

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

Tesi di Laurea Magistrale in Impianti Industriali T-AB

**RAZIONALIZZAZIONE DEI PROCESSI FISICI ED
INFORMATIVI DI UN SISTEMA PRODUTTIVO:
IL NUOVO LAYOUT**

CANDIDATO

Luca Ceccaroni

RELATORE

Prof. Ing. Alberto Regattieri

TUTOR AZIENDALE

Davide Faggi

Anno Accademico 2021-2022

Sessione 3

“Dedico questo risultato a chi
mi è sempre stato vicino, ai miei genitori,
ai miei nonni e a tutta la mia famiglia.
Un grazie anche a tutti i miei colleghi, relatore e tutor
che mi hanno supportato negli studi.
Un ultimo ringraziamento all’azienda Fiorini
per i preziosi consigli forniti.
Per te sempre mia cara nonna Francesca.”

RAZIONALIZZAZIONE DEI PROCESSI FISICI ED INFORMATIVI DI UN SISTEMA PRODUTTIVO: IL NUOVO LAYOUT

Ceccaroni Luca

Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria
Industriale, 2022.

Abstract

Il presente elaborato si propone di fornire un modello di layout di stabilimento, presso l'azienda Fiorini, prodotto mediante il supporto delle capacità produttive ricavate e dei dati previsionali a medio termine.

In particolare, l'elaborato si apre con una introduzione sul ruolo che i vari tipi di layout hanno all'interno del mondo industriale. Tale sezione comprende una classificazione delle tipologie di layout e un confronto tra loro per poter descrivere al meglio il principio di ridefinizione di layout e la sua ottimizzazione attraverso la determinazione della posizione degli elementi che concorrono alla configurazione d'impianto.

Segue un capitolo sulla azienda Fiorini in cui si affrontano gli aspetti fondamentali che la caratterizzano con l'analisi dei flussi di alcuni prodotti di riferimento e dei cicli di lavorazione. Nel capitolo seguente si giunge a uno studio relativo alla programmazione della produzione con analisi delle capacità produttive relative ad ogni reparto.

Successivamente la fase di metodo riguarda la formulazione e la stesura di un modello di layout considerando le variabili in atto e analizzando le varie proposte.

Al termine si esegue uno sviluppo del layout, quindi il dimensionamento delle singole aree, la definizione delle possibili soluzioni con confronto qualitativo e quantitativo mediante i dati ottenuti grazie alla collaborazione dell'azienda Fiorini ed un'analisi del layout definitivo stabilito, in modo da ottenere una serie di suggerimenti per migliorare il lavoro svolto.

“Se cambia il mondo, cambieremo anche noi.”

Contenuti

Indice

1. INTRODUZIONE	9
1.1 Layout e ottimizzazione	10
1.2 Le tipologie di lay-out	11
1.3 Scelta del layout ottimale	12
2. L'AZIENDA FIORINI	15
2.1 Analisi as-is	16
2.2 Analisi dello stoccaggio interoperazionale e del sistema informativo	34
2.3 Mappatura delle attività di picking	38
2.3.1 Picking officina	38
2.3.2 Picking assemblaggio	39
2.3.3 Analisi dei mancanti al momento del picking	40
2.3.4 Allineamento fra giacenza fisica ed informativa	42
3. PROGRAMMAZIONE DELLA PRODUZIONE	43
3.1 Creazione dell'ordine di produzione	43
3.2 Esecuzione dell'ordine di produzione e avanzamenti di fase	43
3.3 Studio della capacità produttiva	45
3.3.1 Reparto officina	46
3.3.2 Reparto verniciatura	50
3.3.3 Reparto assemblaggio	50
4. CRITICITÀ	53
4.1 Officina	53
4.1.1 Laser	54
4.1.2 Isola robotizzata	54
4.1.3 Reparto PED	54
4.2 Verniciatura	55
4.3 Assemblaggio	56
4.3.1 Schiumatura	57
4.4 Criticità di gestione	57
4.4.1 Programmazione della produzione e controllo avanzamento	61
4.4.2 Gestione del conto lavoro	62

5. RIDEFINIZIONE REPARTO ASSEMBLAGGIO	65
5.1 Analisi dei dati previsionali	65
5.2 Proposte migliorative dell'area di lavoro	68
5.3 Proposte finali	68
5.3.1 Soluzione A1	69
5.3.2 Soluzione A2	70
5.3.3 Soluzione B1	71
5.3.4 Soluzione B2	73
5.4 Confronto delle aree	73
5.5 Aree di coibentazione serbatoi, tubi e pompe	79
5.6 Valutazione economica	81
6. RIDEFINIZIONE REPARTO OFFICINA	85
6.1 Analisi dati previsionali	85
6.2 Analisi del numero di risorse	88
6.3 Possibili soluzioni di layout	91
6.4 Il layout definitivo	104
6.5 Valutazione economica	107
7. CONCLUSIONE	111

Capitolo 1

1. INTRODUZIONE

In questo capitolo è descritta l'importanza per le aziende di valutare il proprio layout, in quanto ad esso sono associati diversi aspetti aziendali di carattere sia impiantistico sia gestionale, con l'obiettivo di fornire un'introduzione riguardo la realizzazione degli impianti industriali, mediante la definizione di metodi e di strumenti di supporto nella progettazione di un layout generale d'impianto.

Progettare un layout industriale significa occuparsi della disposizione interna ed esterna di un impianto industriale costituito da un insieme di macchine, apparecchiature e servizi che permettono la trasformazione di materie prime in prodotti finiti.

Attualmente i mercati mutano con rapidità, come sostenuto da Grandi (2017), richiedendo sempre una maggiore innovazione e personalizzazione nei singoli prodotti finiti. Si è passati dalla produzione di massa a una produzione flessibile in cui l'azienda deve rispondere alle varie esigenze del mercato. Oggigiorno, per essere competitivi nel mercato, sono necessarie per l'azienda le seguenti caratteristiche:

- ridotto time to market;
- produzione di pochi pezzi con costo contenuto;
- alta variabilità dei prodotti;
- elevata personalizzazione;
- continua ricerca di nuove tecnologie.

Per quanto riguarda la pianificazione e la realizzazione di un layout industriale, le fasi che articolano la progettazione completa di un impianto industriale sono:

- analisi iniziale di fattibilità;
- progettazione dell'impianto industriale definito da molteplici fattori quali: determinazione ciclo di lavoro, confronto tra lo spazio necessario e quello disponibile, rispetto dei vincoli e formulazione alternative di layout;

- realizzazione sul campo, quindi la definizione di tempi e metodi di realizzazione dell'impianto con il controllo delle varie fasi di realizzazione.

Gli obiettivi generali che si devono tenere presenti per sviluppare un nuovo layout sono:

- un'analisi integrata di tutti i fattori inerenti al lay-out, quali ad esempio i volumi di produzione, le ore disponibili di manodopera e dei macchinari, il numero di dipendenti, il ciclo produttivo e la relativa sequenza;
- un'analisi dell'effettivo utilizzo di impianti, macchine, persone ed aree di produzione;
- flessibilità e versatilità, quindi la facilità di riallocazione dei mezzi produttivi del lay-out. [1]

1.1 Layout e ottimizzazione

Il contesto aziendale attuale è caratterizzato da incertezza dei mercati e alta competizione. In un mercato sempre più esigente, che impone continue innovazioni di prodotto e di processo per diminuire i costi totali di produzione e ridurre al massimo l'entità dei costi di trasporto interno, assumono un ruolo strategico l'ottimizzazione dei flussi e la definizione di un layout migliorativo.

La sistemazione del layout fissa il percorso dei materiali in lavorazione, condiziona l'efficienza della manodopera e incide sulla capacità produttiva. Quindi le modifiche dei posizionamenti di tutti i mezzi, che incidono alla realizzazione del "prodotto", costituiscono un fattore di particolare importanza nell'economia aziendale.

L'efficienza produttiva è condizionata anche dall'inadeguatezza dei mezzi predisposti per l'avanzamento dei prodotti tra le varie fasi di lavorazione. Tuttavia, si tende a spendere capitali ed energie per ridurre il tempo produttivo trascurando invece il percorso produttivo. L'obiettivo è quello di abbattere i costi inutili, che non contribuiscono ad incrementare il valore aggiunto del prodotto, con una più corretta disposizione planimetrica degli impianti e delle postazioni di lavoro, a sistemi di trasporto poco efficienti, a discutibili criteri di deposito e stoccaggio (di materie prime, semilavorati e prodotti finiti) e ad una mancanza di una visione globale in merito alla sistemazione dei vari processi produttivi. Uno studio accurato del layout può portare infatti i seguenti risultati:

- Riduzione dei costi senza sacrificare fattori fondamentali come qualità e lead time;
- Aumento della produttività;
- Diminuzione degli sprechi, soprattutto di tempo, in particolare per il trasporto interno dei materiali.

La riorganizzazione di un impianto industriale è un processo dinamico e continuo, come sostenuto da Lipparini (2011), in quanto sono proprio le esigenze dell'azienda che mutano continuamente nell'ottica temporale di lungo periodo. Per questo motivo viene considerato come un investimento di lungo periodo da monitorare ad intervalli regolari ed ogni qualvolta se ne modifichino le condizioni al contorno. [2]

1.2 Le tipologie di lay-out

La disposizione delle macchine e delle attrezzature costituenti l'impianto industriale, in cui si realizza il processo produttivo, e degli impianti di servizio, che supportano le diverse fasi del processo, dipende dal tipo di prodotto e dal numero di prodotti da realizzare nell'unità di tempo. Questa analisi permette di definire il tipo di layout più opportuno in base al legame che vi è tra i volumi produttivi e tra le varietà prodotte. In figura 1, come descritto da Pareschi (2007), il diagramma prodotto-quantità permette di rappresentare i prodotti (P) sull'asse delle ascisse in ordine di potenzialità (Q) decrescente.

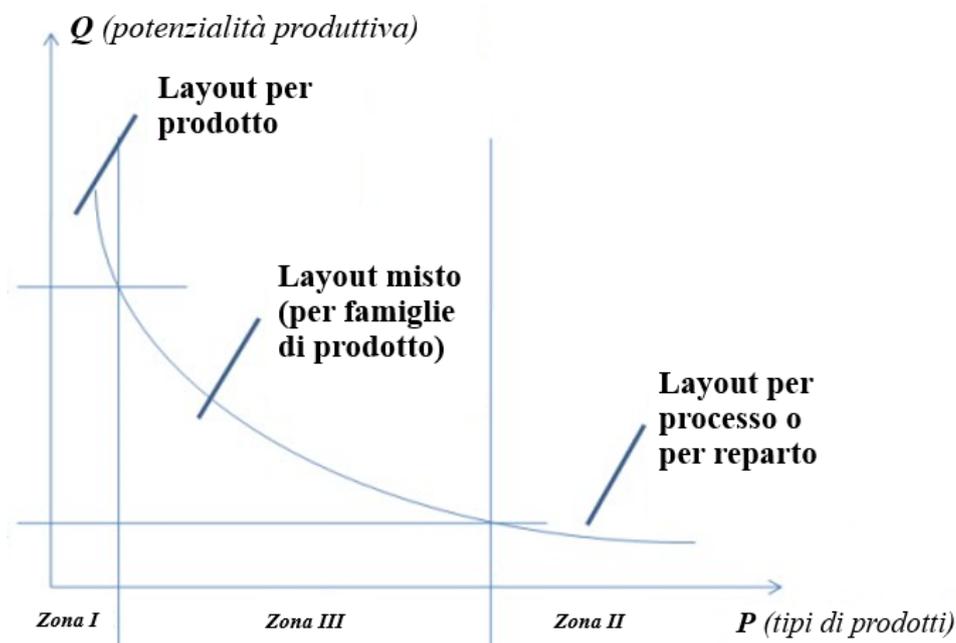


Figura 1- Diagramma prodotto-quantità [3]

La curva ottenuta è un'iperbole equilatera divisibile in tre zone:

- Zona I: realizzati in grandi quantità favorendo i metodi di produzione di massa attraverso linee di produzione dedicate; si ottengono pertanto disposizioni di lay-out per prodotto;

- Zona II: prodotti realizzati in piccole quantità, quindi, per i quali non è economicamente fattibile la costruzione di linee dedicate. Risultano quindi favoriti i metodi di produzione per processo, o per reparti, in cui le lavorazioni vengono eseguite in reparti con lavorazioni omogenee;
- Zona III: parte centrale della curva per cui risulta opportuno organizzare l'area con layout misto, in cui si collocano linee produttive per i pochi prodotti a potenzialità più elevata all'interno di un layout per reparti. [3]

1.3 Scelta del layout ottimale

Una volta elaborate differenti proposte viene condotta un'ulteriore analisi per definire quale possa essere la migliore. I metodi utilizzati per la definizione della soluzione ottimale sono:

- lista dei vantaggi e degli svantaggi;
- classificazione delle alternative di layout;
- confronto dei costi.

Il primo metodo è il più immediato ma allo stesso tempo il meno accurato; ha un'impronta fortemente qualitativa e soggettiva. Permette di realizzare una prima selezione delle proposte ed escludere le soluzioni che hanno troppi svantaggi. Classificare le alternative di layout significa confrontarle in base allo stesso insieme di fattori; si devono quindi definire gli indicatori ritenuti significativi, attribuirgli un giudizio e sommare per ogni layout il punteggio ottenuto. Infine, il confronto dei costi rappresenta il metodo con maggiore consistenza ma anche il più oneroso, come definito da Baglieri (2012). Considerando i costi e gli ammortamenti (bisogna definire un orizzonte temporale), viene calcolato un costo per ogni alternativa. Se l'analisi non è condotta dettagliatamente si può utilizzare il dato ricavato come supporto all'analisi dei fattori. [4]

Un efficace strumento per tracciare il flusso del prodotto è la matrice dei flussi, la quale rappresenta i flussi che effettua un prodotto all'interno dello stabilimento. In ogni cella, sia per le righe che per le colonne, vi sono i nominativi di ciascun *flow control point*. Tutti i flussi che coinvolgono l'area in esame verranno fatti confluire in esso. Mediante questo strumento è possibile fornire una valutazione quantitativa dei flussi previsti. In tabella 1, un esempio di una matrice dei flussi:

From-to chart	Area 1	Area 2	Area 3
Area 1		0	2
Area 2	1		1
Area 3	2	3	

Tabella 1- Matrice dei flussi [3]

Progettare un layout significa cercare di prevedere quali saranno le condizioni nel momento in cui il layout sarà realizzato; è importante quindi basarsi su stime e previsioni accurate. Per una buona riprogettazione può essere opportuno pianificare un efficientamento e una riorganizzazione degli spazi. Questo metodo è usato quando:

- la riprogettazione deve essere terminata in un breve periodo di tempo;
- non è necessaria una quantificazione dettagliata delle aree ma si effettua una stima per supportare lo studio dell'ubicazione;
- le lavorazioni previste sono così varie e complicate che non permettono di eseguire un calcolo dettagliato. [3]

Infine, è opportuno sottolineare l'importanza delle fasi di raccolta dei dati, in cui il punto cardine della procedura è la determinazione della posizione degli elementi che concorrono alla configurazione d'impianto, come sostenuto da Pareschi et al. (2011). [5]

Capitolo 2

2. L'AZIENDA FIORINI

Il secondo capitolo è dedicato alla presentazione dell'azienda in cui si è svolto il progetto. Dopo aver inquadrato il problema nella situazione industriale attuale ed aver illustrato da un punto di vista teorico i possibili approcci, viene ora presentata l'azienda Fiorini Industries S.r.l., in figura 2 una foto dell'ingresso dello stabilimento, descrivendo le principali tipologie di prodotti e i reparti attuali dedicati alla lavorazione dei materiali.

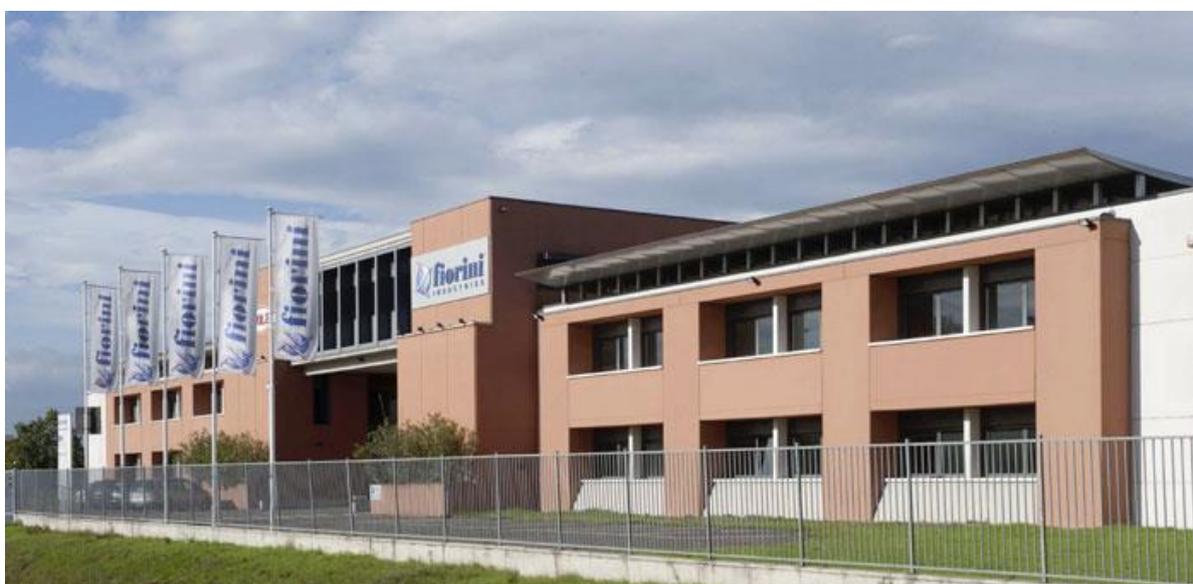


Figura 2-Stabilimento Fiorini [6]

Fiorini nasce nel 1979 dal fondatore, Ing. Antonio Fabbri, come impresa individuale specializzata nell'installazione d'impianti solari. Nel 1982 inizia a progettare componentistica destinata al settore idro-termo-sanitario, pur mantenendo una forte matrice d'interesse per il settore rinnovabile. Nel 1984 Fiorini produce bollitori e serbatoi d'accumulo per uso generico maturando una forte esperienza sulle tematiche e sviluppando una sua rete commerciale in Italia. Nel 1989 Fiorini, inizia a produrre i primi scambiatori di calore a piastre ed i primi sistemi pre-assemblati destinati alla produzione d'acqua sanitaria ed allo stoccaggio e distribuzione d'acqua refrigerata per impianti di condizionamento. Negli anni '90 queste ultime produzioni assumono un'importanza determinante nel panorama produttivo aziendale caratterizzandone l'immagine. L'alta qualità dei prodotti, la loro unicità e la loro attualità hanno fatto sì che in breve tempo i sistemi di distribuzione d'acqua refrigerata, inizialmente destinati

al mercato degli utilizzatori finali, venissero richiesti dalle maggiori case di produzione di condizionatori. [6]

2.1 Analisi as-is

In questo paragrafo si analizzerà il processo produttivo, il flusso fisico, il flusso informativo e il mix di prodotto. Processo col fine di riscontrare eventuali criticità e aree di miglioramento in base alle quali sviluppare varie proposte di ridefinizione del layout. Inizialmente verrà analizzato il mix di prodotto, prendendo in considerazione alcuni articoli e studiandone i cicli di produzione. In seguito, si esamineranno il flusso fisico ed il flusso informativo.

Il progetto svolto presso Fiorini Industries S.r.l ha come obiettivo principale quello di ridefinire il layout aziendale. Inoltre, comprende altri micro-obiettivi come quello di instaurare all'interno dell'azienda una produzione *lean* caratterizzata da un flusso più tirato e una minore presenza di materiali stoccati in giacenza.

Durante lo svolgimento del progetto sono emerse ulteriori criticità su cui soffermarsi per ottimizzare il flusso aziendale, quali: l'utilizzo eccessivo della carta stampata per documenti, l'*handling*, la capacità produttiva, la gestione dei materiali a magazzino, la programmazione della produzione e controllo avanzamento, il dimensionamento delle scorte dei semilavorati, i mancanti in linea e il monitoraggio delle performance.

Tra le principali attività svolte, inizialmente, sono state prese le tempistiche dei prodotti standard di riferimento indicati dal tutor aziendale e dal responsabile produzione. Questa attività è stata fondamentale per conoscere il flusso all'interno dell'azienda e per evidenziare eventuali differenze tra tempi pianificati sul software gestionale *E-Solver* e tempi schedulati, cronometrati all'interno dello stabilimento.

Successivamente, si sono redatti i diagrammi dei flussi (from to chart) per i reparti officina e assemblaggio, da cui si evince la complessità nei movimenti tra reparti mediante carrello elevatore e carro ponte. Ulteriore attività è stata quella di misurare sul campo ed evidenziare sul software di progettazione Solid Edge le aree di stoccaggio e i vari magazzini.

L'azienda è situata nella zona industriale di Forlì nei pressi del casello autostradale. Lo stabilimento produttivo ricopre un'area di circa 16000 m² e ha uno sviluppo a ferro di cavallo. L'azienda, come si nota dal layout in figura 3, è suddivisa in tre aree produttive: officina, verniciatura e assemblaggio.

