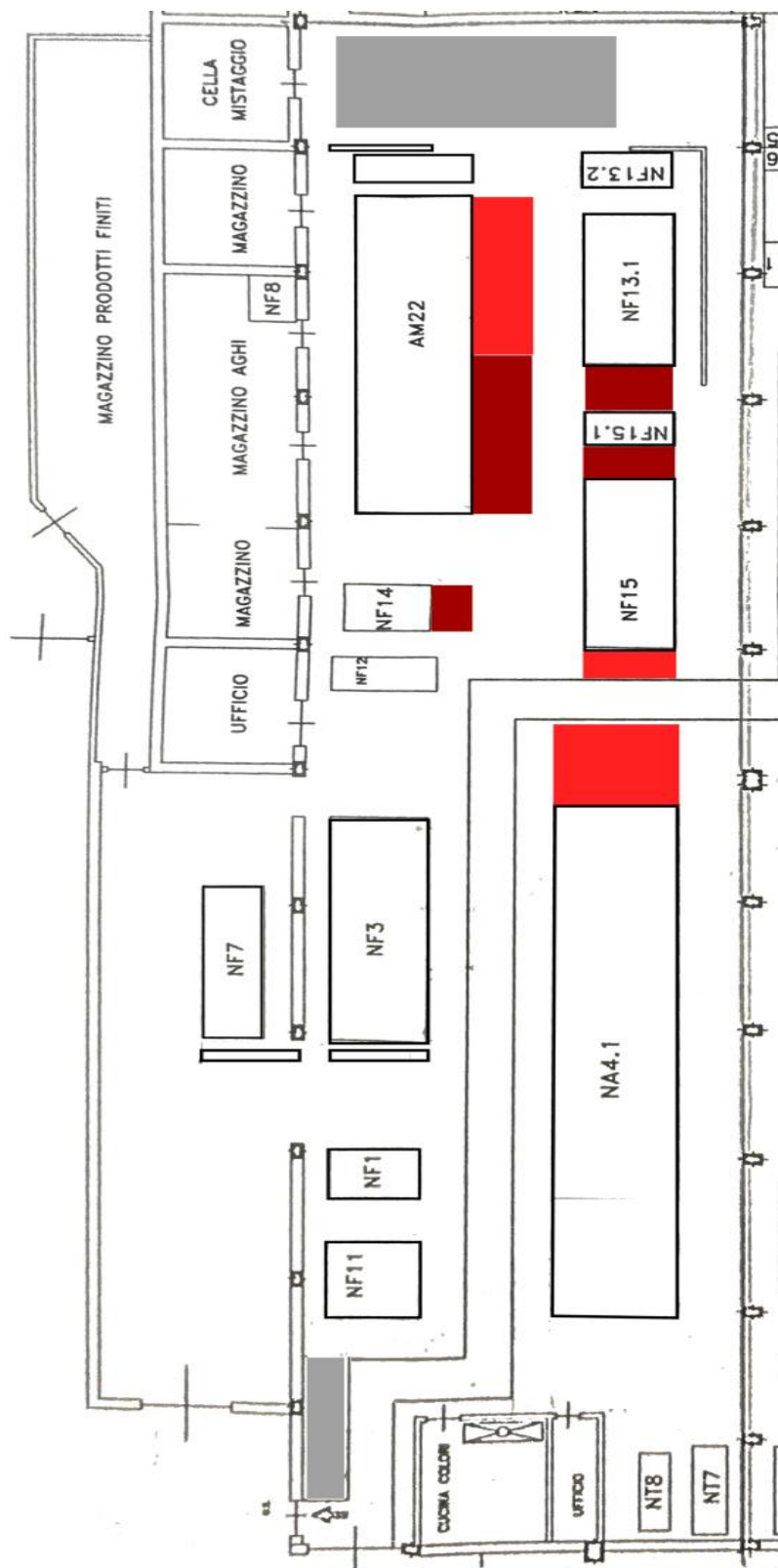
Allegato 1: *posizione attuale dei buffer impianto Asciugatrice.*



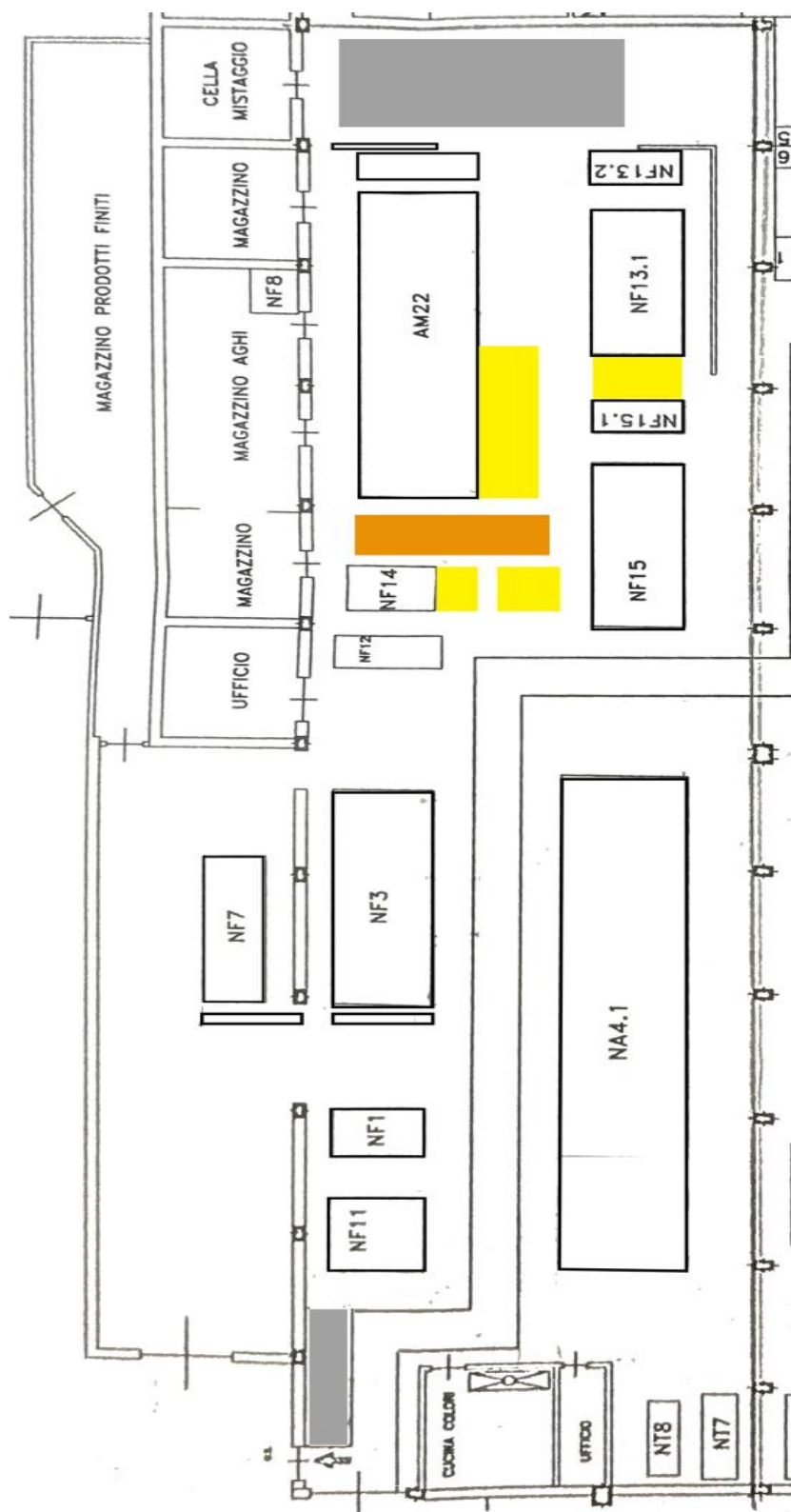
Allegato 2: *posizione attuale dei buffer impianto Asciugatrice.*