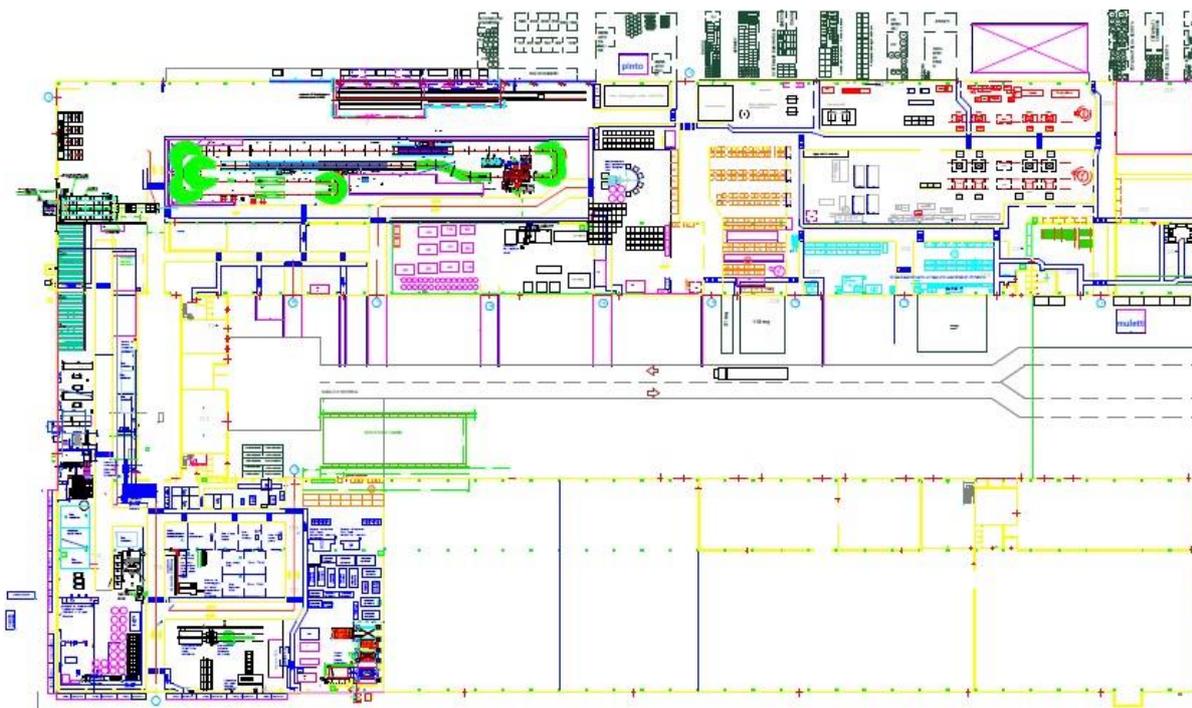


Figura 3 - Layout stabilimento

In officina vengono eseguiti diversi tipi di lavorazione meccanica, come il taglio al laser, la piegatura, il taglio tubi e le varie saldature dei serbatoi. Le calandre utilizzate possono essere dotate di tre o quattro rulli ad assi paralleli disposti in modo tale che il foglio di lamiera, per passare tra di essi, segua una traiettoria circolare, il cui raggio di curvatura si regola agendo sulla posizione reciproca dei rulli. Per quanto riguarda la saldatura sono presenti invece vari box. In essi si eseguono le lavorazioni più particolari come, ad esempio, la saldatura di tubi o di serbatoi relativi a particolari famiglie. Inoltre, vi è una zona dedicata all'aggiustaggio, in cui si possono trovare le seguenti macchine utensili: un tornio, una fresatrice, una smerigliatrice, una sega, un trapano, una filiera.

Nel reparto verniciatura, avviene la fase di verniciatura liquida del serbatoio, nell'apposita cabina, a liquido, tale operazione è eseguita manualmente da un operatore tramite apposita pistola oppure in catena, a polvere.

Il reparto più vasto dell'azienda è rappresentato dall'assemblaggio, infatti, la maggior parte dei prodotti in uscita dalla coibentazione non sono finiti ma richiedono ulteriori fasi di lavorazione, come ad esempio il montaggio della parte idraulica o del quadro elettrico, che avvengono in tale reparto. In esso sono presenti un'isola di lavoro, dedicata ai componenti che richiedono una sola lavorazione, e tre linee di assemblaggio suddivise a seconda delle dimensioni dei prodotti. A monte delle linee lavorano idraulici specializzati che eseguono il montaggio idraulico dei componenti. Il semilavorato ottenuto viene caricato sulle linee dove si susseguono le fasi di coibentazione, montaggio elettrico e

montaggio lamiera. A valle delle linee è presente un'imballatrice per tutti i prodotti in uscita da tale reparto.

L'argomento oggetto del progetto si è sviluppato inizialmente analizzando il mix di prodotto tramite la scelta di alcuni prodotti di riferimento appartenenti a famiglie diverse (NRB 300 litri, PED 500 litri, VK 100 litri, PED 5000 litri, SET 80, INWALL, SMART HP1/HP2, HPT ed EMIX), quindi con processi produttivi differenti.

In figura 4, è rappresentato il prodotto NRB da 300 litri è un prodotto costituito da due parti fondamentali, il serbatoio e il gruppo idraulico, che seguono due percorsi diversi.



Figura 4-NRB 300 litri

Per quanto riguarda il serbatoio si effettua, in primis, il taglio laser della lamiera, dalla quale si ricavano la virola e le staffe di supporto, queste ultime vengono piegate insieme ai piedi, acquistati grezzi da un fornitore esterno. La virola, invece, viene calandrata e saldata longitudinalmente: un operatore dispone le virole da calandrare in un carrello che verrà poi spinto fin sotto la struttura che ospita le ventose utilizzate per il picking. Queste, dopo aver prelevato la lamiera, la trasportano fino sopra la rulliera che porta alla calandra. Lo stesso operatore poi farà scivolare, nuovamente tramite rulliera, la virola calandrata fino alla saldatrice automatica, dove le due estremità verranno unite longitudinalmente. Una volta realizzati i fondi del serbatoio, da un saldatore o dal robot di saldatura, un successivo saldatore punta i fondi alla virola ed un altro esegue la saldatura circonferenziale ottenendo così lo scheletro del serbatoio. Successivamente il semilavorato passa per l'ultimo box di saldatura, dove un operatore salda le staffe di supporto, i piedi e i manicotti rimasti al semilavorato. L'ultima fase all'interno dell'officina riguarda il collaudo, in cui un operatore tappa ogni manicotto

del serbatoio, lo riempie di acqua fino al raggiungimento di una determinata pressione. Successivamente, verifica se ci sia qualche perdita e nel caso le corregge con vari punti di saldatura. Il serbatoio passa poi al reparto verniciatura, in cui è verniciato a liquido. In seguito, entra in assemblaggio, in cui un operatore lo coibenta con uno strato di polietilene tagliato dal reparto di taglio e portato in linea 1 di assemblaggio, dove viene assemblato insieme a gruppo idraulico, pompa e vaso di espansione.

Per quanto riguarda il gruppo idraulico, esso è costituito da una serie di tubi collegati tra loro per i quali le operazioni di saldatura e rifollatura avvengono nel reparto officina, mentre le procedure di taglio, filettatura e grovatura in assemblaggio. Questi semilavorati poi passano in verniciatura e sono portati direttamente in assemblaggio dove raggiungono gli altri tubi facenti parte del gruppo. Infine, viene applicata la canapa sulle filettature ed infine composto il gruppo.

Per quanto riguarda il serbatoio PED da 500 litri, in figura 5, esso presenta un ciclo di lavorazione caratterizzato dall'area officina e verniciatura. Questo prodotto finito deve sopportare delle pressioni di esercizio molto più elevate rispetto all'NRB da 300 litri in cui i materiali utilizzati e le saldature a cui è sottoposto devono rispettare la direttiva europea PED 2014/68/UE.



Figura 5- PED 500 litri [6]

Il processo parte anche in questo caso con il taglio laser della lamiera e la successiva calandratura della virola ricavata. In questo caso però non viene effettuata la saldatura longitudinale in STT tramite

la saldatrice collegata alla calandra, ma viene trasportata la virola nell'area PED, dove prima si effettua la puntatura longitudinale in STT e poi la saldatura longitudinale ad arco sommerso: questo tipo di saldatura, rispetto alla saldatura in STT, è caratterizzata dalla presenza di un letto di flusso che avvolge il bagno di fusione e l'arco di saldatura, con il fine di svolgere la funzione di antiossidante. Prima di unire i fondi alla virola calandrata, vengono portati al reparto verniciatura, in cui sono sottoposti a sabbiatura, in modo da eliminare l'eventuale ruggine formatasi sulla lamiera. La saldatura dei fondi alla virola sfrutta l'unione tramite arco sommerso: il meccanismo è il medesimo della saldatura longitudinale, ma in questo caso il serbatoio viene posizionato sul macchinario e fatto ruotare sul proprio asse tramite un mandrino, mentre l'operatore salda il fondo sfruttando il letto di flusso granulare che si deposita sul cordone di saldatura. Successivamente alle operazioni di saldatura, il semilavorato deve essere sottoposto alla verifica dell'ufficio tecnico e a controlli non distruttivi sulle saldature, mediante radiografie e ultrasuoni, che devono accertare la presenza o meno di difetti di saldatura. Nel caso in cui le verifiche vadano a buon fine, non resta che saldare al serbatoio gli ultimi manicotti e flange, tramite saldatura in STT. In un secondo tempo si passa alla fase di collaudo, la quale è più impegnativa per un serbatoio con certificazione PED: l'elevato numero di manicotti e, soprattutto flange, rende molto lunghi i tempi di set up del prodotto; inoltre, dopo essere stato riempito di acqua e portato a 20 bar, il serbatoio deve rimanere in pressione per circa 30 minuti e successivamente essere sottoposto al controllo visivo dell'operatore.

Infine, si passa alla fase di verniciatura, in cui è necessaria l'applicazione di almeno due passate di vernice a liquido, dato che il prodotto verrà venduto privo di coibentazione. Il serbatoio ha terminato il suo ciclo produttivo e ora può considerarsi prodotto finito.

In figura 6 è presente il serbatoio VK da 100 litri è stato scelto per poter analizzare alcuni aspetti finora mai esplorati: la linea di saldatura in officina, il robot di saldatura fondi, la gestione di alcune lavorazioni esternalizzate, come la zincatura e la relativa pulizia, e il reparto schiumatura. Esso è un serbatoio coibentato per acqua refrigerata, normalmente impiegato per incrementare l'inerzia termica dell'impianto di condizionamento e viene impiegato su impianti che non richiedono protezione contro la corrosione.



Figura 6-VK 100 litri [6]

In questo caso la lamiera viene acquistata direttamente da un fornitore; quindi, la virola è già pronta per la calandratura. Questo semilavorato viene prodotto nella linea di saldatura composta da 5 fasi di lavorazione: calandratura, saldatura longitudinale, puntatura dei fondi, saldatura circonferenziale dei fondi e saldatura dei manicotti, mentre la preparazione dei fondi avviene in parallelo, sfruttando il robot di saldatura. A causa dei lunghi tempi di set-up, il robot lavora per lotti di prodotto, solitamente 48 pezzi per lotto, motivo per il quale, nel momento in cui debba essere prodotto un lotto di VK 100 L, i fondi sono già disponibili per essere puntati tramite saldatura alla virola calandrata. Seguono poi le operazioni di saldatura circonferenziale e saldatura dei manicotti, in cui viene utilizzata una saldatrice automatica che richiede all'operatore solamente di posizionare il pezzo nel punto giusto, sfruttando anche la rotazione del mandrino. Terminata questa fase, si controlla che il serbatoio non abbia difetti di saldatura, eventualmente corretti da un saldatore all'interno di un box di saldatura.

Una volta saldati tutti i pezzi del lotto, essi vengono posizionati all'interno di una cesta e portati al terzista, "Ziac" o "Zincaturificio cesenate", per la zincatura. La zincatura a caldo è un processo tramite il quale il serbatoio viene ricoperto da uno strato di zinco che permette al serbatoio di non arrugginire.

Una volta tornati nello stabilimento, i serbatoi devono essere ripuliti dallo strato di zinco depositatosi internamente al serbatoio, sfruttando il getto di un'idropulitrice. Tale operazione viene svolta da due operatori di un'azienda esterna "Pinto Service", i quali utilizzano una piattaforma dotata di gru a bandiera sul lato esterno dello stabilimento.

Il ciclo si conclude con la fase di schiumatura in cui i serbatoi vengono prima preparati, tappando tutti i manicotti e posizionati all'interno dello stampo. La schiumatrice poi fa il resto: l'operatore utilizza un braccio dotato di un ugello per iniettare all'interno dello stampo la miscela formata da poliolo e isocianato; il serbatoio ora deve rimanere all'interno dello stampo per circa 30 minuti per far maturare il poliuretano e renderlo rigido. Una volta aperto lo stampo, i tappi inseriti inizialmente vengono rimossi e il serbatoio viene trasportato in zona di finitura, dove verrà rivestito da un tessuto e dotato di coperchio termoformato, divenendo prodotto finito.

Il Produttore istantaneo SET 80, in figura 7, è caratterizzato da un sistema completo "plug and play" per il trasferimento di calore da termoaccumulo di acqua tecnica. Esso permette lo scambio termico mediante scambiatore a piastre in acciaio inox, pre-assemblato ed inserito in box in alluminio completo di piedi per il posizionamento a terra ed è dotato di un flussimetro montato sul circuito secondario e una centralina con display grafico. Il ciclo di lavorazione del prodotto SET 80 è concentrato quasi unicamente all'interno del reparto assemblaggio.



Figura 7-Produttore istantaneo SET 80 a basamento [6]

La sua analisi risulta essere rilevante in quanto al suo interno vi è uno scambiatore di calore a piastre, il quale è prodotto in una linea dedicata o in un'isola di montaggio, nel caso di elevate dimensioni. Il ciclo si dirama in 3 macrofasi, per ricongiungersi poi con il prodotto finito assemblato in linea 3. L'officina si rende partecipe solo per il taglio laser e la successiva piegatura tramite presso piegatrice delle lamiere che andranno a comporre la struttura del prodotto finale. I fusti che racchiudono le piastre sono acquistati grezzi e verniciati a polvere e poi portati al reparto scambiatori. Qui vengono

prima lavate le piastre e montate le guarnizioni, passando poi in linea scambiatori dove viene assemblato lo scambiatore e collaudato. Successivamente passa in linea 3 di assemblaggio, in cui tramite le fasi di assemblaggio lamiera, idraulico ed elettrico e la filmatura finale diverrà prodotto finito pronto per essere spedito.

Altro prodotto analizzato, è il kit idraulico INWALL, in figura 8 assemblato, è realizzato interamente in conto lavoro, argomento analizzato in dettaglio all'interno del capitolo 4, in cui quando viene generato un ordine di vendita, si crea in automatico un ordine di produzione, il quale viene assegnato direttamente all'azienda che dovrà assemblare il prodotto, in questo caso l'azienda "Calzoni".



Figura 8-INWALL [6]

Il serbatoio PED da 5000 litri, in figura 9, non presenta differenze a livello di processo produttivo rispetto al serbatoio PED da 500 litri.



Figura 9-PED 5000 litri [6]

L'analisi è stata condotta in quanto essendo di una capacità elevata è stato possibile osservarne la gestione all'interno dello stabilimento, oltre che a capire quanto le fasi di lavorazione potessero dilatarsi in termini di tempo; inoltre, il serbatoio ha permesso di entrare maggiormente a contatto con l'area PED, fino a quel momento poco esaminata.

In figura 10 è rappresentato il prodotto EMIX da 200 litri è stato analizzato in quanto oltre a tutte le fasi del flusso già illustrate, è caratterizzato dal trattamento di vetro porcellanatura che però viene eseguita in conto lavoro e quindi assimilabile all'operazione di zincatura che avviene per il serbatoio VK 100 L già descritto precedentemente.



Figura 10-EMIX da 200 litri

Il serbatoio in questione, tuttavia, ha assunto un ruolo determinante circa la verifica della compatibilità tra i tempi reali di saldatura e quelli dichiarati a sistema sul software gestionale *E-Solver*. Il ciclo nella pratica risulta essere simile al ciclo dell'NRB da 300 litri (anche in relazione a macchinari usati e box di saldatura attraversati), con la sostanziale differenza che questo tipo di serbatoio presenta una serpentina saldata internamente. La criticità è stata riscontrata proprio nella determinazione della durata della saldatura interna della serpentina secondo cui il tempo su *E-Solver* era minore rispetto ai tempi misurati sul campo.

Data la recente introduzione del serbatoio HP1 da 300 litri vetro porcellanato e schiumato, in figura 11, approvato ad inizio 2022, è stato richiesto di analizzarlo nelle operazioni che avvengono all'interno dell'azienda, quindi di saldatura del serpentino interno e di schiumatura esterna.



Figura 11-Serbatoio HP1 [6]

Come la maggior parte delle lavorazioni all' interno del reparto dell'officina, anche in questo caso avviene per lotto; quindi, è stato preso un tempo totale per la lavorazione del lotto e diviso per il numero totale dei pezzi del lotto. La criticità incontrata è relativa al montaggio della flangia che non consente ad alcuni semilavorati in linea di continuare fino al collaudo ma, dopo aver montato i manicotti mediante la salda manicotti deve andare in un box di saldatura esterno alla linea e saldare la flangia prima del collaudo. Questo prodotto viene poi esternalizzato (outsourcing) post saldatura in conto lavoro presso l'azienda "Ati" per la vetro porcellanatura del serbatoio. Successivamente, dopo un periodo di lead time in outsourcing non ben definito, avviene la schiumatura del semilavorato all'interno del reparto taglio e schiumatura, per divenire poi prodotto finito con la fase di finitura.

Il gruppo HPT, figura 12, è una centrale idraulica con accumulo inerziale e pompa centrifuga con valvola di intercettazione, sviluppato secondo standard Fiorini. Esso è dotato di: quadro elettrico di potenza con dispositivo di alternanza pompe ad ogni avviamento, avviamento pompa di riserva in caso di guasto pompa, protezioni magnetotermiche, contatti puliti per segnalazione a distanza pompe in marcia, manometro e valvole di carico/scarico. Infine, un basamento e pannellatura autoportante realizzati in lamiera di acciaio zincato e verniciato idoneo all'istallazione in esterni. Si tratta di un serbatoio da 1500 litri orizzontale da coibentare, assemblato lungo la linea 3 di assemblaggio.



Figura 12-Gruppo d'accumulo inerziale accessorio HPT [6]

Il processo è stato affrontato in quanto è stato revisionato recentemente il disegno e per rivedere i tempi lungo la linea 3. Analizzando la linea 3 si è affrontato il problema riguardo lo scostamento tra i tempi reali e i tempi su *E-Solver* nelle varie pedane, la prima riguardo al montaggio del basamento di assemblaggio del serbatoio, la seconda riguardo al montaggio di tubi e rispettivo collaudo, la terza riguardo alla coibentazione e l'ultima pedana riguardo le componenti elettriche e la filmatura del prodotto. Durante la rilevazione dei tempi, come nel caso del prodotto SET 80 si è rilevata anche qui una differenza di tempi tra quelli reali e quelli a gestionale. [6]

Infine, come argomento di analisi sono stati inseriti anche i tubi per "Aermec", trattati perché permettono di mappare un flusso indipendente che attraversa ognuna delle tre macroaree aziendali. Il ciclo di lavorazione è composto inizialmente dalla fase di taglio tramite segatrice e successiva foratura nei punti in cui dovranno essere saldati i manicotti, i quali verranno aggiunti da un saldatore all'interno di un box dedicato. Il semilavorato è così già pronto per essere collaudato e successivamente verniciato. A questo punto il pezzo si sposta in assemblaggio, in cui si avvitano ai manicotti la valvola di sfiato e la valvola di sicurezza, e poi viene coibentato il tutto tramite un materiale isolante. Il prodotto finito viene poi posizionato su un pallet insieme ad altri tubi saldati e coibentati ed è pronto per essere spedito.

Successivamente si è passati allo studio dei cicli di produzione, almeno un rappresentante per famiglia di prodotto, ed all'analisi del flusso fisico *as-is* tramite la stesura, come illustrato in figura 13, dei diagrammi di flusso.

TOURNOI 14:25:30 - 28 50

PICK → 20 MIN + X TORRACIA 100 MIN

PICK → 90 SEC

MASS. IN SACC. + MASS.

	CAVANDRATURA	MASS. IN SACC.	SECCATURA
F1	14:26:30 - 27:10	14:29:40 - 14:30:40	14:31:05 - 14:32:30
F2	14:34:30 - 14:35:50	14:35:25 - 14:36:30	14:38:20 - 14:40:30
F3	14:35:50 - 36:30	14:41:05 - 14:42:05	14:43:55 - 45:15
F4	14:41:25 - 42:15	14:46:05 - 14:47:05	14:48:50 - 50:30
F5	14:46:30 - 47:25	14:51:00 - 14:52:10	14:53:55 - 55:35
F6	14:51:30 - 52:30	14:56:15 - 14:57:20	14:59:00 - 1:00:30
F7	14:56:45 - 57:40	15:01:05 - 15:02:10	15:03:55 - 55:20
F8	15:01:30 - 02:30	15:06:00 - 15:07:00	15:08:40 - 10:10
F9	15:06:20 - 15:07:20	15:10:50 - 15:11:55	15:13:40 - 15:15:15
F10	15:11:15 - 12:15	15:16:00 - 15:17:05	15:18:45 - 15:20:15
			15:20:20 - 23:45
			15:23:30
	$\bar{t} = 1'00''$	$\bar{t} = 1'05''$	$\bar{t} = 1'30''$
			$\bar{t} = 3'10''$
	Setup: 14:25:30 - 14:26:20		
	14:25:30	14:23:30	

CAVANDRATURA

58"

Figura 14 - Rilevazione tempi NRB 300 litri

Per l'analisi del flusso fisico si è proceduto con la ri-attivazione del campionamento dei flussi mediante documento «ODP giornalieri». In particolare, è stata analizzata una settimana, in cui si è potuto osservare il flusso di ogni semilavorato all'interno dell'officina tra i vari box di lavorazione, come illustrato in figura 15.