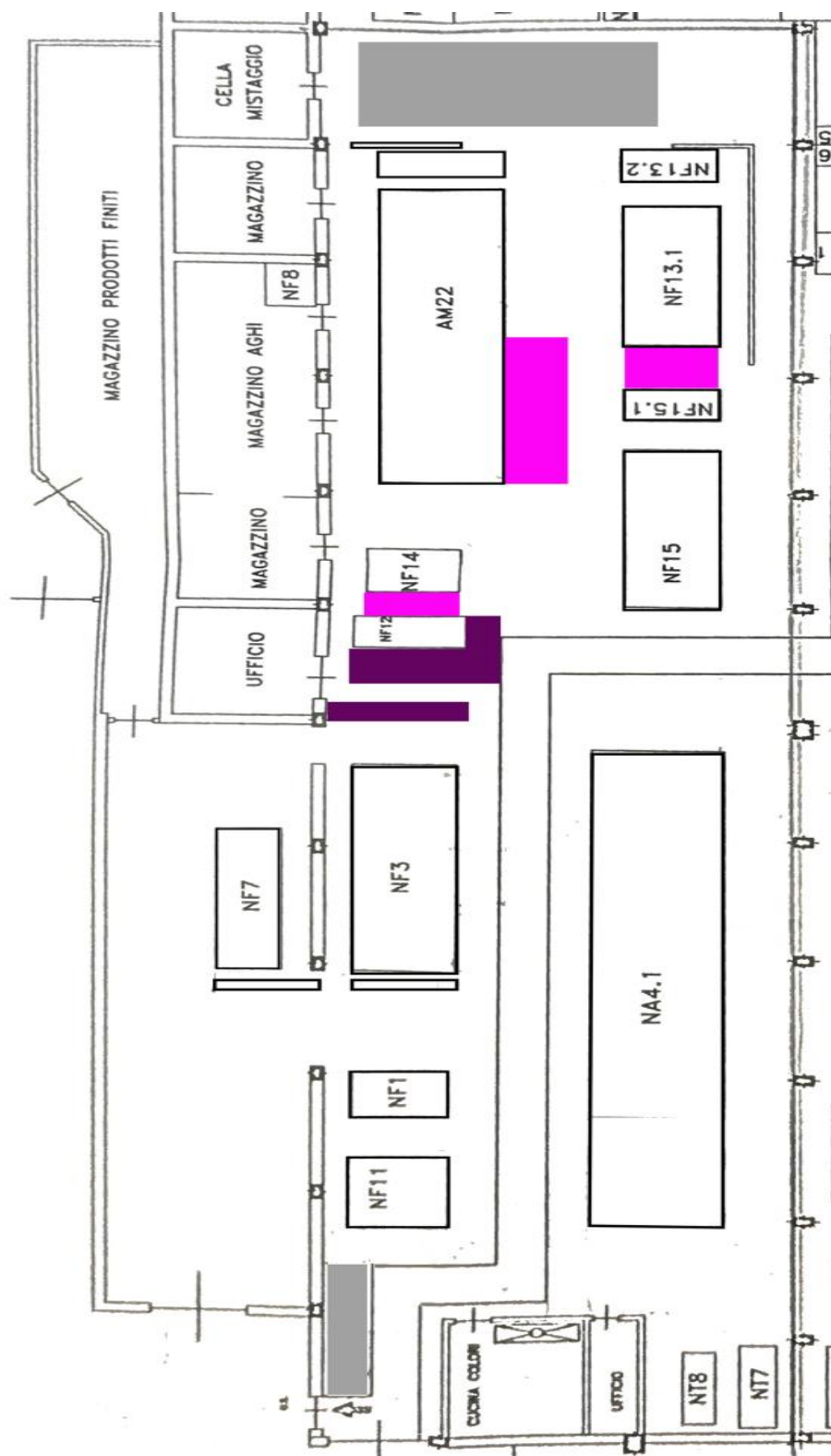
Allegato 3: *posizione attuale dei buffer Sperotto.*



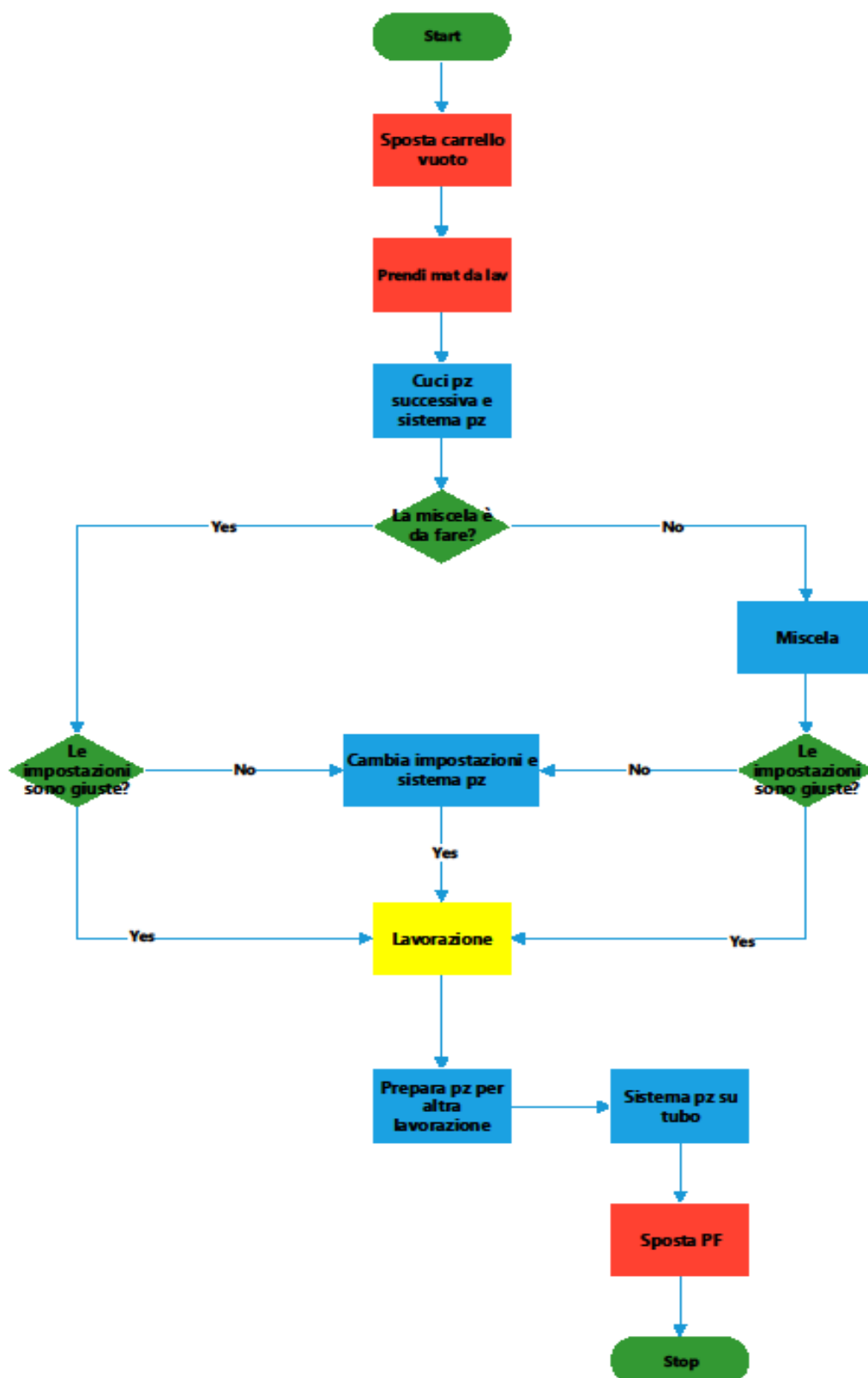
Allegato 4: posizione attuale dei buffer Piegatrice.