Scheda produzione				
Settimana	dal		al	
	04-apr		08-apr	
Giorni	Odp e quantità			
Lunedì	2202x8	2744x1	2869x1	4487x4
	2423x1	3413x1	4745x12	
Martedì	3125x4	2385x1	2415x2	4172x1
	2596x7	2327x11	2496x6	2497x8
Mercoledì	3756x1	2951x2	2952x1	2950x1
	4337x1	3204x1	3205x1	5517x10
	2941x2	5799x1	6075x1	
Giovedì	2996x1	2992x1	2620x1	2617x1
	2616x1	1774x10	3190x4	3191x4
Venerdì	3125x4	2595x12	3187x4	2873x7

A1

Operatore					Diarra				
Note									
Camb. filo	Manc. mat	Err. Dis.	Ripristino						

Note:

Figura 15 - Documento "ODP giornalieri"

Successivamente, si sono redatti due diagrammi dei flussi “from to chart” per i reparti officina, illustrato in figura 16 e assemblaggio (figura 18), da cui si evince la complessità nei movimenti tra reparti mediante carrello elevatore e carroponete. Per quanto riguarda la rilevazione del flusso fisico dei materiali, in officina vi è un largo utilizzo del carrello elevatore dovuto alla necessità di trasportare carichi pesanti. In figura sono indicati i valori relativi agli spostamenti giornalieri all’interno del reparto; ad ogni risorsa o reparto corrisponde una lettera: A1-A5 per indicare calandra, saldatrice longitudinale, box di montaggio serpentina, box di puntatura fondi e box di saldatura circonferenziale; A6-A9 per indicare i 4 box che eseguono le saldature finali di manicotti, flange o boccaporti; A10 rappresenta la vera linea di saldatura, in quanto vengono effettuate le stesse lavorazioni di saldatura dei box A1-A5, con l’aggiunta di una stazione finale di saldatura manicotti. Qui vengono trattati serbatoi di diametro compreso tra 400 e 850 mm e con un determinato tipo di manicotti che possano essere saldati dalla saldatrice di fine linea. B1-B3 indica le risorse calandra, saldatrice longitudinale, box di puntatura fondi e box di saldatura circonferenziale dei serbatoi di piccole dimensione, diametro compreso tra 200 e 500 mm, con fondo piatto; B4 rappresenta due box di saldatura finale di serbatoi di media o piccola dimensione; B6 invece rappresenta, due box di saldatura che possono eseguire le saldature finali dei serbatoi, ma spesso vengono impiegati anche per la saldatura di collettori o per la realizzazione di parti di prodotto che richiedono operazioni di saldatura; C indica il collaudo; R indica l’isola robotizzata di saldatura fondi; L indica il taglio laser; S1, S2, S3, S4 sono le zone di stoccaggio del materiale; F1 indica due box di saldatura in cui vengono preparati i fondi bombati; F3 per i box di saldatura utilizzato per varie mansioni; F4 per i box di saldatura dei fondi piatti; T1 indica la sega

per taglio tubi; T2 si tratta di due box di saldatura per la lavorazione di tubi e collettori; P1-P3 due saldatrici ad arco sommerso, una per la saldatura circonferenziale e una per la saldatura longitudinale, un box per la preparazione dei fondi PED e un box di saldatura per varie lavorazioni; P4-P7 sono la calandra per serbatoi di grandi dimensioni e lamiere di spessore maggiore a 4 mm, saldatrice ad arco sommerso per serbatoi PED di elevate dimensioni, 2 box di saldatura prodotti PED; M1 per indicare il magazzino dell'officina; M3-M4, M5, M7-M9 indicano le aree di stoccaggio esterno di materiale e prodotti finiti; V rappresenta il reparto di verniciatura e X rappresenta le due presso piegatrici.

	A1-5	A6-9	A10	B1-3	B4	B6	C	R	L	S1	S2	S3	S4	F1	F3	F4	T1	T2	P1-3	P4-7	M1	M3-4	M5	M7-9	V	X	TOT
A1-5		21		1	15					4																	41
A6-9							23			1												7					31
A10		1					21			1																	23
B1-3		9			7					1											1	1		1			20
B4							16			1												2					19
B6							5																				5
C		1			1	2					1											2		5			12
R										3																	3
L	3			1		1		1			3	1	4									2	7	1		5	29
S1	10	1		2	5		2																1	2			23
S2				1			1						3					1	2		2	2		5	1		18
S3			1	1					1						1	3						1	2				10
S4				1				1		2				13	2	1					1			2		1	24
F1	2			1				1		14							1				1			1			21
F3							1					1															2
F4				3						2			1		1												7
T1				1		1	4			1				1				2									10
T2							3				1									1							5
P1-3																					3						3
P4-7							1				2								6	5				1			15
M1				3	4			2	2	1			9	2			2					1				4	30
M3-4	10	6	5		2			3	3	5		1									1	4		2			42
M5											2													1			3
M7-9	2							2	4			1	3	4					2		5			4			27
V																						1					1
X													3								1						4
TOT	27	39	6	15	34	4	77	9	10	35	9	6	23	20	3	2	6	3	10	10	17	24	4	24	0	11	

Figura 16 - From-to-chart reparto officina

Come si nota dalla figura, il collaudo è la zona maggiormente visitata, in quanto qui convergono tutti i prodotti dalle tre risorse di saldatura e dai box di saldatura dei tubi, che devono terminare il proprio ciclo produttivo. Poi, attraverso il supporto di Solid Edge, si è analizzato il sistema di produzione attuale in termini di layout, aree a disposizione, strutture, attrezzature, mezzi, personale e procedure operative per l'asservimento dei materiali nelle aree di lavoro e stoccaggio. Si sono rilevati vincoli riguardo a relazioni di vicinanza/lontananza extra-flusso, come illustrato in figura 17, all'interno dei singoli reparti e analizzato il flusso informativo per la programmazione della produzione ai vari reparti/macchine.

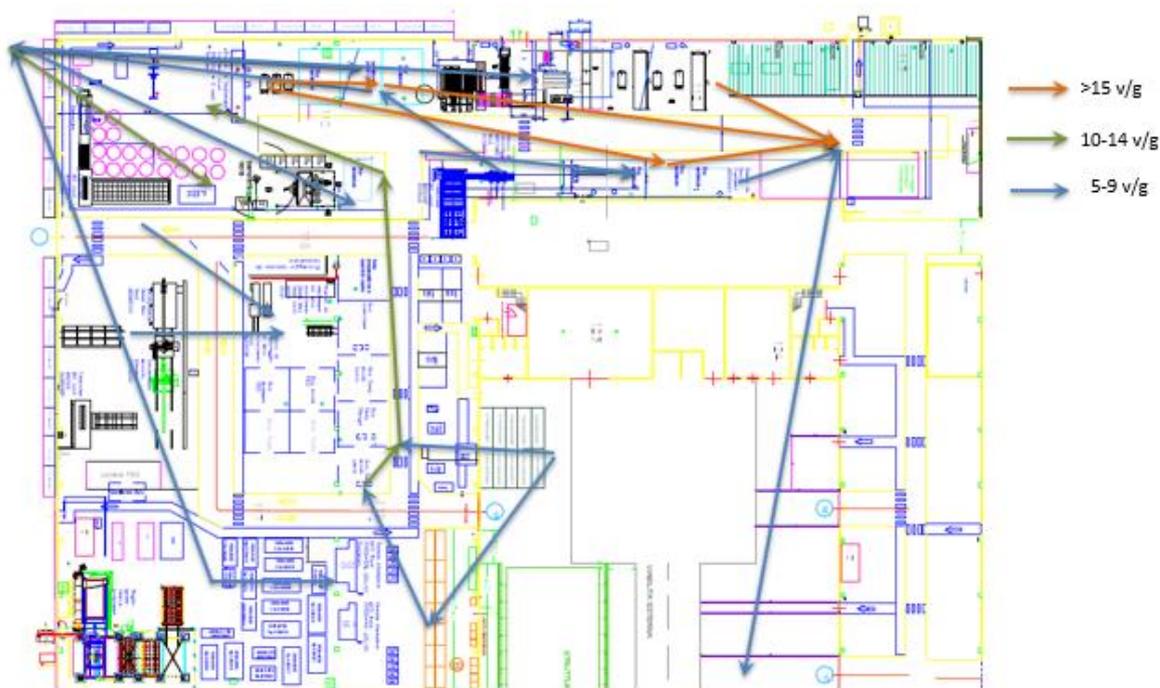


Figura 17 - Flussi principali medi reparto officina

A tal proposito sono stati inseriti solo spostamenti che hanno una particolare rilevanza suddividendoli in tre categorie in base alla loro intensità: tra 5 e 9 viaggi/giorno, tra 10 e 14 viaggi/giorno, più di 15 viaggi/giorno. Alle tre categorie è stato dato un colore diverso, rispettivamente azzurro, verde e rosso.

Dalla figura, oltre ad emergere nuovamente il ruolo centrale svolto dal collaudo, si nota come alcune zone che dialogano con una discreta frequenza tra di loro siano molto distanti come la zona di collaudo e la zona di stoccaggio dei serbatoi che dovranno essere zincati o vetro porcellanati, o il reparto di taglio laser con la zona dove vengono stoccate le lamiere da calandrare.

In assemblaggio risultano esserci meno spostamenti tra i vari sotto reparti rispetto all'officina e soprattutto un minor utilizzo del carrello elevatore, a vantaggio di un uso più elevato di transpallet manuali ed elettrici. Anche in questo caso in figura 18 vengono riportati i valori medi degli spostamenti relativi a due giorni lavorativi, codificando ogni sotto reparto con una lettera in aggiunta eventualmente ad un numero: VE indica la verniciatura; T0 per l'area di stoccaggio dei tubi post verniciatura; S1, S2, S8 tutte aree di stoccaggio di materiale; X per indicare il reparto di taglio e cucitura; R rappresenta la zona di finitura serbatoi schiumati; N per il reparto di schiumatura; D invece area di stoccaggio della coibentazione; P per indicare le zone esterne di stoccaggio di materiale; M indica il magazzino principale; C è per il reparto coibentazione serbatoi; Q indica l'isola di montaggio; V per l'isola coibentazione tubi e pompe; LS è la linea di assemblaggio scambiatori di calore a piastre ispezionabili; L1, L2-L3 indicano le tre linee di assemblaggio; LN rappresenta l'area

di stoccaggio del materiale a fondo linea 1, 2 e 3; E indica il magazzino componenti elettrici infine con A è indicato il reparto spedizioni.

	VE	TO	S1	X	R	N	D	P	M	C	Q	S2	S8	V	LS	L2-3	L1	LN	E	A	TOT
VE									1	3		4		1		1	5	2		1	16
TO												3				3	3				8
S1						1		1		28		3				1				1	34
X							4	1		2						1					6
R								2				6									7
N			1		16			1				1									18
D										33											33
P		3	1		1				7		1	1			1					1	13
M								1			2	9		2	1	8	11			3	36
C			2		1			2			1	33					2			11	49
Q												6							1	1	7
S2	1		2						1		6		5			21	11			13	57
S8												5									5
V												10				2	3				15
LS												1				1					1
L2-3								1				1		2		8	1			10	22
L1										1		5		1			8			8	22
LN	1		1							1											2
E																	1				1
A									1			1	1								2
TOT	1	3	6		17	1	4	6	9	66	9	85	5	5	2	43	44	2	1	47	

Figura 18-From-to-chart reparto assemblaggio

Come era facile aspettarsi, le zone maggiormente visitate sono il reparto coibentazione, le linee di assemblaggio e il reparto spedizioni, questo perché la maggior parte dei prodotti segue questo ciclo di lavorazione. A questi va aggiunta la zona S2, ovvero una grande zona di stoccaggio al centro del reparto assemblaggio, in cui vengono depositati i materiali che poi andranno sulle linee, in spedizioni o verso altri reparti.

La figura 19 rappresenta graficamente tutti gli spostamenti che possono avere una valenza significativa all'interno del reparto. Anche in questo caso sono stati divisi gli spostamenti in 3 categorie: in azzurro i viaggi compiuti tra 4 e 7 volte/giorno, in verde i viaggi compiuti tra 8 e 14 volte/giorno, in rosso i viaggi compiuti più di 15 volte/giorno.

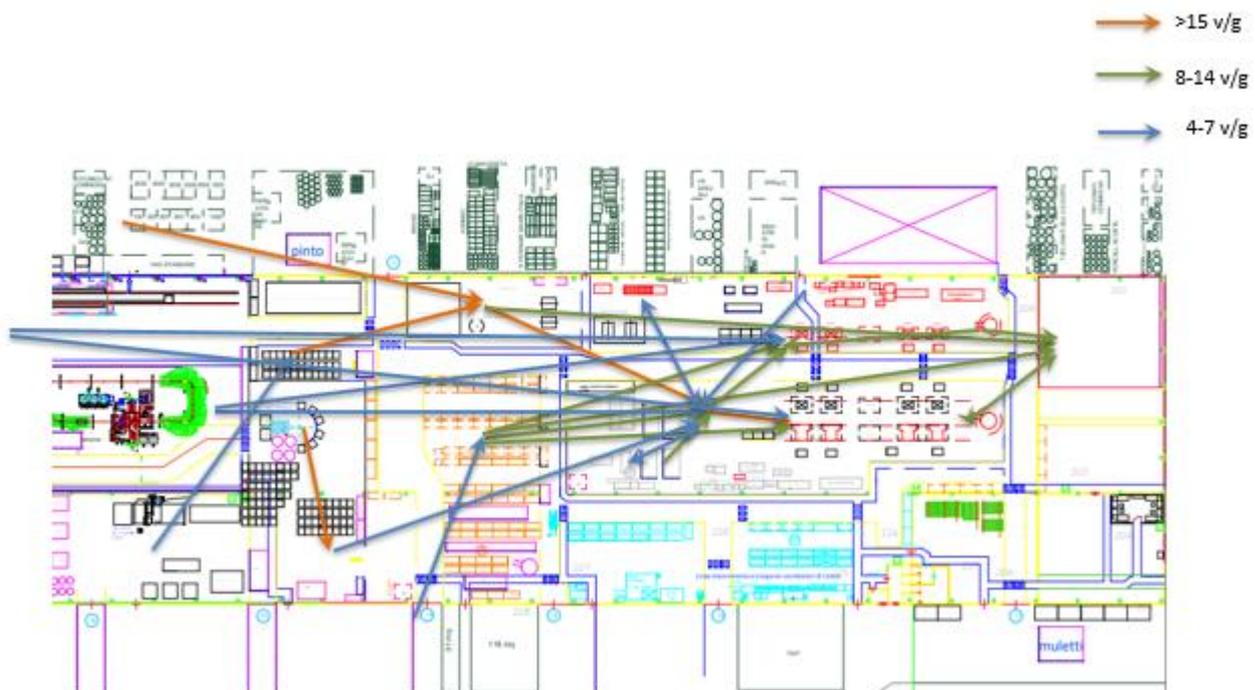


Figura 19-Flussi principali medi reparto assemblaggio

Dalla figura si notano facilmente tre aspetti: il primo è la centralità della zona S2, sia fisica (in quanto si trova al centro del reparto assemblaggio), sia logistica (è la zona dove convogliano la maggior parte dei flussi). Il secondo punto riguarda la direzione verso la quale convergono le frecce, ovvero tutte o quasi sono orientate verso il reparto spedizioni a valle del reparto. Infine, anche in questo caso si nota la presenza di alcuni flussi tra reparti molti distanti tra loro, come per esempio quelli che coinvolgono la zona T0 di stoccaggio dei tubi post verniciatura.

2.2 Analisi dello stoccaggio interoperazionale e del sistema informativo

Fondamentale per lo studio del layout *as-is* è la rilevazione delle aree dedicate allo stoccaggio e la determinazione della loro grandezza e delle principali interazioni che hanno con le aree produttive. Di fatto si è visto in precedenza quanto una zona di stoccaggio *wip* possa avere un ruolo determinante nella gestione dei flussi fisici dei materiali. Oltre che a considerare lo stabilimento produttivo, è necessario tener conto dei due magazzini all'interno del capannone industriale ospitante un centro commerciale all'ingrosso "il Gigante", situati a circa 500 metri in linea d'aria dallo stabilimento produttivo.

L'analisi è stata condotta rilevando prima le aree di stoccaggio, rappresentate sul layout in figura 20 tramite il software Solid Edge e misurata la grandezza di ogni area per poter avere un'indicazione della superficie totale occupata. Questa è stata divisa in tre parti: area interna allo stabilimento produttivo, area esterna allo stabilimento produttivo e area interna dei magazzini presso "il Gigante".

A interna: 4.400 m²
 A esterna: 12.860 m²
 A mag gigante: ≈ 1.100 m²
A tot: ≈ 18.000 m²

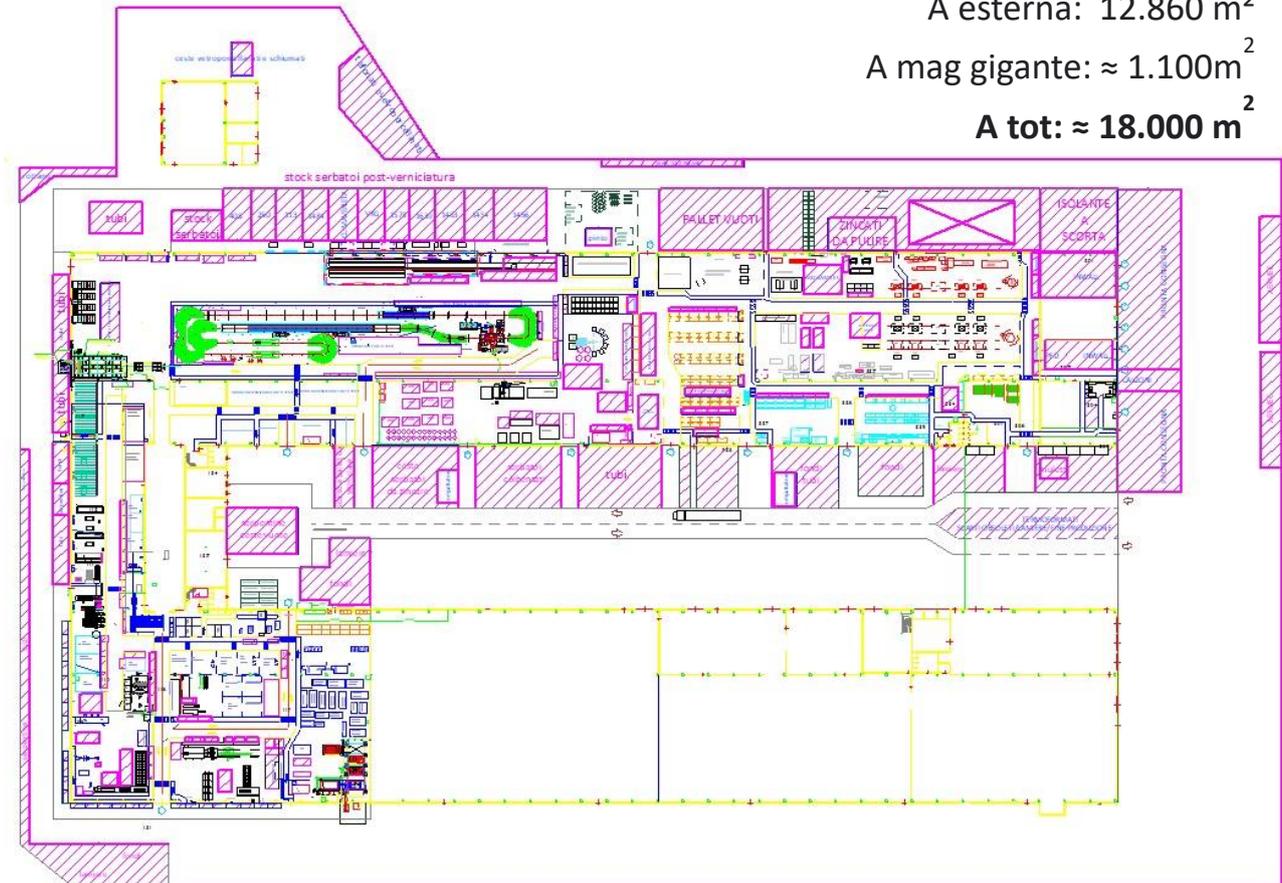


Figura 20- Aree di stoccaggio

Dopo aver determinato le zone di stoccaggio, si sono indicate quali aree di stoccaggio fossero da modificare in base all'utilizzo giornaliero, mediante la suddivisione in quattro categorie, a seconda degli utilizzi nell'arco di due settimane: area "corretta", area "sottodimensionata", se la dimensione è ritenuta troppo piccola per le reali necessità di stoccaggio, area "materiale obsoleto" e area "posizione migliorabile", se situata in un punto troppo lontano rispetto ad alcune risorse che frequentemente interagiscono con esse.