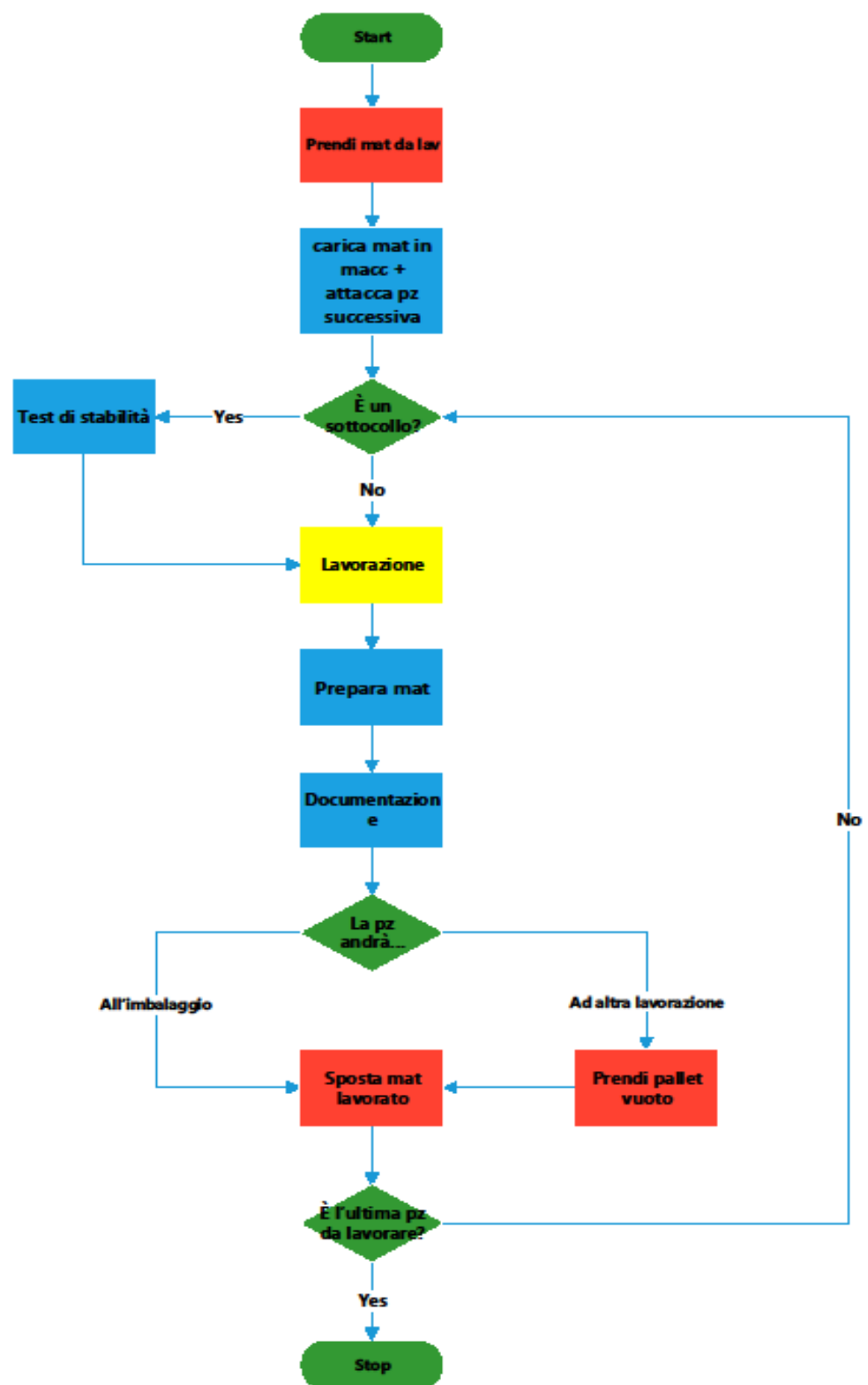
Allegato 5: posizione attuale dei buffer Taglierina.



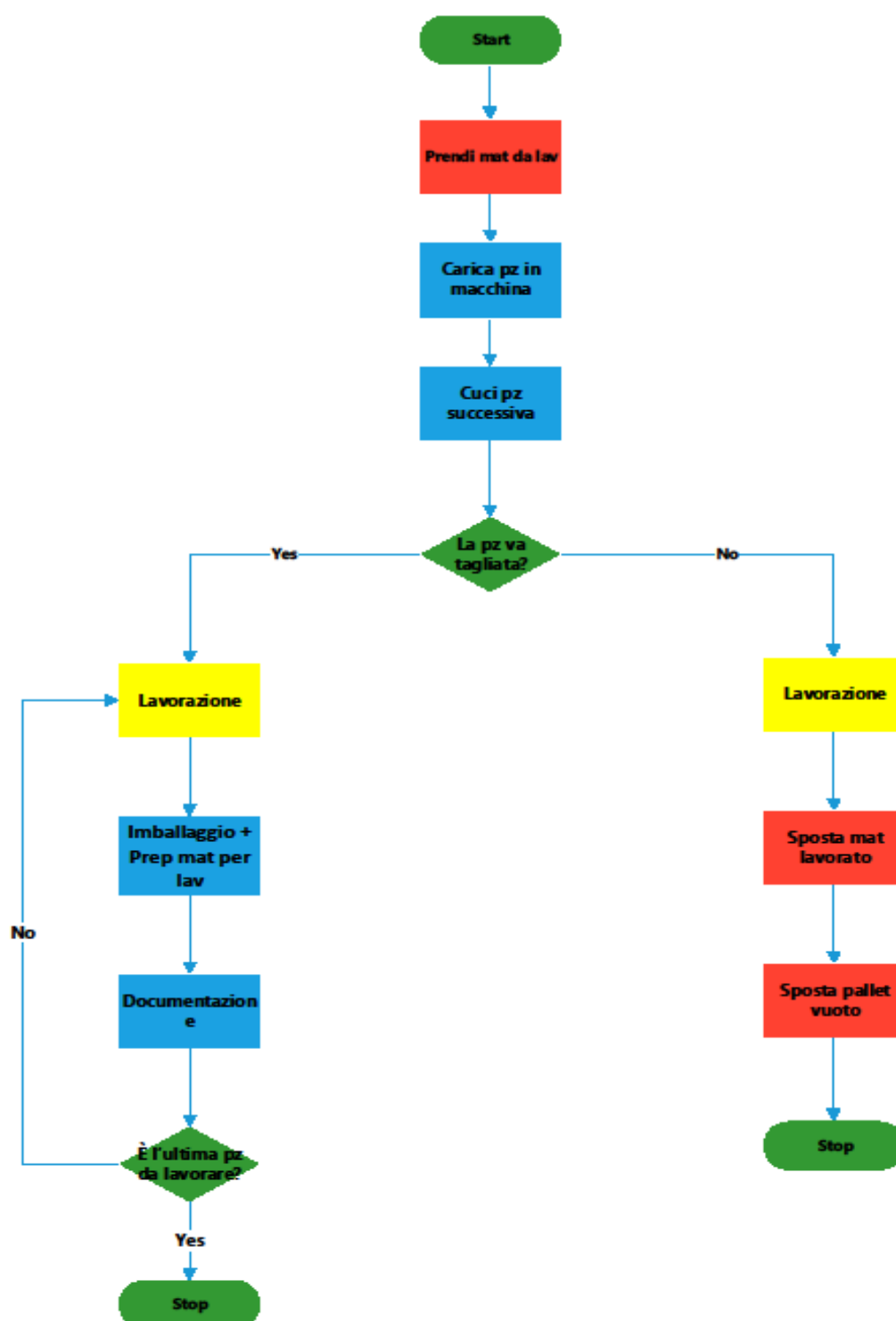
Allegato 6: Ciclo di produzione impianto Asciugatrice.



Allegato 7: Ciclo di produzione impianto Vaporizzo.