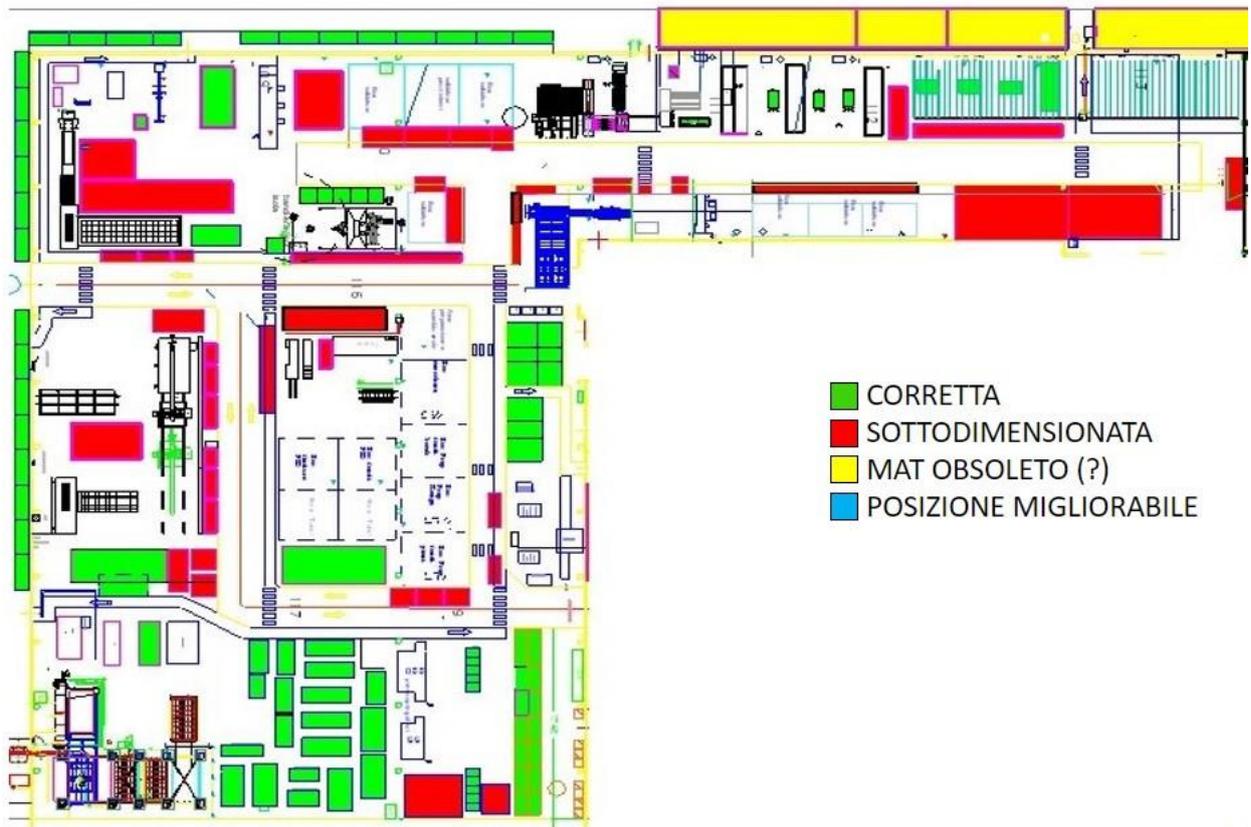


Figura 21 - Aree di stoccaggio reparto officina

In figura 21 si nota come le zone di stoccaggio dell'officina che più sono soggette all'essere sottodimensionate sono quelle in prossimità dei box di saldatura dei serbatoi e nella zona di collaudo, risultando invece corretta quella relativa allo stoccaggio delle lamiere da tagliare al laser e valutata sufficiente la zona di stock dei tubi da tagliare tramite la segatrice.

Mentre, in assemblaggio le zone maggiormente soggette ad uno scarso dimensionamento sono quelle relative allo stoccaggio di materiale prima dell'assemblaggio in linea oltre che alla zona di stoccaggio dei serbatoi schiumati e all'area riservata al materiale destinato all'accettazione.

Poi si è passati all'analisi del sistema informativo per il tracciamento ed il controllo dell'avanzamento dei semilavorati.

In figura 22, è illustrata la distribuzione del tempo per la realizzazione di un NRB 300 litri, secondo le tempistiche di *E-Solver* pari a 505 min/pz.



Figura 22 - Tempistiche NRB 300 litri su gestionale

Successivamente sono illustrate le distribuzioni del tempo per la realizzazione di un NRB 300 litri, secondo le tempistiche prese sul campo pari a 384 min/pz, con focus sulle attività dell'officina (figura 23) e dell'assemblaggio (figura 24).

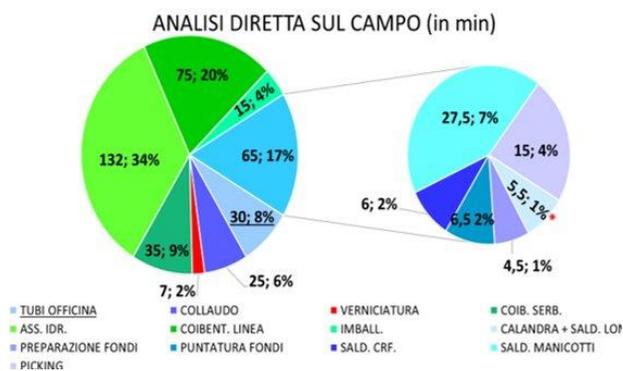


Figura 23 - Tempistiche officina

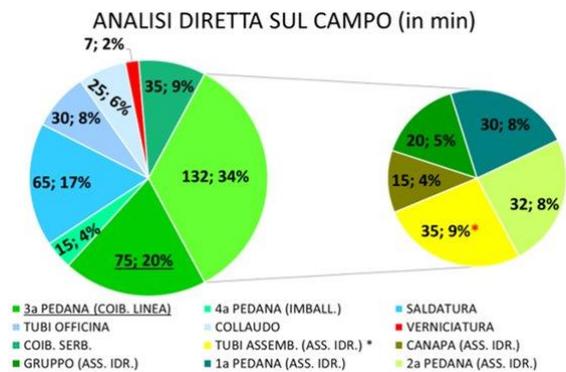


Figura 24 - Tempistiche assemblaggio

In sintesi, la distribuzione del tempo per la realizzazione di un NRB 300 litri e relativo assemblato, secondo le tempistiche prese sul campo (officina, verniciatura, assemblaggio) che su *E-Solver* non appaiono perché facenti parte di una voce unica.

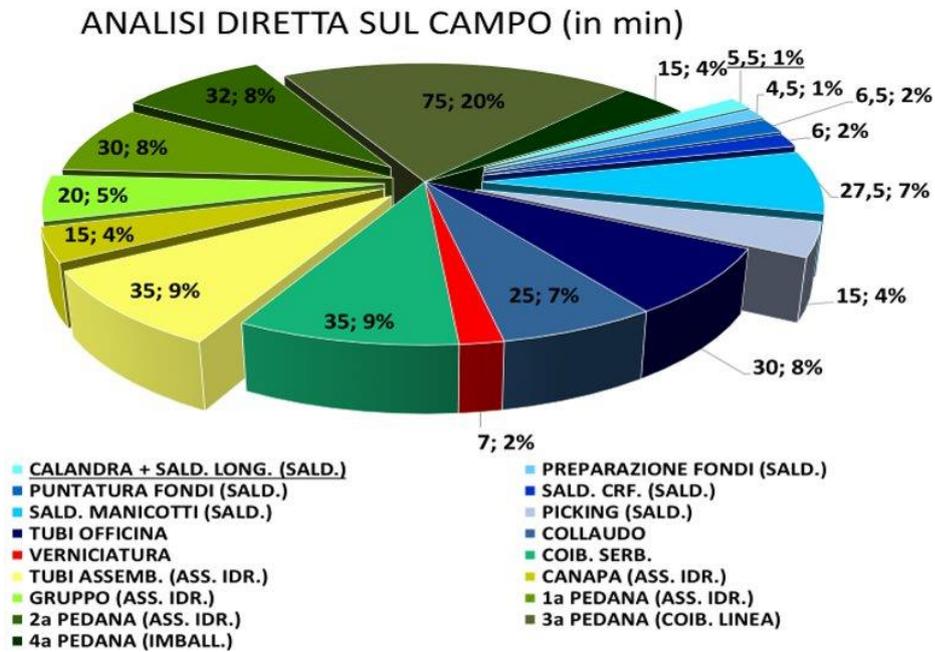


Figura 25 - *Control point* reali NRB 300

Dando un primo sguardo alla figura 25, si ha la percezione di una prevalenza di aree di colore verde, intervallate solo saltuariamente da aree rosse o gialle. Questo potrebbe far pensare ad una quasi totale correttezza del dimensionamento delle aree di stoccaggio, con solo alcune zone di stoccaggio che necessiterebbero di una rivalutazione. Ciò è dovuto al fatto che le zone di stoccaggio interne sono molto più piccole di quelle esterne, e quest'ultime essendo in maggioranza zone con un corretto dimensionamento, fanno pensare ad una buona situazione di stoccaggio materiali. Facendo però due focus distinti sul reparto officina e sul reparto assemblaggio, si nota come invece ci siano diverse aree all'interno dello stabilimento che necessiterebbero di una rivalutazione.

2.3 Mappatura delle attività di picking

Un ruolo fondamentale è quello svolto dall'attività di picking del materiale destinato alle risorse produttive. In officina e in assemblaggio questa attività viene svolta in entrambi i casi dai *pickers*.

2.3.1 Picking officina

In officina viene fornita al *picker* una lista materiali per ogni ordine di produzione, la quale viene scaricata direttamente dal software gestionale da parte del responsabile dell'officina. Il *picker* preleva

il materiale richiesto dal magazzino interno e dalle altre aree di stock esterne, lasciando il tutto in una zona prestabilita, vicino ai box di preparazione fondi, da cui verrà prelevato da un saldatore per eseguire la lavorazione all'interno del proprio box.

Il *picker* segna sulla picking list ciò che ha prelevato, ciò che non ha prelevato perché non di sua competenza, ad esempio le lamiere o alcuni fondi di elevate dimensioni, e ciò che manca perché non presente. In entrambi questi ultimi due casi sarà un carrellista o un altro operatore a fornire al box di saldatura il materiale mancante quando sarà presente. Di seguito viene mostrata una picking list relativa ad un ordine di produzione (figura 26), con le relative marcature da parte dell'operatore responsabile del prelievo del materiale. La spunta identifica che il materiale è stato prelevato, la barra indica che il materiale non deve essere prelevato dal *picker*, la "m" che il materiale è mancante.

Quantità	Distinta / Qta	Materiale / pallinatura disegno / collocazione / giacenza	QT
2,00	1 18.1.3	18-SALDATURA SERB/ Ore 9,00	
8,00	4 804090356	BANDELLA PER UNIONE DOPPIA VIROLA	4,00
9,00	4 804094785X	LAMIERA 1/2 PER CODICE 816011486V	4,00
9,00	4 804094786X	LAMIERA 2/2 PER CODICE 816011486V	4,00
9,00	4 804160109X	STAFFA ZN SUPP POMPE HIDROS 490x443 mm	8,00
9,00	4 804162257X	PIEDE L SERBATOIO HIDROS Ø500	12,00
9,00	4 801060375	MANICOTTO 1/2" - Ø26,6x100 - Fil.20	4,00
9,00	4 801060084	MEZZO MANICOTTO 1"1/4 - Ø49,5x25	8,00
9,00	4 801060003	CURVA FE A SALDARE 3/4" 3D	4,00
9,00	4 801060022	MANICOTTO 1/4" - Ø18,7x25	4,00
9,00	4 801060023	MANICOTTO 3/8" - Ø22,7x26	8,00
9,00	4 803010128	TUBO SS 1/2" NERO SERIE LEGGERA SP.2.3	0,44
9,00	4 803010134	TUBO SS 2"1/2 NERO SERIE LEGGERA SP.3.2	0,68

Figura 26-Lista materiali officina

2.3.2 Picking assemblaggio

I *pickers* del reparto assemblaggio hanno a disposizione dal responsabile una lista contenente cinque ordini di produzione in modo da ottimizzare il processo di picking, anche in relazione alla sua durata media. Come nel paragrafo precedente, anche in questo caso viene segnato su un foglio ciò che si preleva, ciò che non si deve prelevare e ciò che manca. In questo ultimo caso, viene stampato un disegno del pezzo, riposto in una bacheca con il relativo riferimento. Il *picker* suddivide l'attività di

prelievo in quattro fasi: prelievo di materiale dal magazzino (minuteria e giunti), prelievo delle lamiere (basamenti e montanti), prelievo dei tubi tagliati in officina e verniciati, prelievo della pompa/e coibentata nell'isola di coibentazione. Il processo, quindi, risulta essere più articolato rispetto a quello in officina e lo si denota anche dal fatto che per evadere una singola picking list si impiega mediamente un'ora, a conferma dell'importanza di avere una lista di prelievo che permetta di ottimizzare il processo. Anche in questo caso viene contrassegnato sulla lista lo stato del materiale da prelevare e nel caso di mancanza, oltre ad essere segnalato sulla lista, viene stampato un disegno del materiale mancante e viene inserito in una specifica bacheca insieme alla pagina della picking list contenente il codice del pezzo. Di seguito, una picking list relativa a 5 ordini di produzione (figura 27) che dovranno essere svolti nella linea 1 di assemblaggio.

Data Inizio		Data Fine		Codice Prodotto finito Cliente	Codice Componente / Descrizione / Collocazione / Giacenza	oDP	qtà	Risorse
26/01/2023	30/01/2023	838041526X	NRB 500L 1P CIE 3701 L:1793 347480	AERMEC SPA	803100188W TUBO MAND. NRB L:1437 FG VERN.	3,00	26043	N. 1,00 10.1.6
						Tot.	1,00	
26/01/2023	30/01/2023	838041526X	NRB 500L 1P CIE 3701 L:1793 347480	AERMEC SPA	803101571 TUBO NERO 2"1/2 L:149 FF + FORO 3/8"	4,00	26043	N. 1,00 10.1.6
						Tot.	1,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804041022X PANNELLO POSTERIORE VKB 2.0 1000L RAL 7044	1,00	23536	N. 1,00 10.1.2
						Tot.	1,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804041023X TETTO VKB 2.0 1000L RAL 7044	1,00	23536	N. 1,00 10.1.2
						Tot.	1,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804041024X PANNELLO INFERIORE VKB 2.0 1000L RAL 7044	3,00	23536	N. 3,00 10.1.2
						Tot.	3,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804041025X PANNELLO SUPERIORE VKB 2.0 1000L RAL 7044	3,00	23536	N. 3,00 10.1.2
						Tot.	3,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804081049X MONTANTE VKB 2.0 1000L RAL 7044	2,00	23536	N. 2,00 10.1.2
						Tot.	2,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804161789X LONGHERONE VKB 2.0 1000L RAL 7044	2,00	23536	N. 2,00 10.1.6
						Tot.	2,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804161790X TESTATA VKB 2.0 1000L RAL 7044	2,00	23536	N. 2,00 10.1.6
						Tot.	2,00	
30/01/2023	1/02/2023	838050104X	VKB 2.0 - 1000L +RES. +LIV. RAL 7044	DAIKIN APPLIED EUROPE S.p.A.	804161791X TRAVERSO VKB 2.0 1000L RAL 7044	2,00	23536	N. 2,00 10.1.6
						Tot.	2,00	
26/01/2023	30/01/2023	838041526X	NRB 500L 1P CIE 3701 L:1793 347480	AERMEC SPA	804161839X PIASTRINO COLLARE PP 2" - 2"1/2 ZN	190,00	26043	N. 2,00 10.1.6
						Tot.	2,00	
26/01/2023	30/01/2023	838040982X	NRL 300L 1P CIE 3706/1VID UL 396911	AERMEC SPA	812021341 LOWARA CIE 3706/1VID SOFF. UI	1,00	26040	N. 1,00 10.1.6
						Tot.	1,00	
26/01/2023	30/01/2023	838040982X	NRL 300L 1P CIE 3706/1VID UL 396911	AERMEC SPA	816010519 SERB. NRL 300L COIB.	0,00	26040	N. 1,00 10.1.6
						Tot.	1,00	

Figura 27-Lista materiali assemblaggio

2.3.3 Analisi dei mancanti al momento del picking

Si sono analizzati poi i prodotti mancanti durante il picking. Questa analisi redatta su 100 liste di prelievo, come si nota in figura 28, ha evidenziato 43 liste con mancanti, in cui quindi è presente almeno una "m" segnalata dal picker.

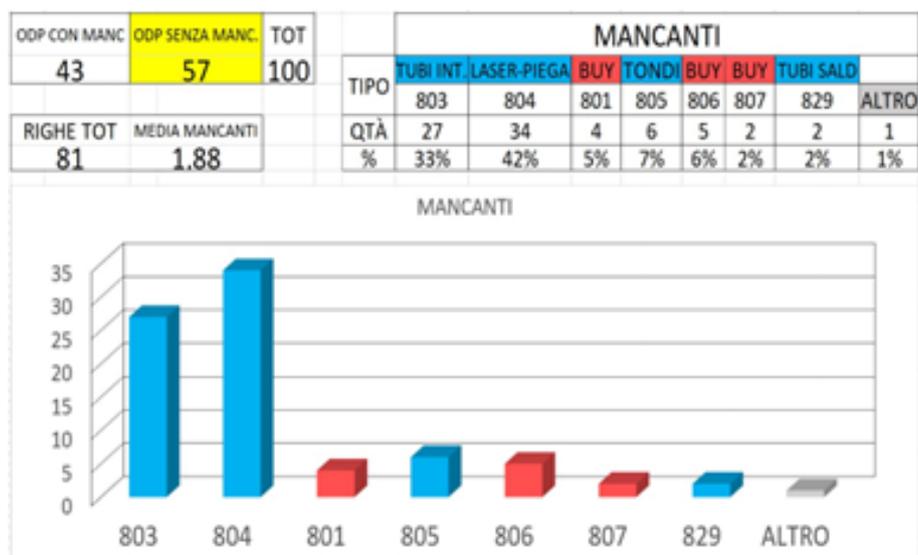


Figura 28-Analisi mancanti officina

Tra le liste mancanti il numero di righe mancanti è pari a 81, quindi con un rapporto di 1,88 righe mancanti su ciascuna lista per quanto riguarda l'officina.

Mentre, riguardo al reparto assemblaggio, su 200 liste di prelievo, come si nota in figura 29, sono state evidenziate 30 liste con mancanti pari quindi al 15%.

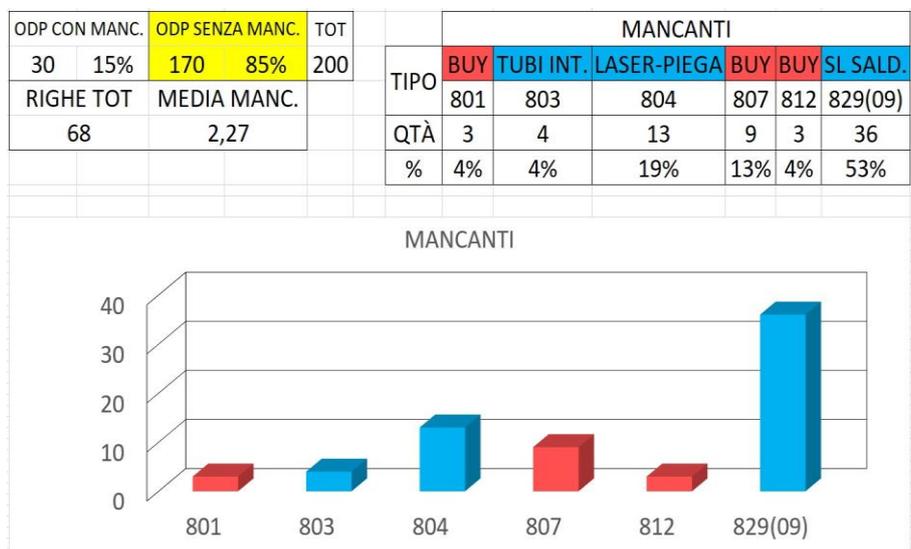


Figura 29-Analisi mancanti assemblaggio

Tra le liste mancanti il numero di righe mancanti è pari a 68, quindi con un rapporto di 2,27 righe mancanti su ciascuna lista per quanto riguarda l'officina.

2.3.4 Allineamento fra giacenza fisica ed informativa

Riguardo a questo allineamento la situazione è eterogenea per i seguenti motivi, elencati nelle successive tabelle:

- Possibili errori in distinta base o nelle procedure di carico/scarico;

Componente	Giacenza a magazzino	Giacenza <i>E-solver</i>
Manicotto (801060444)	7	- 121

- Prelievo materiale non ancora “avanzato” ma dichiarato in produzione;

Componente	Giacenza a magazzino	Giacenza <i>E-solver</i>
Manicotto (801060395)	0	57

- Il codice viene utilizzato per la produzione di uno o più serbatoi, poi rimosso in una fase di lavorazione successiva e non ricollocato a magazzino.

Componente	Giacenza a magazzino	Giacenza <i>E-solver</i>
Mezzo manicotto (801060082)	321	1099

Capitolo 3

3. PROGRAMMAZIONE DELLA PRODUZIONE

In questo capitolo verrà trattata la programmazione della produzione in cui il sistema informativo svolge un ruolo fondamentale all'interno di ogni azienda, soprattutto al crescere della grandezza e della complessità della stessa, perché permette di avere un supporto informatico che possa gestire tutte gli aspetti legati alla produzione. Nel paragrafo verranno esposti i principali passaggi svolti per la programmazione della produzione e la dichiarazione degli avanzamenti di fase, oltre che a tutti i documenti utilizzati in fase produttiva.

3.1 Creazione dell'ordine di produzione

L'ordine di produzione si genera tramite un ordine di vendita, il quale viene generato dall'ufficio commerciale e inviato all'ufficio pianificazione. Le due parti devono trovare un accordo per la determinazione di una data di consegna del prodotto finale: l'ufficio commerciale proporrà come data quella proposta dal cliente, l'ufficio pianificazione dovrà interrogare le risorse impiegate per la realizzazione dell'ordine e verificare per quale data potrà essere realmente pronto il prodotto finale. Individuata la data, l'ordine di produzione viene inserito all'interno del software gestionale, il quale schedulerà le attività da svolgere attribuendo ad ogni fase due date: data di inizio e data di fine lavorazione.

3.2 Esecuzione dell'ordine di produzione e avanzamenti di fase

Ogni giorno ogni reparto riceve dal centralino tutte le schede relative alla produzione dei vari ordini di produzione: cartellino di lavorazione, distinta base, etichette, lista sommaria degli ordini di produzione da evadere nella giornata, eventuali schede per la qualità e la sicurezza ed eventuali manuali.

La schedulazione delle attività è affidata ai capi reparto, che assegnano priorità ai vari task basandosi su vari fattori, tra cui data di consegna, ritardo materiale e risorse disponibili. Al termine della

giornata, ogni responsabile di reparto e sotto-reparto procede con la dichiarazione degli avanzamenti, controllando ciò che è stato svolto durante l'arco della giornata lavorativa. In questo modo viene aggiornato il piano di produzione e si avrà una visione completa di ciò che ancora non è stato fatto.

Come analizzato nel capitolo 2, nel reparto assemblaggio, il *picker* riceve inoltre una lista diversa, fatta dal responsabile, il quale raggruppa cinque picking list e le ordina per ottimizzare il processo di raccolta. Mentre al laser, la gestione di ciò che deve essere tagliato e pulito è affidata al responsabile laser, il quale si autogestisce le stampe di etichette e fogli di lavoro. Al termine della giornata, il lavoro svolto viene dichiarato su *E-Solver* in base ai pezzi estratti dalla lamiera, il lavoro è organizzato per settimane. Alcuni pezzi che escono dal laser devono essere poi piegati. In questo caso il responsabile del laser consegna ai piegatori un foglio filtrato da *E-Solver* che poi compileranno a penna per l'avanzamento di fine giornata. Questi prendono dal laser i pezzi che presentano una data fine più vecchia, gestendosi quindi a vista. In officina, per la schedulazione delle attività, si usano direttamente le liste degli ordini di produzione giornalieri, appese nelle bacheche, in cui vengono indicate le priorità e successivamente chi ha eseguito la saldatura dei manicotti; gran parte del lavoro viene comunque gestito a voce o a vista. Al collaudo invece il lavoro è organizzato quasi interamente a vista, in base alle urgenze, date di fine e mole di lavoro. Al termine di un collaudo, l'operatore che l'ha eseguito scrive la propria iniziale sulla lista ordini di produzione per poter poi dichiarare l'avanzamento. In verniciatura. La gestione è a vista, così come la consuntivazione dell'attività avviene tramite un segno sulla lista degli ordini di produzione, per permettere il successivo avanzamento su *E-Solver*. In assemblaggio. Il responsabile schedula con una settimana di anticipo. Il foglio a lato viene appeso nelle bacheche ad inizio linea e nel momento in cui una macchina entra nella prima stazione, l'ordine di produzione corrispondente viene evidenziato. Al termine della giornata il responsabile assemblaggio ispeziona le linee annotandosi ciò che è stato realizzato per poter dichiarare gli avanzamenti successivamente. La gestione del reparto coibentazione avviene in due modi: una parte del programma viene fatto dal responsabile assemblaggio, che fornisce al responsabile coibentazione il prospetto dei serbatoi che serviranno in linea. Il resto viene gestito tenendo conto della solita lista degli ordini di produzione giornalieri fornita dalla pianificazione. La consuntivazione avviene col solito metodo: prima penna, poi "pistola". In schiumatura i serbatoi arrivano sia da dentro (officina, post collaudo), sia da fuori (post zincatura/ vetro-porcellanati). Dopo essere stati schiumati, possono essere destinati alla fase di assemblaggio oppure all'imballaggio per essere stoccati o spediti. Tutta l'attività è gestita a penna sulla lista di produzione e "sparata" a fine giornata. Il reparto scambiatori deve gestire il lavoro dividendolo tra semilavorati che dovranno passare in linea di assemblaggio e prodotti finiti pronti per

la spedizione. Come sempre, il centralino stampa tutta la documentazione necessaria: ordini di produzione giornalieri, lista materiali, etichette e manuali. Solo sul prodotto finito viene posta l'etichetta (di spedizione); il semilavorato, viene solo accompagnato dal manuale, le etichette e la sua lista materiali, sarà poi il *picker* di linea a contrassegnare lo scambiatore con del nastro adesivo con sopra l'ordine di produzione. Solo alcune risorse, come illustrato in figura 30, fungono da *control point* di avanzamento di fase: laser e piegatrice, collaudo, verniciatura, coibentazione, schiumatura, assemblaggio, reparto scambiatori, spedizione.

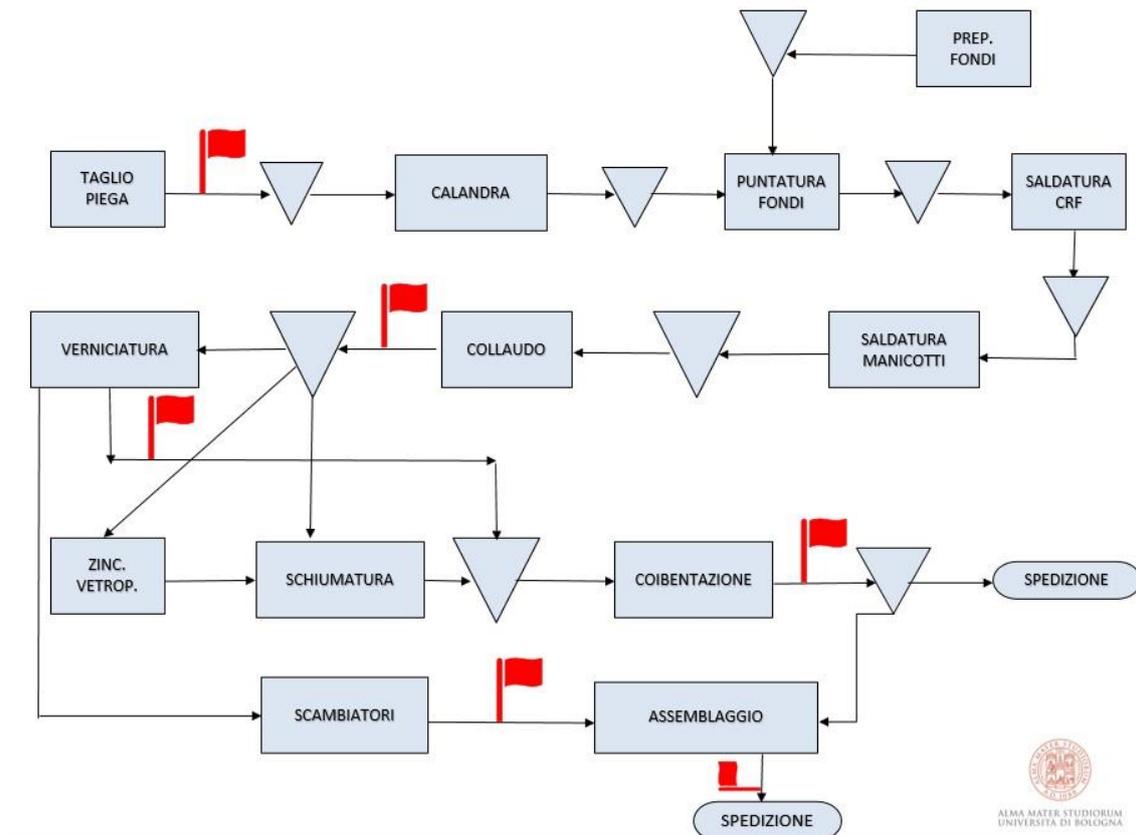


Figura 30- *control point* di avanzamento di fase

3.3 Studio della capacità produttiva

All'interno di questo paragrafo verrà analizzata la capacità produttiva di ogni reparto, in quanto permette di capire quali siano le risorse su cui può essere importante intervenire per poter aumentare la produzione. Nel paragrafo verranno presentate le capacità produttive delle varie risorse seguendo il processo di produzione, raggruppate per tipo di lavorazione, e il metodo con cui sono state stimate.

3.3.1 Reparto officina

La produzione ha come prima fase il taglio laser delle lamiere provenienti dal fornitore, come visto nei capitoli precedenti. Il dato in tabella è stato ricavato facendo una semplice media dei pezzi avanzati da inizio anno al giorno dell'analisi. Tale dato è stato poi confrontato con alcune rilevazioni giornaliere, oltre che ad essere stato discusso con il responsabile del reparto taglio laser.

	Q.tà (pz/g)
Lamiere	820

Mentre per quanto riguarda la piega delle lamiere tagliate, che avviene tramite due presso piegatrici, sono stati fatti alcuni rilevamenti sul campo. La presso piegatrice denominata X1 in genere lavora pezzi di grandi dimensioni, mentre la X2 viene impiegata per pezzi più piccoli.

X1	
Tipo	Q.tà (pz/g)
Grandi	400

X2	
Tipo	Q.tà (pz/g)
Piccoli	700

Per quanto riguarda il reparto officina, si passa poi alla calandratura delle lamiere tagliate. In questo caso non è stato possibile eseguire un calcolo tramite i dati a sistema, in quanto la risorsa calandra, così come le risorse di saldatura longitudinale, preparazione fondi puntatura, saldatura circonferenziale, saldatura finale, taglio tubi e lavorazione tubi non possiedono un *control point* di avanzamento; quindi, il loro avanzamento viene dichiarato solo quando viene eseguito il collaudo finale del serbatoio. Dunque, i dati in tabella sono frutto di stime e di interviste fatte agli operatori e al responsabile di reparto. Con A1 si indica la calandra dedicata ai serbatoi di grandi dimensioni, B1 quella relativa alla linea di saldatura, A10 quella dedicata ai serbatoi con fondo piatto e/o di piccole dimensioni.

A1		B1		A10	
Ø (mm)	Q.tà (pz/g)	Ø (mm)	Q.tà (pz/g)	Ø (mm)	Q.tà (pz/g)
<= 1000	180	200 -500	200	400 - 550	190
> 1000	100			650 - 850	160

Successivamente si ha la saldatura longitudinale delle virole appena calandrate, in cui le risorse che svolgono la saldatura longitudinale sono in tutti e tre i casi collegate alla relativa calandra. Le ipotesi alla base del calcolo delle capacità produttive sono le stesse fatte per le calandre. A differenza della calandratura, il discriminante in questo caso è la lunghezza della virola, che comporta l'aver un cordone di saldatura più lungo.

A1		B1		A10	
Lung. Serb. (mm)	Q.tà (pz/g)	Lung. Serb. (mm)	Q.tà (pz/g)	Lung. Serb. (mm)	Q.tà (pz/g)
<= 1000	85	<= 800	140	600 - 1000	120
1000 - 1500	70	> 800	100	1000 - 1500	100
> 1500	55				

Fase successiva riguarda la saldatura dei fondi che possono essere di due tipi: bombati o piatti. I fondi bombati vengono preparati nelle risorse F1, F2 e R: i primi due sono due box di saldatura in cui la lavorazione viene svolta direttamente da un saldatore, mentre R identifica il robot di saldatura fondi. La preparazione dei fondi piatti invece è associata alla sola risorsa F4. Come si nota, i fattori utilizzati per la stima della capacità produttiva in entrambi i casi sono il numero di manicotti da saldare e la presenza o meno dei piedi da attaccare al fondo.

F1		
N° manic	Piedi	Q.tà (pz/g)
1	NO	200
1	SI	30
> 1	NO	70
> 1	SI	25

ROBOT		
N° manic	Piedi	Q.tà (pz/g)
1	NO	160
1	SI	70
> 1	NO	100
> 1	SI	55

Mentre la fase che congiunge la virola calandrata e i fondi preparati è la puntatura, quindi l'applicazione di punti di saldatura tra fondo e virola. Nelle tabelle troviamo in successione le risorse di puntatura relative alla lavorazione di serbatoi di grandi dimensioni, linea di saldatura, a cui va aggiunta quella relativa alla saldatura di serbatoi piccoli o con fondo piatto. La lavorazione viene eseguita in tutti e tre i casi da un saldatore mediante l'utilizzo di una pedana che permette la rotazione della virola sul proprio asse, in modo da poter visitare agevolmente ogni punto della circonferenza. Anche in questo caso, i dati in tabella si rifanno a stime fatte tramite indagini ed interviste sul campo, individuando nel diametro del serbatoio il discriminante adatto all'analisi.

A3	
Ø (mm)	Q.tà (pz/g)
<= 800	55
800 - 1200	40
>= 1200	30

B2	
Ø (mm)	Q.tà (pz/g)
<= 300	75
> 300	50

La saldatura circonferenziale dei fondi alla virola avviene in successione alla puntatura. Le tabelle si riferiscono alle risorse conseguenti la puntatura dei fondi, rifacendoci ancora una volta a stime fatte tramite lo studio dei cicli di lavorazione di alcuni prodotti, oltre che ad interviste ad operatori e responsabili. Ancora una volta, il diametro del serbatoio risulta essere il fattore che maggiormente veicola la capacità produttiva.

A4	
Ø (mm)	Q.tà (pz/g)
<= 800	55
800 - 1200	40
>= 1250	30

B3	
Ø (mm)	Q.tà (pz/g)
<= 300	60
> 300	40

La saldatura finale comprende tutte le lavorazioni da eseguire sul serbatoio per poter saldare a questo i vari componenti che lo caratterizzano (manicotti, flange, tubi, ecc.). In generale risulta essere un'operazione molto lunga in relazione alle precedenti e questo implica un numero elevato di risorse dedicate. Le risorse A6, A7, A8, A9 sono box di saldatura finale che, data la loro superficie, si occupano principalmente di serbatoi di grandi dimensioni; B4, B5, B6, B7 sono box di saldatura che si occupano di serbatoi di piccole-medie dimensioni e/o con fondo piatto. Infine, la risorsa A13 si riferisce alla saldatrice dei manicotti inserita nella linea di saldatura. Ciò che caratterizza la capacità produttiva di questi box di saldatura è la dimensione del serbatoio da lavorare e il numero di elementi

da saldare, per la stima è stato considerato solo il numero di manicotti, vista la loro maggior presenza all'interno dei serbatoi rispetto, ad esempio, alle flange.

A6		
Volume	N° manic	Q.tà (pz/g)
300 - 1000	<= 7	15
300 - 1000	8 - 15	12
300 - 1000	> 15	8
> 1000	<=7	8
> 1000	10 - 15	5
> 1000	> 15	3

A7		
Volume	N° manic	Q.tà (pz/g)
300 - 1000	<= 7	15
300 - 1000	8 - 15	12
300 - 1000	> 15	8
> 1000	<=7	8
> 1000	10 - 15	5
> 1000	> 15	3

Per la fase di taglio dei tubi è stato richiesto all'operatore addetto alla segatrice di annotare, durante due giornate lavorativa, i codici dei tubi tagliati e le relative quantità. I dati raccolti sono stati poi incrociati con alcuni tempi rilevati sul campo, permettendo quindi di ricavare i dati in tabella, suddivisi per spessore del tubo.

T1	
Ø (mm)	Q.tà (pz/g)
2"-2,5"	375
3"	250
4"-6"	150
>8"	80

T2	
TIPO	Q.tà (pz/g)
TUBO	60
COLLETTORE	20

Mentre per quanto riguarda le due risorse impiegate per la saldatura di tubi e collettori, sono rappresentate da due operatori, i quali svolgono entrambi la stessa mansione senza distinzione.

Infine, come ultima fase in officina, il semilavorato passa al collaudo, in cui viene collaudato come spiegato nei capitoli precedenti. Qui si trovano quattro pedane, per il collaudo di serbatoi medio-piccoli, servite da due operatori a due a due (C1-2, C3-4), e una pedana grande per il collaudo di serbatoi di grandi dimensioni.

C3-4	
Volume serb.	Q.tà (pz/g)
< = 200 L	32
200 -500 L	22
400 - 700 (2000) L	12

C5	
Volume serb.	Q.tà (pz/g)
500 - 1000 L	32
1000 - 2000 L	22
> 2000 L	12

3.3.2 Reparto verniciatura

Per il reparto di verniciatura è stata considerata solo la cabina di verniciatura a liquido, eseguita da un operatore. I tempi ricavati durante l'analisi hanno portato alla suddivisione della capacità produttiva in base a 2 fattori: la capacità del serbatoio e il fatto che questo sia o meno un prodotto PED.

Lung. Serb.	Tipo	Q.tà (pz/g)
<= 1000	NORMALE	75
<= 1000	PED	7
> 1000	NORMALE	20
> 1000	PED	4

3.3.3 Reparto assemblaggio

Il reparto assemblaggio è composto, in base ai tipi di lavorazione che dovrà subire il semilavorato, dall'area di coibentazione che ha un numero di postazioni variabile (tipicamente sei). Qui gli operatori ricoprono con uno strato di polietilene il serbatoio, sfruttando due cavalletti tramite i quali viene posizionato il semilavorato orizzontalmente per permetterne la rotazione sul proprio asse. I dati organizzati in tabella fanno riferimento ad una giornata media, in cui solo alcune postazioni si occupano di serbatoi di grandi dimensioni.

COIB 1	
Volume serb.	Q.tà (pz/g)
< = 200	20
200 - 1000	10

COIB 2	
Volume serb.	Q.tà (pz/g)
< = 200	16
200 - 1000	9
> 1000	5

Poi successivamente si ha l'area di schiumatura è composto di un macchinario che, muovendosi a 180°, permette di servire un numero massimo di stampi pari a 6. La capacità produttiva dipende dal tipo di serbatoio servito, in quanto aumentando le dimensioni, aumentano i tempi di maturazione del poliuretano all'interno dello stampo. I dati ricavati sono frutto di vari rilevamenti fatti sul campo, oltre che alle solite interviste agli operatori.

Volume serb.	Q.tà (pz/g)
100 L	9
200 L	8
300 L	8

Volume serb.	Q.tà (pz/g)
400 - 500 L	5
750 L	5
800 L	5
1000 L	3

Le tre linee di assemblaggio si comportano in maniera differente l'una dall'altra: la linea 1 e la linea 2 si occupano rispettivamente di prodotti standard come il serbatoio NRB da 300 litri e prodotti schiumati come l'Emix.

LINEA 1	
Tipo	Q.tà (pz/g)
STANDARD	10

LINEA 2	
Tipo	Q.tà (pz/g)
EMIX	7

Mentre la linea 3 lavora vari tipi di prodotto, riconducibili alle tre classi individuate in tabella. L'isola, invece, si compone di una pedana servita da un operatore e assembla prodotti relativamente più semplici, che non prevedono una parte idraulica.

LINEA 3	
Tipo	Q.tà (pz/g)
STANDARD	10
VKB	12
HP – HPT	6

ISOLA	
Tipo	Q.tà (pz/g)
STANDARD	15

Infine, per quanto riguarda gli scambiatori di calore hanno un'area dedicata, che si compone di una linea per i prodotti di piccola dimensione e di un'isola per quelli più grandi. Le capacità ricavate sono frutto di alcune tempistiche rilevate sul campo, discusse poi con gli operatori addetti a tale reparto.

Tipo	Q.tà (pz/g)
PICCOLO	15
GRANDE	5

Capitolo 4

4. CRITICITÀ

L'analisi *as-is* ha evidenziato varie criticità sotto diversi aspetti che verranno analizzati all'interno di questo capitolo. L'attività svolta, la quale inizialmente doveva essere incentrata sulla ridefinizione del layout e mappatura dei flussi fisici e gestionali, si è allargata andando a toccare vari ambiti aziendali.

4.1 Officina

Nel reparto officina oltre al problema del sottodimensionamento di alcune aree, si aggiunge un diffuso utilizzo del carrello elevatore, il quale risulta essere poco efficiente e pericoloso. La fisionomia del reparto certamente non aiuta la risoluzione di tali problemi: lo sviluppo dell'area è ad "L" con due campate di 15 e 30 m nella zona larga ed una sola di 17 m nella zona più stretta. Oltre alle zone di stoccaggio di materiale individuate nella mappatura dei flussi, al di fuori di ogni box di saldatura vi è spesso stoccato del materiale che, specie nel corridoio del segmento più stretto, ostacola le manovre del carrello elevatore. Nella zona di collaudo transitano in ingresso molti serbatoi e, senza una politica adeguata di programmazione del lavoro, è presente un elevato numero di semilavorati stoccati nell'area accanto. La posizione della linea di saldatura dovrebbe essere ideale per i serbatoi che fuoriescono dall'ultima stazione di saldatura dei manicotti, in quanto quest'ultima confina esattamente con le prime pedane del collaudo. Quindi una volta terminata quest'ultima operazione di saldatura, i prodotti dovrebbero essere collaudati direttamente, avendo una stazione aggiuntiva della linea che ridurrebbe notevolmente le movimentazioni. In realtà ciò non accade, rendendo necessari diversi spostamenti tramite transpallet o carrello elevatore dei serbatoi verso la vicina aree di stoccaggio del collaudo.

4.1.1 Laser

L'area laser effettua il taglio della maggior parte dei semilavorati lavorati in officina e di alcuni semilavorati utilizzati sia in officina che in assemblaggio. Il carico di lavoro del laser rende necessario il suo impiego anche da non presidiato, esponendosi così al rischio di eventuali errori o fermate di produzione riscontrabili solo il giorno seguente, con la conseguente necessità di dover ripetere le operazioni di taglio del programma durante il giorno o eventualmente di dover ri-schedulare le attività.