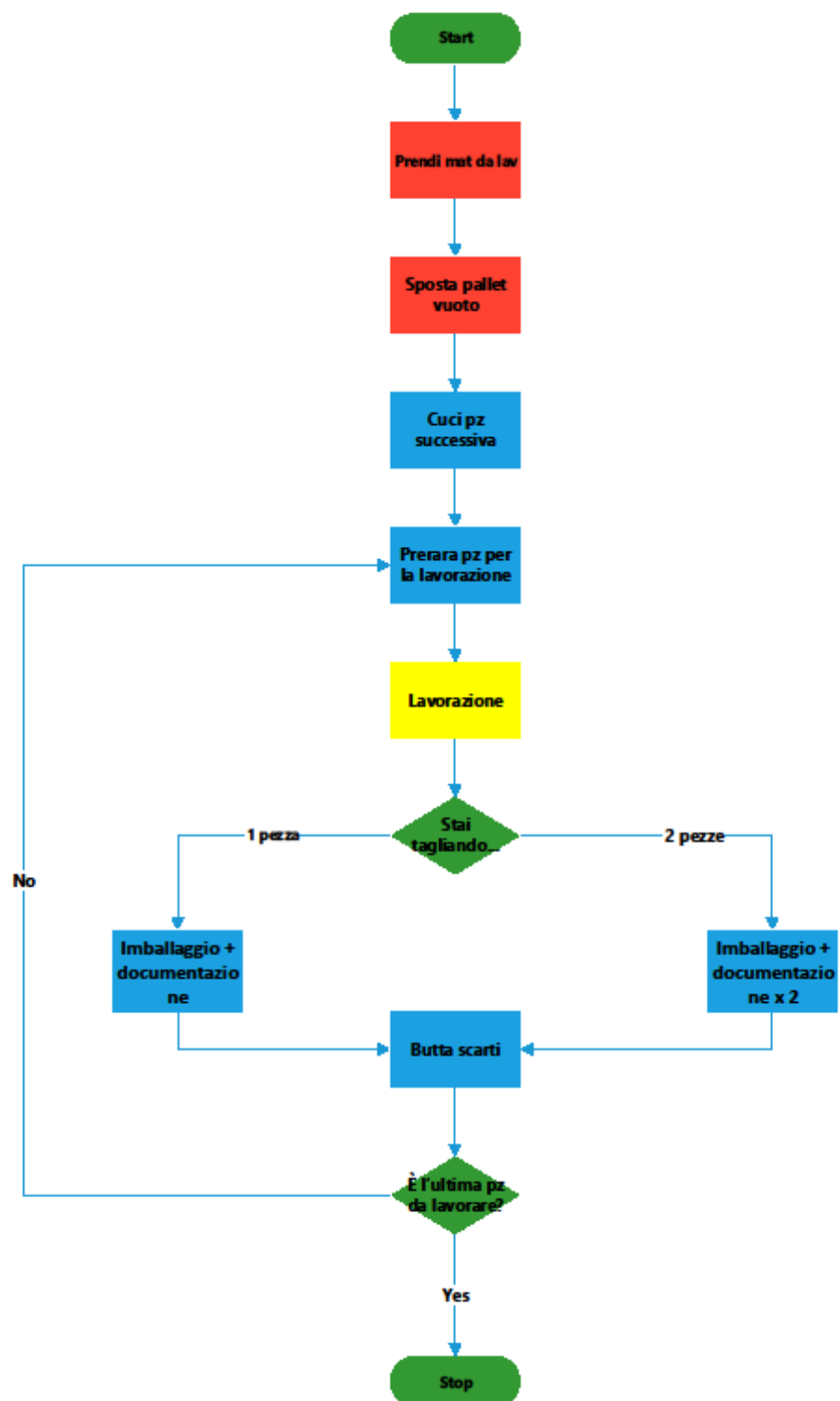
Allegato 8: Ciclo di produzione impianto Sperotto.



Allegato 9: Ciclo di produzione impianto Piegatrice.



Allegato 10: Ciclo di produzione impianto Taglierina.



Sitografia

http://www.reportaziende.it/fir_fulda_spa?anno3=2016#dati

http://www.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2016-05-08/alla-fir-fulda-balzo-volumi-081436.shtml?uuid=ADoXHYD&refresh_ce=1

<https://mag.corriereal.info/wordpress/2016/07/02/antonino-giustiniani-nuovo-presidente-di-confapi-alessandria/>

<http://santambrogiorino.blogspot.it/2014/07/delocalizzazione-al-contrario-per-la.html>

<http://www.artimondo.it/magazine/feltro-caratteristiche-usi/>

<http://www.treccani.it>

https://issuu.com/giorgiobelletti/docs/dalle_fibre_ai_tessuti_italiano_con_pettinatura_p_e

<http://www.technica.net/NT/Confezione/abbigliamento.htm>

http://www.multimac.it/soluzioni_scheda_ita.php/nomeProdotto=Magazzini_Interoperazionali/idcat=1/idsottocat=154/idprodotto=1332

[https://it.wikipedia.org/wiki/Valutazione_\(finanza\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Valutazione_(finanza))

<https://core.ac.uk/download/pdf/11199577.pdf>

Ringraziamenti

La realizzazione di questo elaborato è stato possibile grazie al Direttore operativo dello stabilimento FIR-Fulda, l'Ingegnere Daniele Mozzetti, che ringrazio profondamente per l'opportunità concessa e per l'appoggio mostratomi in tutto il periodo di lavoro.

Ringrazio anche il personale degli uffici ed, in particolare:

- Omar Guarinoni, responsabile acquisti;
- Domenico Basile, responsabile produzione;
- Giulia Barella, production scheduler.

Inoltre un ringraziamento va a tutte le persone che ho avuto il piacere di conoscere in azienda per la gentilezza e la cortesia mostratomi.

Infine un ringraziamento speciale va a mia sorella, al mio ragazzo ed a tutta la mia famiglia in quanto è solo grazie al loro sostegno e al loro incoraggiamento se oggi sono riuscita a raggiungere questo importante traguardo.