4.1.2 Isola robotizzata

Per quanto riguarda l'isola robotizzata, essa è esclusivamente preparata per la saldatura di fondi. I fondi bombati possono essere preparati sia da due box di saldatura presidiati entrambi da operatori, sia dal robot di saldatura. Quest'ultimo risulta avere un'efficienza migliorabile:

- Tempi di set up lunghi, a causa della necessaria riprogrammazione della macchina ogni volta che cambia il fondo da lavorare, dunque, si cerca di minimizzare tali tempi e sfruttare il robot per la saldatura di lotti molto grandi di fondi.
- Cicli di lavoro non sempre ottimali, in quanto secondi i vari rilevamenti effettuati risulta più conveniente far saldare i fondi che presentano solo il manicotto centrale ai box di saldatura, lasciando al robot i fondi che devono saldare sul fondo i piedi.
- Competenza del personale per la programmazione dei cicli di lavoro e mantenimento della macchina da verificare, ciò causa un eventuale cattiva saldatura da parte del robot, la quale può avvenire per mal posizionamento del fondo sulla tavola o ruggine che non permette al braccio robot di posizionare correttamente l'arco di saldatura. In tali casi, l'operatore deve riprogrammare la saldatura o correggere tutti i fondi che presentano difetti, generando inefficienza.

4.1.3 Reparto PED

Il reparto PED è collocato in officina e presiede una zona ampia di essa, in quanto sono presenti macchinari e serbatoi di grandi dimensioni. All'interno di questa area, i serbatoi richiedono molto tempo per la fase di verifica di difetti, in quanto i controlli non distruttivi mediante prove ad ultrasuoni

e radiografie vengono operati da un'azienda esterna, che si reca nello stabilimento dopo la richiesta di intervento. Una volta terminata la fase di saldatura, i serbatoi vengono raccolti in due zone limitrofe all'area PED e la verifica viene richiesta solamente quando si è raggiunto un numero discreto di serbatoi da controllare, a discrezione del responsabile dell'officina. Una volta eseguito il test, i serbatoi rimangono nella zona di stoccaggio fino all'arrivo dei risultati dei controlli, in base ai quali il semilavorato dovrà essere sottoposto ad ulteriori modifiche o potrà proseguire verso la verniciatura. Dunque, questi controlli creano un allungamento sostanziale dei lead time di produzione, complicando sia la gestione degli spazi di stoccaggio interni sia i flussi tra i reparti. In tabella 2 sono illustrati alcuni campionamenti giornalieri, uno la mattina e uno il pomeriggio nell'arco di due settimane.

CAMPIONAMENTO AREA PED (OCCUPAZIONE PASSAGGIO PEDONALE PER SERBATOI PED)																				
GIORNO	19/04		20/04		21/04		22/04		26/04		27/04		28/04		29/04		02/05		03/05	
MOMENTO	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
SERB. IN A	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	1	2
SERB. IN B	0	2	2	2	3	3	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Tabella 2-Campionamenti area PED

Sono indicate in tabella le rispettive aree di stoccaggio dei serbatoi, figura 31 e 32.



Figura 31-Zona di stoccaggio A



Figura 32-Zona di stoccaggio B

4.2 Verniciatura

Nel reparto verniciatura, come evidenziato nei capitoli 1 e 2, vi sono due metodologie differenti di lavorazione: a liquido che avviene in cabina e a polvere che avviene in catena. Se per la prima le criticità principale sono affidate alle sole urgenze, per la seconda il discorso è ben diverso, in quanto la maggior parte dei pezzi da verniciare a polvere è destinata a terzi, mentre solo una piccola parte,

come fusti, longheroni e supporti, riguarda direttamente prodotti Fiorini. Questo incide molto sul ritardo che spesso si accumula per alcuni semilavorati che dovranno poi passare per l'assemblaggio. La programmazione del cambio colore avviene con 2-3 giorni di anticipo e risente di alcuni vincoli, come la difficoltà di passare da un colore più scuro ad uno più chiaro. In base alla quantità di pezzi da verniciare a polvere, il cambio colore può avvenire da 0 a 4-5 volte durante una giornata.

4.3 Assemblaggio

Nel reparto di assemblaggio la criticità più rilevante riguarda l'area di accettazione dei materiali, la quale risulta essere sempre satura e con diversi lotti che stazionano anche per diversi giorni nella zona prima di essere collocati a magazzino. Inoltre, l'altra grossa difficoltà sta nel fatto che i pallet con il materiale vengono disposti su più file senza lasciare passaggi tra esse, rendendo impossibile il prelievo di materiale nelle file retrostanti. A tal proposito, in tabella 3, facendo alcune analisi sul campo, sono stati rilevati indici di selettività, ovvero il rapporto tra movimenti utili e movimenti necessari, bassi per il prelievo di vari codici.

Materiale prelevato	Movimenti necessari	Movimenti utili	Indice di selettività	Tempo necessario (min)
Valvola	4	1	25%	3
Pompa	5	1	20%	4

Tabella 3-Indici selettività a magazzino

Ripetendo tali operazioni varie volte durante la giornata, il tempo richiesto per le operazioni di picking di materiale si allungherebbe notevolmente.

Infine, ulteriore criticità riguarda il sottodimensionamento delle aree di stoccaggio nei reparti di taglio e schiumatura, sia nelle aree di giacenza della materia prima per la coibentazione, come polietilene e poliuretano espanso, sia nelle aree di giacenza dei semilavorati, come serbatoi grezzi da schiumare e serbatoi appena schiumati nell'area di finitura. Quest'ultima tematica verrà poi approfondita nel capitolo successivo riguardo alla ridefinizione del layout in tale area.

4.3.1 Schiumatura

Il reparto di schiumatura è caratterizzato da diversi vincoli che creano inefficienza all'interno di esso:

- gestione dello stampo: per poter avere attorno al serbatoio uno strato di poliuretano espanso, la miscela di isocianato e poliolo necessita di una temperatura interna lo stampo tra 32 °C e 37°C; per questa ragione spesso è necessario riscaldare lo stampo prima dell'iniezione se questo risulta ad una temperatura inferiore o viceversa lasciarlo raffreddare. Queste operazioni possono richiedere fino a 30 minuti.
- maturazione nello stampo: una volta iniettata la schiuma nello stampo, è necessario dover attendere la maturazione all'interno del serbatoio. Tale attesa all'interno dello stampo varia da 20 minuti a 80 minuti a seconda della capacità del serbatoio.
- numero di stampi: spesso le stazioni di schiumatura sono tutte occupate, in quanto nello scenario *as-is* il numero di stampi è di sei stampi, costringendo gli operatori a svolgere altre mansioni come la preparazione di altri serbatoi per la schiumatura e la pulizia dei serbatoi schiumati.

4.4 Criticità di gestione

Per la gestione della produzione, vi è un intenso utilizzo del supporto cartaceo per la documentazione: di seguito tutto ciò che viene stampato, da chi e in quali quantità per la singola area produttiva. Per esempio, un singolo ordine di produzione per un serbatoio NRB da 300 litri richiede circa 35 fogli e 9 etichette specifici, comparando in altri 16 fogli (es. lista ordini di produzione giornalieri). Dunque, mediamente, il centralino stampa circa 7-8 kg/giorno, come illustrato in figura 33.



Figura 33-Stampe del centralino divise per reparto

Mentre per quanto riguarda *l'handling* dai materiali, internamente allo stabilimento ci sono diverse aree dedicate allo stoccaggio di materiale *wip*. Queste aree, quasi sempre, non sono state progettate per questa funzione, anche perché molto spesso si tratta di zone in prossimità, o addirittura facenti parte, di corridoi per il passaggio dei mezzi di movimentazione.

Inoltre, come illustrato nel capitolo 2, è presente una diffusa movimentazione tramite carrello elevatore e mediante carroponte, risorsa condivisa, scarsa e caratterizzata da basse velocità di manovra.

Altra tematica critica è la gestione dei materiali a magazzino, in cui è presente un disallineamento fra giacenza fisica e informativa, in quanto, l'eccesso di stoccaggio (ad esempio, per i tubi) è poco tracciato, al netto delle strategie di acquisto per i problemi lungo la supply chain, e di difficile riconoscimento a vista. Inoltre, è presente molto materiale «a terra» che occupa vaste aree, come illustrato in figura 34.



Figura 34-Area stock tubi post-verniciatura

Vi è una mancanza di un magazzino *wms*, per cui ogni *picker* quando preleva il materiale, quest'ultimo non cambia di stato sul gestionale. Ciò comporta una complessità nel controllo di avanzamento. Sono presenti due strategie di picking differenti fra officina (*single order*) e assemblaggio (*grouping* di 5-6 ordini in 4 tipi di carrello: pompa, tubi, lamiera e minuteria). Ed in alcuni casi, vi è una difficile rintracciabilità della merce a magazzino, spesso legata alla memoria degli operatori.

Infine, è presente un significativo stoccaggio "esterno" nei due magazzini del "Gigante", in cui sono stoccati 220 pallet di materiale, come illustrato in figura 35, che dovrebbero stare a magazzino e che implica 1-2 viaggi/gg.



Figura 35-Magazzino "Gigante"

Come evidenziato nel capitolo 2, l'incidenza dei mancanti al picking è significativa, anche se non tutti i mancanti al montaggio richiedono *re-work*. All'interno della cultura aziendale, è presente una

differente gestione dei mancanti: in officina «ricerca» dei mancanti da parte del personale operativo, mentre in assemblaggio *refilling* «chiamato» alla logistica con un processo ad hoc.

La gestione mancanti è, a volte, sollecitata in modo estemporaneo dal picking, un *picker* dell'assemblaggio sollecita l'officina sui semilavorati da produrre, portando fisicamente il pezzo da lavorare nei box di saldatura.

Di seguito è illustrata la lista dello scaduto in assemblaggio (figura 36): in giallo la data pianificata di fine produzione, in azzurro il motivo per il quale ancora non è stato prodotto l'ordine di produzione (mancanza del materiale).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O
	Produzione	Consegna	ODP	Cliente	ODV	CodArt	Articolo	QT	1 JULIAN 2JALAM 3MIKO 4VALENTIN 5JLELLO 6) Alberto 7Salvatore 8Ruggi 9) Vincenzo 10)Ai 11)Petrica 12)Quyum	NUMERO	ETTRICO	COBENTA	ASSEMBLA	ASSEMBLA
2	27/07/2021	(vuoto)	15011 (vuoto)		0 829095426X		PRESSA PER SCAMBIATORI ASSEMBLATA							
15	13/05/2022	29/6/22	2336	ARGOClima SPA	797 840010120X		AQUA UNIT "D" 14 + 2KW	15	1 qe 825010800 13/5 tarda ritirabili solo al 1	7,5	7,5	0,8		
16	17/05/2022	23/6/22	6351	AERMEC SPA	2175 838081719X		FLUSSOSTATO SFJK CON PALETTE 1"+2" (5710051)	1	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail di conferme	0,2				
17	17/05/2022	23/6/22	6351	AERMEC SPA	2175 838081843X		KIT HYDROVAR HVL 4.015 CON ANELLO 5712261	2	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail di conferme	0,33				
18	17/05/2022	23/6/22	6351	AERMEC SPA	2175 838071185X		NRB 2P CIE 370/1 L:2067 3475910	1	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail di con	1,5	3,0			
19	17/05/2022	23/6/22	6351	AERMEC SPA	2175 625020109		KIT CAVI FL + 2P CEA 370/1 + HVL NRB II 3533847	1	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail c	1,0				
20	18/05/2022	23/6/22	5671	AERMEC SPA	1938 838081720X		FLUSSOSTATO SFJK CON PALETTE 1"+1" (5710052)	1	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail di conferme	0,2				
21	18/05/2022	23/6/22	5671	AERMEC SPA	1938 838081843X		KIT HYDROVAR HVL 4.015 CON ANELLO 5712261	2	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail di conferme	0,3				
22	18/05/2022	23/6/22	5671	AERMEC SPA	1938 625020167		KIT CAVI FL + 2P CIE 370/2+ HVL NRG I 3559845	1	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail c	1,2				
23	18/05/2022	23/6/22	5671	AERMEC SPA	1938 838041501X		NRB 500L 2P CIE 370/2 L:2543 3475230	1	carico 23/6 - hydrovar 812030199 max 13/6 mail di con	1,7	3,33			
24	23/05/2022	23/6/22	5674	AERMEC SPA	1938 838081719X		FLUSSOSTATO SFJK CON PALETTE 1"+2" (5710051)	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	0,2				
25	23/05/2022	23/6/22	5674	AERMEC SPA	1938 838081843X		KIT HYDROVAR HVL 4.015 CON ANELLO 5712261	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	0,2				
26	23/05/2022	23/6/22	5674	AERMEC SPA	1938 838071448X		NRGH 1P CIE 370/1 L:2068 3483105	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	1,0	3			
27	23/05/2022	23/6/22	5674	AERMEC SPA	1938 625020134		KIT CAVI FL + 1P CIE 370/1 + HVL NRG I 3559820	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mai	0,7				
32	25/05/2022	23/6/22	8011	AERMEC SPA	2757 838071178X		NRB 1P CIE 370/1 L:2000 3475515	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	1,5	3			
33	25/05/2022	23/6/22	8011	AERMEC SPA	2757 838081719X		FLUSSOSTATO SFJK CON PALETTE 1"+2" (5710051)	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	0,2				
34	25/05/2022	23/6/22	8011	AERMEC SPA	2757 838081843X		KIT HYDROVAR HVL 4.015 CON ANELLO 5712261	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	0,2				
35	25/05/2022	23/6/22	8011	AERMEC SPA	2757 625020121		KIT CAVI FL + 1P CEA 370/1 + HVL NRB II 3533844	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mai	0,7				
36	25/05/2022	23/6/22	8012	AERMEC SPA	2757 838071178X		NRB 1P CIE 370/1 L:2000 3475515	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	1,5	3			
37	25/05/2022	23/6/22	8012	AERMEC SPA	2757 838081719X		FLUSSOSTATO SFJK CON PALETTE 1"+2" (5710051)	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	0,2				
38	25/05/2022	23/6/22	8012	AERMEC SPA	2757 838081843X		KIT HYDROVAR HVL 4.015 CON ANELLO 5712261	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mail 1/6	0,2				
39	25/05/2022	23/6/22	8012	AERMEC SPA	2757 625020121		KIT CAVI FL + 1P CEA 370/1 + HVL NRB II 3533844	1	1 verifica hydrovar 812030199 da conf al 17/6 mai	0,7				
137	10/06/2022	1/7/22	4550	ARGOClima SPA	7315 842030138X		EMIX TANK V2 200L	24	qe 825010781 10/6 mail del 25/5 - rischiodato 1	28,0	2,0	27,2		
149	10/06/2022	16/6/22	9089	AERMEC SPA	3194 838081720X		FLUSSOSTATO SFJK CON PALETTE 1"+1" (5710052)	1	ASSEMBLAGGIO PALETTE COME DA SPECIFICA ST-022 (1"+1"	0,2				
150	10/06/2022	16/6/22	9089	AERMEC SPA	3194 625020075		KIT CAVI FL + 1P CEA 370/2 NRB T3 3533811	1	CAMO D E -> FLUSSOSTATO ... 340 75mm31 4300 0 3					

Figura 36-Lista dello scaduto in assemblaggio

Infine, viene calcolato e continuamente aggiornato il rendimento produttivo, ma con dati poco rilevanti e/o non controllati, ad esempio le ore lavorative vengono ricavate dal quantitativo di ore di presenza giornaliera.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle performance è presente una insufficiente presenza di kpi utilizzati per controllo avanzamento, per lead time di attraversamento, per approvvigionamento, percentuale di prodotti che necessitano riprogettazione e qualità.

Come illustrato in figura 37, riguardo alla non conformità in produzione, il tempo impiegato in ore è significativo se rapportato alla quantità di non conformi.

NON CONFORMITÀ IN PRODUZIONE	Q.TÀ NC	TEMPO IMPIEGATO (ore)
REPARTO COLLAUDO	3	
RILEVATO DA CLIENTE	2	
RILEVATO DA COLLAUDO	1	
REPARTO SALDATURA INOX	4	0,5
RILEVATO DA ASS. IDRAULICO LINEE	2	0,5
RILEVATO DA CLIENTE	1	
RILEVATO DA COIBENTAZIONE SERBATOI	1	
REPARTO SALDATURA PED	2	
RILEVATO DA CLIENTE	2	
REPARTO SALDATURA SERBATOI	162	2,75
RILEVATO DA ASS. IDRAULICO LINEE	3	
RILEVATO DA CLIENTE	43	1,5
RILEVATO DA COIBENTAZIONE SERB.	15	1
RILEVATO DA COIBENTAZIONE TUBI	1	
RILEVATO DA FORNITORE	45	0,25
RILEVATO DA MAGAZZINO ACCETTAZIONE	2	
RILEVATO DA MAGAZZINO PICKING	1	
RILEVATO DA SALDATURA SERBATOI	51	
RILEVATO DA UFF. QUALITA'	1	
REPARTO SALDATURA TUBI	46	3
RILEVATO DA ASS. IDRAULICO LINEE	14	
RILEVATO DA ASS. IDRAULICO TUBI	3	
RILEVATO DA CLIENTE	27	3
RILEVATO DA COLLAUDO	1	
RILEVATO DA SCAMBIATORI	1	
REPARTO TAGLIO LASER	1	
RILEVATO DA SCAMBIATORI	1	
TOTALE COMPLESSIVO	218	6,25

Figura 37-Kpi sul rispetto delle date di consegna

Ulteriore tema di criticità è quello destinato all'approccio della leadership degli operatori in cui è presente, una scarsa condivisione delle informazioni (gestione continua dei disallineamenti del *day by day* con ridotta disponibilità di tempo per la condivisione con i colleghi) e una forte tendenza ai processi «*push*». Infine, è evidente come il legame produzione e ufficio tecnico sia «migliorabile» in aspetti come la gestione delle distinte base e dei cicli di lavorazione.

4.4.1 Programmazione della produzione e controllo avanzamento

Tra le fasi di programmazione della produzione e di esecuzione sul campo vi è una aggregazione differente dei task. Questo concetto è dovuto a tempi su gestionale spesso non rappresentativi come nei casi del collaudo per prodotti standard ed altre fasi per prodotti personalizzati.

Inoltre, vi è una presenza di una debole programmazione della produzione a fronte dei continui disallineamenti, dato che l'aggiornamento dell'avanzamento operativo realizzato direttamente dalla produzione è fatto con diversi approcci, a volte «orale» e «al telefono», in maniera onerosa e poco precisa.

Alcuni reparti, verniciatura e collaudo, lavorano quasi esclusivamente sulle "urgenze": l'annotazione "URG" viene scritta direttamente sul serbatoio dal carrellista (figura 38) una volta ricevuta dal reparto coibentazione la notifica di urgenza riguardo un serbatoio. Dunque, i relativi operatori daranno precedenza a quel determinato semilavorato.



Figura 38-Annotazione urgente sul semilavorato

4.4.2 Gestione del conto lavoro

Questo è un processo molto articolato con molti attori coinvolti e basato su un supporto prevalentemente cartaceo. Esso è interamente gestito dal responsabile magazzino.

Inizialmente, la pianificazione emette ordini di produzione su risorsa del terzista, mediante *E-Solver*, a tutti i terzisti, mentre l'ufficio tecnico, solo per i serbatoi, fa esplosione della distinta base.

Il processo parte quando arriva un ordine di vendita dal cliente, l'ufficio ordini raccoglie l'ordine tramite mail e inserisce l'ordine di vendita in *E-Solver*; dunque, l'ordine di produzione viene assegnato in automatico al terzista.

Successivamente vengono stampate le etichette che dovranno essere applicate sull'imballo del prodotto finito e i DDT da consegnare al terzista con tutti i dati relativi al trasferimento dei materiali. Poi il responsabile magazzino richiede l'emissione dell'ordine di conto lavoro all'ufficio acquisti, gestisce i DDT da inviare al terzista (operazione che avverrà poi tramite l'ufficio spedizioni),

organizza la raccolta dei materiali e si occupa della successiva fase di scarico dei materiali a magazzino. Nello specifico, i materiali da inviare vengono organizzati in base alla disponibilità a magazzino e alla disponibilità presso il terzista e vengono raccolti da un *picker* che li posiziona nella baia di carico.

In questo processo, il responsabile del magazzino non fa invii per ogni ordine di conto lavoro, ma fa invii massivi: vede le mancanze del terzista e, a seconda del volume che ha, invia la spedizione.

Ulteriore criticità all'interno di questo processo è la tracciabilità non puntuale, la movimentazione merci non viene controllata da gestionale, ma la controlla il responsabile magazzino mediante Excel, in cui le giacenze su *E-Solver* non tengono conto dell'impegnato, per cui la pianificazione non è informata sulle giacenze.

Inoltre, non c'è tracciabilità dell'avanzamento della produzione dei terzisti e delle scorte di materiale «fiorini» che hanno disponibile. Le giacenze dei materiali presso i terzisti sono organizzate dal responsabile magazzino su carta. Quest'ultimo invia i documenti di trasporto di ogni ordine di produzione al fornitore e prende documenti con distinta base e schede collaudi per i controlli. Poi interroga fornitore telefonicamente e “riga per riga” chiede al fornitore cosa serve sul campo.

Infine, vi è presenza di extra flussi con consegne a Forlì non attese perché destinate ai terzisti, dunque in azienda arrivano materiali per i terzisti a causa di una cattiva abitudine del terzista.

potessero essere le reali richieste del mercato. Per svolgere l'analisi sono stati ricavati i dati relativi alle vendite dei serbatoi schiumati da inizio anno fino a luglio (mese in cui è stata svolta l'analisi) e approssimati per poter ottenere una stima su base annua di ogni articolo. Ogni serbatoio che subisce il processo di schiumatura viene posizionato all'interno di uno stampo, ognuno di dimensioni differenti in base alla capacità del serbatoio inserito. Per questo, ad ogni articolo è stato attribuito il proprio diametro una volta terminata la fase di schiumatura e la propria capacità, per poter avere poi la possibilità di filtrare i dati secondo questi due fattori.

A seguito dell'analisi relativa ai futuri volumi produttivi, in tabella 4, è stata confermata la necessità di un cambiamento del reparto di schiumatura per poterne ampliare gli spazi e i volumi produttivi.

Øe SERBATOIO (mm)	Schiumati	Numero giorni lavorativi	Q.tà giorno
Ø380 (INWALL)	1800	220	8,2
Ø460 (AR, VK, HC 100 L)	1546	220	7,0
Ø510 (AR, VK, HC 200L)	1076	220	4,9
Ø560 (SMART1-2 200L)	700	220	3,2
Ø590 (EMIX 200/ 300 L)	400	220	1,8
Ø610 (AR, VK, HC, PFA, PUFFER 300L)	704	220	3,2
Ø660 (SMART1-2-HP-HP2 300L)	3100	220	14,1
Ø710 (PUFFER 300L/ AR, VK 500L)	672	220	3,1
Ø750/760 (SMART 1-2-HP-HP2, HC PUFFER, PFA 500L)	1436	220	6,5
Ø850/855 (PUFFER 500L/ SMART1-2-HP 750L/ AR 800L)	738	220	3,4
Ø910 (HC, PUFFER, PFA 750L/ HC 800L/ AR, VK 1000L)	494	220	2,2
Ø1010 (HC, PUFFER, PFA, SMART 1-2-HP- HP2 1000L)	626	220	2,8
Totale	13292	220	60,4

Tabella 4 - Dati previsionali schiumatura

L'ostacolo principale deriva dall'attuale sistema utilizzato per l'iniezione degli stampi: la macchina

essendo vincolata al terreno può servire contemporaneamente un massimo di sei stampi e, a causa dei lunghi tempi di maturazione, risulta spesso ferma.

Inizialmente si sono presi sul campo i vari tempi relativi alla schiumatura in base ad ogni stampo e calcolato il tempo totale che ogni operatore dedica al singolo serbatoio da schiumare. Quindi, si è ricavata la massima capacità produttiva teorica al giorno di ogni stampo, illustrata in tabella 5.

Øe serb (mm)	Num. stampi	t maturazione (min)	t carico (min)	t scarico (min)	pulizia stampo legg. (min)	pulizia stampo prof. (min)	schiumatura (min)	mov. macch. (min)	tempo spost. serb. finito (min)	occupazione per stampo (min)	prep. serbatoio (min)	scarico mat. serbatoio (min)	pulizia area (min)	prep. rosette e tappi (min)	T tot operatore x serb. (min)	Max cap. prod. (pz/g)
Ø380	1	30	1,2	1,5	1,5		0,8	1,5	1	35,5	2	1,2	10,0	20,0	9,7	12,7
Ø460	2	30	1,2	1,6	1,5	8	0,8	1,5	1	36,4	2	1,2			10,6	24,7
Ø510	2	35	1,2	2,2	2	8	0,8	1,5	1	42,2	2,3	1,2			11,7	21,3
Ø560	1	35	1,8	2,7	2		0,8	1,5	1	42,5	10	4,0			22,5	10,6
Ø590	1	40	1,8	2,7	2		0,8	1,5	1	47,5	3	2,0			13,5	9,5
Ø610	1	40	2,4	3,6	2	8	0,8	1,5	1	49,8	3	2,0			15,8	9,0
Ø660	2	45	2,8	2,3	2		0,8	1,5	1	53,1	10	2,5			21,6	17,0
Ø710	1	45	4	4	3		0,8	1,5	1	56,3	3	2,5			17,8	8,0
Ø750/760	2	50	3,8	5	3		0,8	1,5	1	62,1	12	5,0			30,1	14,5
Ø850/855	1	50	3,8	5,5	3		0,8	1,5	1	62,6	10	5,0			28,6	7,2
Ø910	1	50	3,8	6	4		0,8	1,5	1	63,4	3,5	2,5			20,4	7,1
Ø1010	1	70	6,8	8,1	4		0,8	1,5	1	88,5	10	4,5			34,0	5,1

Tabella 5- Tempi di schiumatura divisi per stampo

Successivamente si è passati alla definizione del carico di lavoro da assegnare ad ogni operatore, come illustrato in tabella 6.

Øe serb. (mm)	rich. (pz/g)	t op1 (min)	t op2 (min)	t op3 (min)	pz/g max op1	pz/g max op2	pz/g max op3	op1 nec	op2 nec	op3 nec
Ø380	8,2	4,2	3,2	2,3	97,6	140,6	195,7	0,08	0,06	0,04
Ø460	7,0	4,2	4,1	2,3	97,6	109,8	195,7	0,07	0,06	0,04
Ø510	4,9	4,5	4,9	2,3	91,1	92,5	195,7	0,05	0,05	0,02
Ø560	3,2	15,0	5,2	2,3	27,3	87,1	195,7	0,12	0,04	0,02
Ø590	1,8	6,0	5,2	2,3	68,3	87,1	195,7	0,03	0,02	0,01
Ø610	3,2	6,0	7,5	2,3	68,3	60,3	195,7	0,05	0,05	0,02
Ø660	14,1	13,5	5,8	2,3	30,4	78,0	195,7	0,46	0,18	0,07
Ø710	3,1	6,5	9,0	2,3	63,1	50,0	195,7	0,05	0,06	0,02
Ø750/760	6,5	18,0	9,8	2,3	22,8	45,9	195,7	0,29	0,14	0,03
Ø850/855	3,4	16,0	10,3	2,3	25,6	43,7	195,7	0,13	0,08	0,02
Ø910	2,2	7,0	11,1	2,3	58,6	40,4	195,7	0,04	0,06	0,01
Ø1010	2,8	15,5	16,2	2,3	26,5	27,7	195,7	0,11	0,10	0,01
								1,48	0,90	0,31

Tabella 6-Definizione carico di lavoro in schiumatura

Come si nota in tabella, in base alla richiesta per singolo stampo, saranno necessari 3 operatori nell'area di schiumatura, in cui l'operatore 1 si occupa della preparazione del serbatoio grezzo per

l'introduzione nello stampo, l'operatore 2 si dedica alla preparazione dello stampo, alla schiumatura e alla successiva apertura dello stampo e l'ultimo operatore si dedica alla pulizia e finitura del semilavorato schiumato.

La prima soluzione ipotizzata è stata quella di inserire nella futura area di schiumatura un binario sul quale far scorrere una pedana, controllata tramite un telecomando, che sostenesse il macchinario, i serbatoi di poliolo e isocianato, il *chiller* e il braccio di iniezione. In questo modo la macchina dovrebbe avere la possibilità di servire un numero di stampi maggiore, aumentando la propria efficienza.

La seconda soluzione invece prevede di duplicare il numero di schiumatrici, raddoppiando quindi anche la capacità produttiva. Questa proposta, seppur discussa e realizzata graficamente, presenta sin dall'inizio alcuni problemi rispetto alla soluzione precedente: il primo è il costo di acquisto di una nuova schiumatrice, chiaramente più alto rispetto all'instaurazione di un binario su cui far scorrere una pedana; il secondo è relativo alla capacità produttiva, sebbene risulti raddoppiata, sarebbe sufficiente a servire i 12 stampi già presenti, ma non eventuali altri stampi.

5.2 Proposte migliorative dell'area di lavoro

A seguito delle due eventuali soluzioni da adottare, risulta necessario individuare l'area dove inserire il reparto. Le opzioni valutabili sono risultate due: la prima prevedeva di mantenere il reparto di schiumatura nello stesso punto, cercando di applicare poi la prima o la seconda proposta migliorativa relativa al macchinario all'interno della zona; la seconda invece consisteva nell'inversione del reparto di schiumatura con il reparto di taglio, situato a fianco. Questa seconda proposta, certamente più dispendiosa in termini di tempo e risorse per lo spostamento, si presentava come proposta più vantaggiosa in termini di spazi utilizzabili per un eventuale allargamento del reparto schiumatura, senza ridurre gli spazi dedicati al reparto di taglio.

5.3 Proposte finali

Incrociando le due proposte relative all'ampliamento della capacità produttiva e le due proposte di layout, si ottengono quattro diverse soluzioni. Di seguito verranno descritti i diversi scenari, indicando con A le proposte che prevedono il mantenimento dell'area attuale di schiumatura, mentre con B le proposte relative all'interscambio tra i reparti di taglio e schiumatura. Verranno poi attribuiti i valori 1 e 2 alle rispettive lettere per identificare il diverso tipo di soluzione riguardo la scelta della struttura e del numero di macchinari. Infine, verranno paragonate le due macro-soluzioni in termini di aree di

lavoro, confrontandole con lo scenario *as-is*.

5.3.1 Soluzione A1

Per quanto riguarda la proposta A1, vi è l'introduzione di un sistema a "binario" per la macchina schiumatrice, questo sistema di una lunghezza di circa 20 metri permetterà alla schiumatrice di migliorare l'efficienza e la rapidità negli spostamenti tra uno stampo e l'altro, così da aumentare la capacità produttiva rispondendo alle richieste del mercato. Questa nuova applicazione comporta una gestione diversa delle aree di stoccaggio, come si nota in figura 40, in cui lo stoccaggio dei serbatoi grezzi è posizionato dinanzi alla schiumatrice vicino al corridoio da dove provengono, mentre i serbatoi schiumati vengono stoccati nelle aree di finitura verso il portone 15 come accade nella situazione *as-is*. Ulteriore spostamento riguarda il materiale di coibentazione tagliato che anziché essere stoccato vicino alla schiumatrice, è stoccato al di là del corridoio, permettendo alla schiumatrice di scorrere nel binario per una lunghezza maggiore. La soluzione A1 consiste nel mantenere l'attuale layout relativo al reparto di schiumatura, inserendo il binario e la pedana scorrevole. Il sistema necessita di svilupparsi in lunghezza, per questo, rispetto allo scenario *as-is*, viene richiesta una lieve modifica del reparto di taglio per permettere l'instaurazione del binario e il passaggio della pedana. Tale modifica, oltre a non mutare l'area totale del reparto di taglio, risulta avere un duplice vantaggio, in quanto renderebbe disponibile l'utilizzo del portone 15 poco utilizzato sino a quel momento, per operazioni di carico e scarico di materiale. Le zone di preparazione dei serbatoi e le zone di pulizia dei prodotti schiumati si sposterebbero di fronte alla macchina schiumatrice, lasciando lateralmente, in una posizione del tutto simile alla precedente, la zona di finitura e imballaggio.

Nella parte alta del layout, gli scaffali 19 e 20 e i pallet di tubi verniciati verrebbero spostati nell'adiacente reparto di verniciatura, in cui verrebbero posizionati anche gli scaffali 21 e 22 situati poco sotto. La zona liberata verrebbe occupata dallo stoccaggio del materiale coibentante, realizzato dal reparto di taglio, in modo tale da ampliare la superficie totale dedicata al reparto di schiumatura. Infine, la modifica prevedrebbe l'eventuale rimozione delle cinque scaffalature presenti nell'area, anche in questo caso per dare maggior spazio all'area totale di schiumatura.

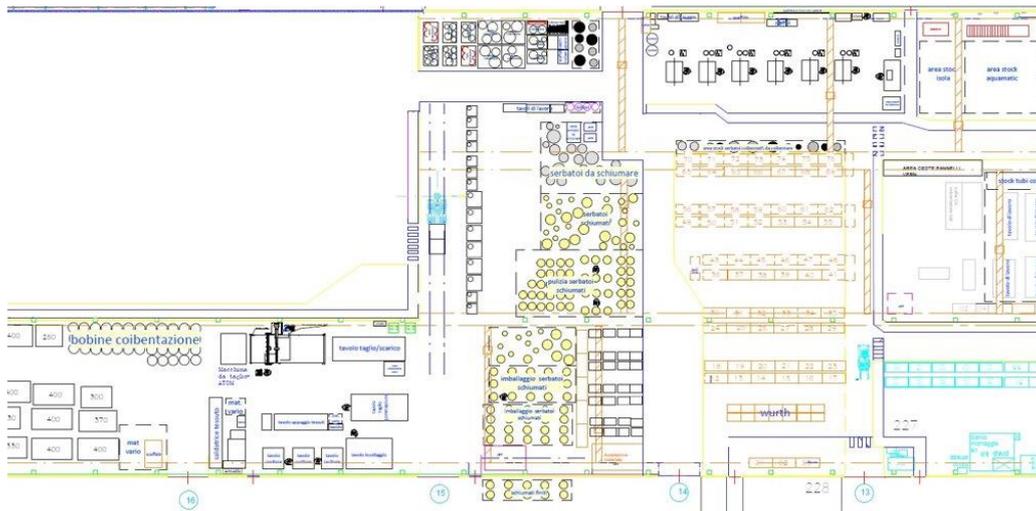


Figura 40 - Soluzione A1

5.3.2 Soluzione A2

Nello scenario A2 è presente, come si nota in figura 41, l'aggiunta di un'ulteriore macchina schiumatrice con lo stesso sistema di schiumatura presente nello scenario *as-is*, quindi con una schiumatrice dinanzi all'altra. Questo sistema aiuta da un lato ad aumentare la capacità produttiva del reparto, dall'altro ad essere indipendente da una singola schiumatrice, in quanto se sfortunatamente una schiumatrice dovesse avere problemi durante la giornata lavorativa, la produzione non verrebbe arrestata. Questo scenario però diminuisce gli spazi di stoccaggio per quanto riguarda i semilavorati schiumati, in quanto l'occupazione del suolo di 2 schiumatrici è abbastanza invasivo. La soluzione A2 differisce dalla precedente per l'assenza del binario a vantaggio della duplicazione del numero di macchine schiumatrici. Le due risorse si disporrebbero l'una di fronte all'altra, con l'adattamento conseguente delle aree dedicate alle attività di, preparazione dei serbatoi, pulizia dei prodotti schiumati, finitura e imballaggio. Nello specifico le ultime due zone citate risulterebbero essere nella stessa posizione dedicata loro nella soluzione A1, mentre le prime due verrebbero disposte attorno ai due macchinari.

Le zone di stoccaggio di materiale coibentante, gli scaffali dal 19 al 23 e l'area di stock dei tubi verniciati seguirebbero quanto detto in precedenza per lo scenario A1, mentre in questo caso risulterebbe fondamentale rimuovere i 5 scaffali contenenti materiale con scarso indice di rotazione, per far spazio al secondo macchinario.

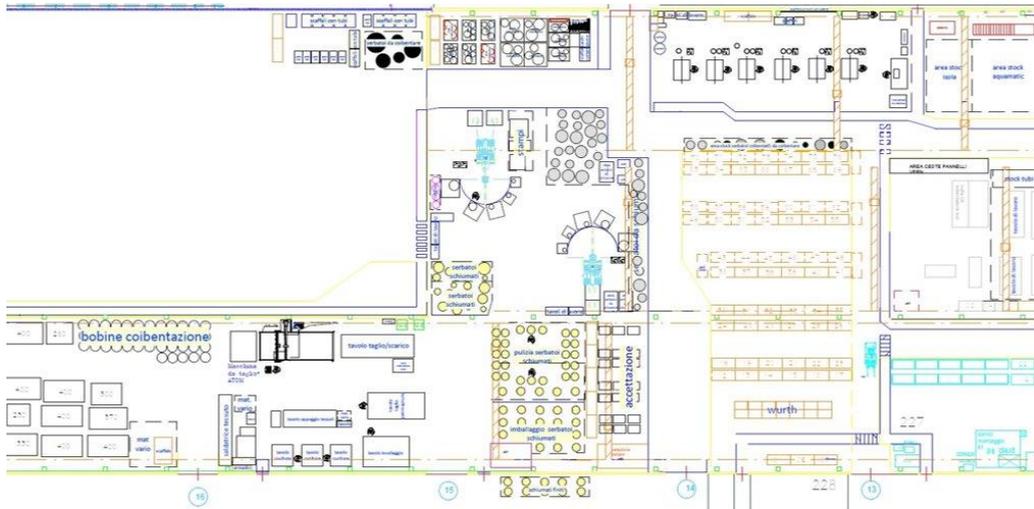


Figura 41 - Soluzione A2

5.3.3 Soluzione B1

Nell'ipotesi B1, illustrata in figura 42, è presente lo spostamento delle aree di taglio e schiumatura come le relative zone di stoccaggio. In questo scenario, dove era presente l'area di taglio verrà installato un sistema di schiumatura a binario, come già visto nella soluzione A1, in cui verranno fatti entrare dal portone 16 i serbatoi grezzi provenienti dall'officina e posizionati nelle singole aree di stoccaggio esterne ed interne, mentre i serbatoi schiumati verranno prima posizionati nella zona di finitura interna e una volta terminata la lavorazione di finitura stoccati esternamente tramite il portone d'uscita 16. A fianco, è presente lo stoccaggio delle bobine di polietilene per la coibentazione e il poliuretano espanso per la successiva lavorazione di taglio. Quest'ultima si trova esattamente dove era posta l'area di schiumatura, in cui i materiali tagliati vengono stoccati di fronte, nella parte opposta del corridoio. La soluzione B1 prevede l'interscambio del reparto di schiumatura con quello di taglio e l'instaurazione del binario su cui correrà il carrello portante il macchinario di schiumatura e gli elementi ausiliari.

Come affermato prima per la soluzione A1, il sistema appena citato necessita di uno sviluppo longitudinale per poter sfruttare al massimo la lunghezza del binario e avere la possibilità di inserire nel caso fosse necessario il numero massimo di stampi. Questa idea si sposa perfettamente con l'area *as-is* di taglio, lunga e stretta, permettendo di inserire le aree di lavorazione frontalmente rispetto al macchinario, potendo sfruttare il portone 16 per l'approvvigionamento dei serbatoi e la successiva uscita dei prodotti finiti. Gli scaffali con i materiali per la finitura e l'imballaggio dei serbatoi schiumati verrebbero spostati lungo la parete della nuova area dedicata a queste due operazioni, in modo da non avere flussi caratterizzati da lunghe distanze. Gli stampi sarebbero disposti l'uno a

fianco all'altro con una distanza minima, in quanto la pedana su cui poggia ognuno risulta essere molto larga per svolgere qualsiasi azione. L'unico punto di interruzione sarebbe quello in corrispondenza del portone 16, per eventuali operazioni manutentive e permettere di sostituire i serbatoi di isocianato e poliolo.

Come annunciato, l'area di taglio andrebbe ad occupare la zona venutasi a liberare. Il reparto si compone di una macchina di taglio, una saldatrice per tessuti e vari tavoli di dimensioni variabili per cucitura, incollaggio e altre operazioni. Essendo gli ultimi elencati di facile movimentazione, risulta fondamentale posizionare prima di tutto la macchina di taglio (molto lunga e composta di vari organi separati, ma con la necessità di essere movimentati assieme) e successivamente le restanti risorse, con la consapevolezza che sul campo poi potranno essere facilmente spostate in base alla conformazione migliore che riduca al minimo i flussi all'interno del reparto. La macchina verrebbe posizionata lungo la parete, alla quale verrebbe avvicinata il più possibile, inserendo alla base il cavalletto per le bobine di tessuto e lasciando in testa un'area per lo scarico del materiale di scarto. La disposizione delle altre risorse poi cercherà di seguire quella dello scenario *as-is*, con lo stoccaggio di polietilene e poliuretano disposto di fronte al portone 15, in modo da agevolare il loro approvvigionamento.

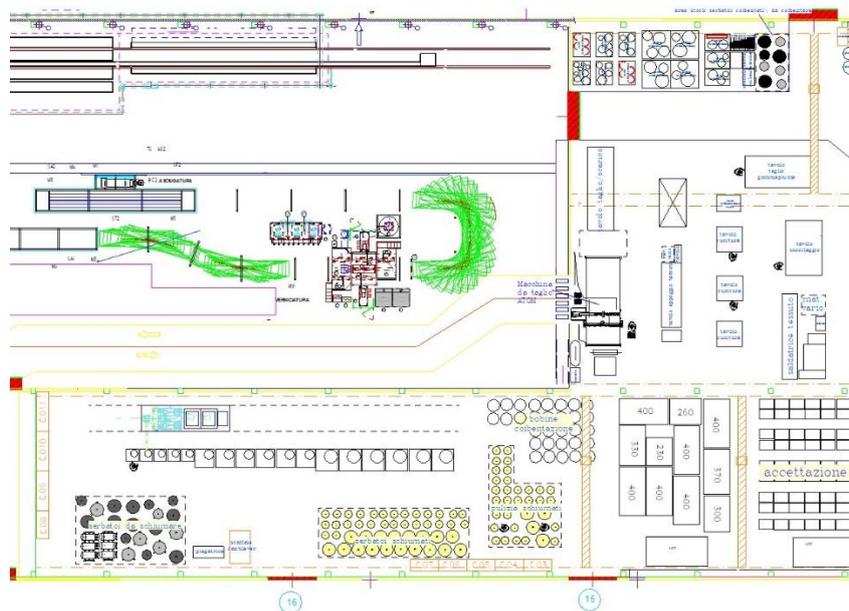


Figura 42 - Soluzione B1

5.3.4 Soluzione B2

Infine, nella soluzione B2, vi è lo scambio delle aree di taglio e schiumatura, come nella soluzione precedente, ma con l'introduzione di una seconda macchina schiumatrice accanto all'altra, e con lo stesso sistema per quanto riguarda la gestione degli stoccaggi pari alla soluzione B1. In questo modo, si uniscono i vantaggi della soluzione A2, riguardo all'indipendenza da una singola macchina e della soluzione B1 riguardo alla maggiore area di stoccaggio per quanto riguarda il reparto schiumatura. Nella soluzione B2, illustrata in figura 43, oltre all'interscambio tra i due reparti di taglio e schiumatura, quest'ultima prevede l'instaurazione di due macchinari. Entrambi verrebbero disposti attaccati alla parete adiacente la verniciatura, simmetricamente rispetto al portone 16, ancora una volta utilizzato per l'approvvigionamento di serbatoi e scarico di prodotti finiti. Le aree dedicate ai serbatoi da preparare e quella per i serbatoi da rifinire sarebbero disposte frontalmente e lateralmente rispetto ai due macchinari. La disposizione del reparto di taglio è la medesima rispetto la precedente soluzione.

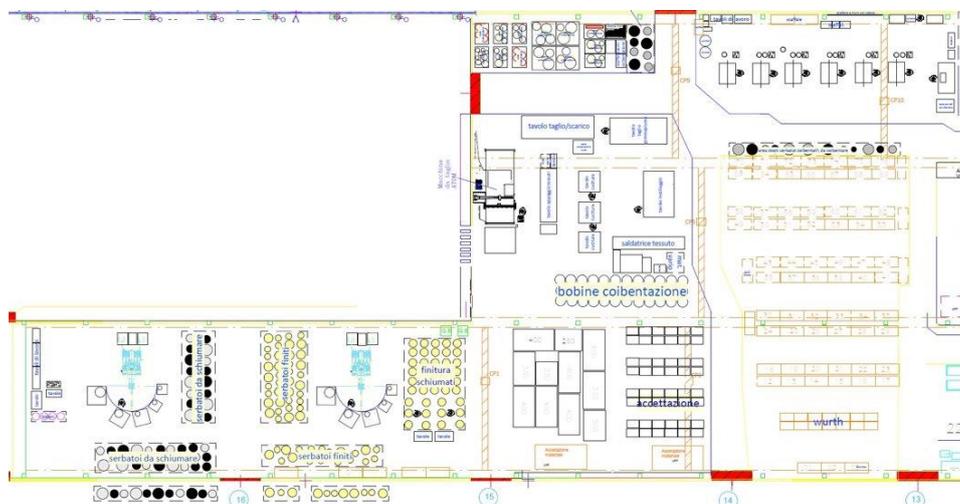


Figura 43 - Soluzione B2

5.4 Confronto delle aree

Essendo le soluzioni presentate accumulabili a due a due rispetto alle aree occupate dai reparti e delle aree di lavorazione all'interno di ognuno di essi, il confronto avverrà tra lo scenario *as-is*, le proposte di tipo A e le proposte di tipo B.

In tabella 7 un confronto delle diverse aree, in base alle soluzioni A1, A2, B1 e B2.

TAGLIO	area AS-IS (m²)	sol A1/A2 (m²)	sol B1/B2 (m²)
Area stock materiale a terra	170	170	170
Area stock materiale in quota	15	15	0
Area attrezzature di taglio	260	260	300
Area totale	445	445	550
SCHIUMATURA SERBATOI			
Area stock serbatoi da schiumare	55	70	85
Area impianto di schiumatura	100	150	170
Area pulizia/finitura serbatoi schiumati	30	80	30
Area stock post schiumatura	30	65	30
Area stock/imballo serbatoi schiumati finiti	45	60	85
Area stock materiale in quota	15	15	15
Area totale	275	440	415

Tabella 7 - Confronto aree di taglio e schiumatura

Come si può notare, le disposizioni con maggior spazio disponibile per quanto riguardano le aree di taglio e schiumatura serbatoi risultano le soluzioni B1 e B2.

Mentre per quanto riguarda le altre aree coinvolte dagli spostamenti come le aree relative alla coibentazione dei serbatoi, alla coibentazione di tubi e pompe e di accettazione ci si riferisce alla tabella 8.

COIBENTAZIONE SERBATOI	area AS-IS (m²)	sol A1/A2 (m²)	sol B1/B2 (m²)
Area stock serbatoi da coibentare	15	15	15
Area stock materiali vari per coibentare	80	80	80
Area stazioni di coibentazione	270	270	270
Area stock/imballo serbatoi coibentati	20	20	20
Area totale	385	385	385
COIBENTAZIONE TUBI e POMPE			
Area stock materiale	15	15	15
Area attrezzature di lavoro	60	60	60
Area totale	75	75	75
ACCETTAZIONE			
Area totale	100	55	90

Tabella 8 - Confronto aree di coibentazione e accettazione

Come si nota in tabella, riguardo le aree di coibentazione serbatoi e di coibentazione tubi e pompe rimangono invariate. A differenza dell'area accettazione in cui risulta dimezzata nelle soluzioni A1 e A2 mentre ridotta ma in misura limitata nelle soluzioni B1 e B2.

A seguito delle varie considerazioni fatte, la scelta del nuovo layout del reparto di schiumatura è ricaduta sulla soluzione presentata come B1. Infatti, le soluzioni A2 e B2, senza dover fare alcuna analisi economica sull'investimento che richiedeva l'acquisto di un nuovo macchinario, risultavano molto costose rispetto alla soluzione adottata e inoltre, nel caso in futuro fosse ritenuto necessario l'acquisto di una nuova macchina schiumatrice per l'incremento ulteriore della capacità produttiva, questa sarebbe comunque installabile sul binario assieme a quella già esistente.

Essendo il reparto di schiumatura scarsamente comunicante con gli altri reparti, la scelta B1 rispetto alla proposta A1 permette di isolare la schiumatura in un'area isolata con la possibilità di sfruttare al meglio il portone 16 per l'approvvigionamento di materiale direttamente dall'officina o da terzista, lasciando al reparto di taglio un'area centrale per poter ridurre significativamente la distanza con il vicino reparto di coibentazione dei serbatoi, ricevente il materiale.

Una volta deciso il layout B1 tra le varie proposte, si è passati alla schedulazione degli spostamenti da attuare. Inizialmente si sono invertite le due aree e posizionate le aree di stoccaggio in maniera temporanea, in attesa dell'arrivo della struttura a "binario" per quanto riguarda l'area di schiumatura.

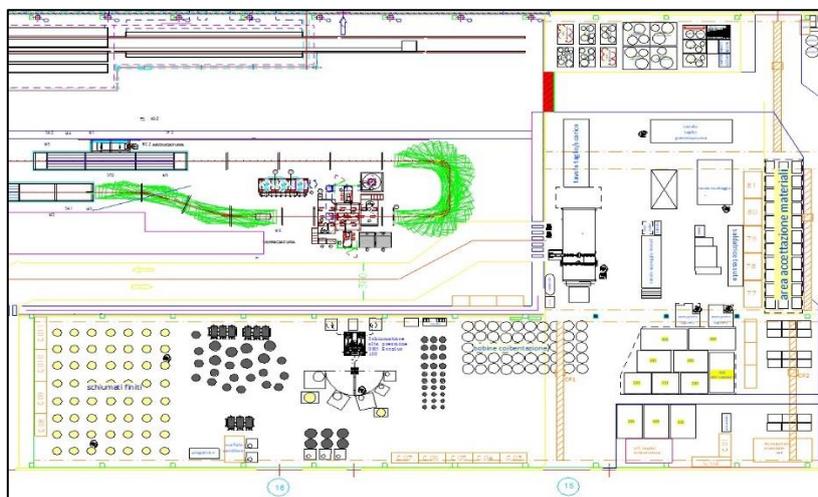


Figura 44-Disposizione delle aree taglio e schiumatura dal 17/08 (temporanea)

Successivamente, con l'arrivo della struttura a "binario", si ottiene la disposizione definitiva del reparto, illustrata in figura 45.

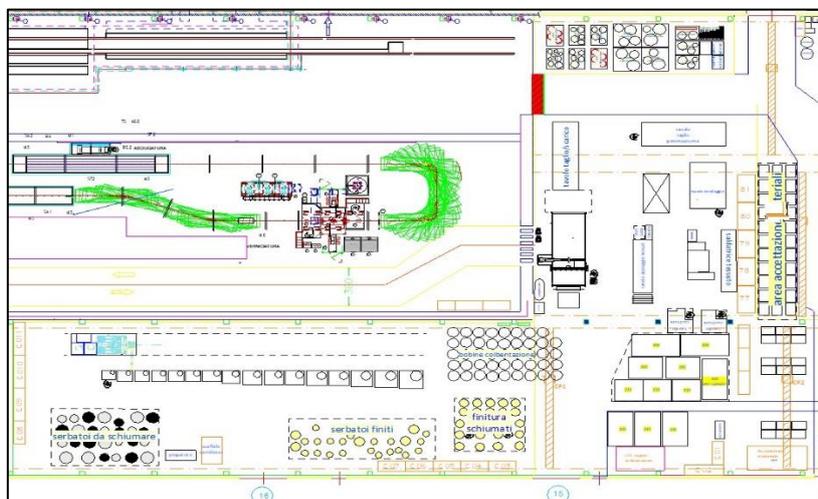


Figura 45 - Disposizione delle aree taglio e schiumatura definitiva

Questo scenario comporta, come illustrato nelle figure 46 e 47, un efficientamento per quanto riguarda le aree di stoccaggio interne di semilavorati grezzi, di prodotti schiumati e di materiali di coibentazione, quali polietilene e poliuretano espanso.



Figura 46-To-be area di taglio



Figura 47-To-be area di stoccaggio

Questa disposizione comporterà variazioni anche per quanto riguarda le aree di stoccaggio esterne, come illustrato in figura 48. Secondo cui dal portone 16 si ha l'ingresso dei semilavorati provenienti grezzi dall'officina oppure zincati, vetro porcellanati o teflonati provenienti ai vari terzisti. Mentre dal portone 15 si ha l'uscita dei prodotti finiti schiumati diretti al cliente o al magazzino "Gigante" in attesa di essere ritirati.



Figura 48-Aree di stoccaggio esterne

A seguito delle criticità riscontrate in fase di analisi circa i disallineamenti tra giacenza fisica e giacenza informativa, presentate lungo il capitolo 4, l'azienda ha intrapreso la decisione di acquistare magazzini automatici verticali. Questi impianti automatizzati presentano numerosi vantaggi, tra cui:

- una riduzione dell'occupazione dell'area dedicata allo stoccaggio di materiali rispetto al magazzino tradizionale;

- la presenza di un software “wms” che può integrarsi al software gestionale aziendale, per poter avere un’interfaccia che possa comunicare in tempo reale sul livello di giacenza del magazzino.

Per poter determinare il quantitativo di magazzini automatici necessari, inizialmente sono stati verificati i volumi occupati dai codici nei magazzini rispettivamente dei reparti assemblaggio (tabella 9) e officina (tabella 10).

Dimensioni (cm)	Tipo scatola				Pallet	Altri pallet
	Piccola	Medio-piccola	Medio-grande	Grande		
Larghezza	12	20	28	28	80	80
Profondità	17	23	38	38	120	120
Altezza	9	11	12	24	45	-
Volume occupato	1836	5060	12768	25536	432000	-
Volume totale occupato dalle scatole (cm³)						
	Piccola	Medio-piccola	Medio-grande	Grande	Pallet	Tot
	756432	3294060	11529504	25970112	23760000	65310108
Volume totale occupato dalle scatole (m³)						
	Piccola	Medio-piccola	Medio-grande	Grande	Pallet	Tot
	0,76	3,29	11,53	25,97	23,76	65,31

Tabella 9-Volume occupato dalle scatole nel magazzino assemblaggio

Dimensioni (cm)	Tipo scatola				Pallet	Altri pallet
	Piccola	Medio-piccola	Medio-grande	Grande		
Larghezza	12	20	28	28	80	80
Profondità	17	23	38	38	120	120
Altezza	9	11	12	24	45	-
Volume occupato (cm ³)	1836	5060	12768	25536	432000	-
Volume totale occupato dalle scatole (cm³)						
	Piccola	Medio-piccola	Medio-grande	Grande	Pallet	Tot
	20196	247940	727776	6077568	38448000	45521480
Volume totale occupato dalle scatole (m³)						
	Piccola	Medio-piccola	Medio-grande	Grande	Pallet	Tot
	0,02	0,25	0,73	6,08	38,45	45,52

Tabella 10-Volume occupato dalle scatole nel magazzino officina

Riguardo alla situazione attuale, il magazzino presente in assemblaggio occupa un’area di 376 m², mentre quello presente in officina un’area di 38 m². La direzione aziendale dopo diversi incontri con il rappresentante dell’azienda di magazzini ha optato per l’acquisto di 4 magazzini automatici, i quali verranno installati all’interno dell’azienda entro luglio 2023.

Dato che un singolo magazzino “Modula” automatico ha un’area di circa 18,33 m², si avrà un risparmio di area occupata pari a circa 300 m². Inoltre, si avrà un enorme vantaggio in termini di rapidità e facilità per quanto riguarda il picking e l’inventario all’interno del magazzino automatico.

Successivamente si passerà alla definizione delle varie proposte per la definizione della migliore strategia sul posizionamento dei magazzini automatici, argomento che è solo stato proposto ma rimane ancora da definire.

5.5 Aree di coibentazione serbatoi, tubi e pompe

Per quanto riguarda le aree di coibentazione tubi e isola “Aquamatic” (figura 49), mediante il supporto del responsabile di produzione si è analizzato il precedente diagramma dei flussi e le aree fisiche e si è realizzata una nuova disposizione del layout (figura 50), con l’eliminazione di una scaffalatura, destinata all’interno del reparto scambiatori.

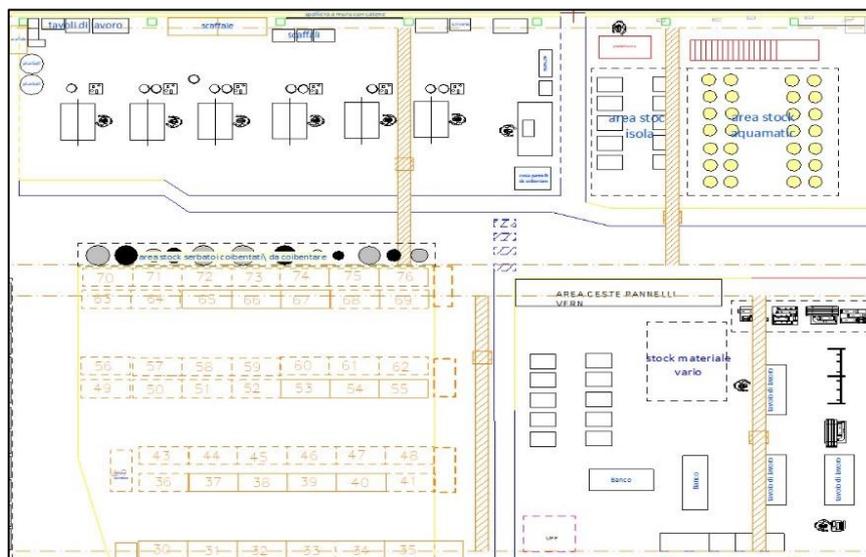


Figura 49-Disposizione dell’area coibentazioni tubi e isola assemblaggio fino al 09/08

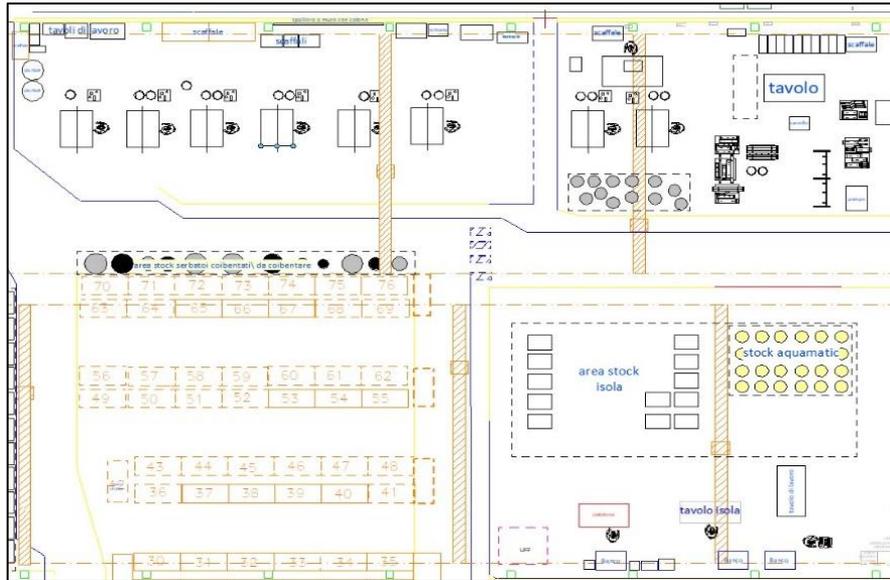


Figura 50 - Disposizione dell'area coibentazioni tubi e isola assemblaggio dal 10/08

In questo modo, è stata ampliata l'area di coibentazione serbatoi con l'aggiunta di 2 cavalletti per la lavorazione e la relativa area di stoccaggio. Inoltre, l'area di coibentazione tubi, figura 51, è stata migliorata dato che è più vicina al flusso della linea 1 di assemblaggio; quindi, all'addetto che assembla i gruppi di tubazioni, e segue il ritmo produttivo della segatrice e filettatrice. Tale area è stata collocata in questa zona dato che è più favorevole per essere raggiunta dal *picker* lungo il corridoio.

Per quanto riguarda l'area "Isola", in figura 52, anch'essa riscontra un miglioramento in termini di stoccaggio serbatoi, in quanto si è decisa la rimozione della rulliera, la quale era caratterizzata da un limitato utilizzo da parte dell'addetto.



Figura 51 -Nuova area coibentazione tubi



Figura 52 - Nuova isola con piattaforma

5.6 Valutazione economica

In questo paragrafo verrà presentata la valutazione economica per quanto riguarda il reparto taglio e schiumatura. Tale valutazione è analizzata quantitativamente dal punto di vista dell'incidenza della manodopera diretta sul costo di ogni serbatoio schiumato, senza trascurare le operazioni di *handling* e di occupazione degli spazi migliorate come descritto nei paragrafi precedenti.

Sia all'interno di questa analisi come in quella relativa al reparto officina, oggetto di analisi del capitolo successivo, non sono considerati i differenti costi dell'energia tra scenario *as-is* e *to-be*, i costi di *handling* per quanto riguarda il reparto officina e il costo di ammortamento dei macchinari, in quanto si tratta di attrezzature ammortizzate dato che sono relative a investimenti obsoleti.

L'obiettivo è dunque quello di valutare e definire, analizzando il riscontro in campo pratico dei costi, la durata del *pay back period*.

A livello di produzione, i calcoli verranno eseguiti basandosi su 1 turno al giorno di 8 ore, come avviene nella realtà aziendale. Come oggetto di confronto dell'analisi sono stati presi gli avanzamenti effettuati nel reparto collaudo dell'officina in due settimane dal 06/06 al 17/02, e fatta una media di serbatoi avanzati nel reparto, risultando nello storico relativo al 2022 pari a 26 serbatoi al giorno mentre nel 2023 pari a 50 serbatoi per giorno lavorativo.

Tramite l'amministrazione aziendale, si è ricavato il costo medio orario per un lavoratore all'interno del reparto assemblaggio, che risulta pari a 21 €/h. Dunque, si ricava il costo di ogni singolo operatore al giorno mediante la seguente formula:

$$\frac{\text{Coperatore}}{\text{giorno}} = 21 \frac{\text{€}}{\text{operatore} * \text{h}} * 8 \frac{\text{h}}{\text{turno}} * 1 \frac{\text{turno}}{\text{giorno}} = 168 \text{ €/operatore} * \text{giorno}$$

Nella situazione *as-is*, sono presenti 4 operatori, 2 in schiumatura e 2 in finitura. Dunque il costo totale degli operatori nella situazione *as-is* risulta pari a:

$$\begin{aligned} \text{Costo}_{\text{operatori}} &= \text{Numero}_{\text{operatori/g}} * \text{Costo} \frac{\text{€}}{\text{op*giorno}} = 4 \text{ op/giorno} * 168 \text{ €/op} * \text{giorno} \\ &= 672 \text{ €/giorno} \end{aligned}$$

Mentre nella situazione *to-be*, saranno presenti 6 operatori, 3 in schiumatura e 3 in finitura, con un costo totale degli operatori al giorno pari a:

$$\begin{aligned}
 Costo_{operatori} &= Numero_{operatori} * Costopersonale \frac{\text{€}}{\text{op*giorno}} \\
 &= 6 \text{ op/giorno} * 168 \text{ €/op} * \text{turno} = 1008 \text{ €/giorno}
 \end{aligned}$$

Quindi, l'incidenza della manodopera diretta sul costo di ogni semilavorato schiumato è pari a:

- nello scenario *as-is*:

$$Costo_{Mod/serbatoio} = \frac{672 \frac{\text{€}}{\text{giorno}}}{26 \frac{\text{serbatoi}}{\text{giorno}}} = 25,85 \text{ €/serbatoio}$$

- nello scenario *to-be*:

$$Costo_{Mod/serbatoio} = \frac{1008 \frac{\text{€}}{\text{giorno}}}{50 \frac{\text{serbatoi}}{\text{g}}} = 20,16 \text{ €/serbatoio}$$

Con un risparmio su singolo serbatoio, per quanto riguarda l'incidenza della manodopera diretta degli operatori pari a:

$$\begin{aligned}
 Risparmio_{serbatoio} &= Costoserbatoio_{as-is} - Costoserbatoio_{to-be} = 25,85 - 20,16 \\
 &= 5,69 \text{ €/serbatoio}
 \end{aligned}$$

Per quanto riguarda l'investimento iniziale, esso è composto dai seguenti costi:

- carrello e relativo binario = 14000€
- elettricista = 10300€
- torretta schiumatrice = 5000€
- altre spese = 1500€

Quindi, l'investimento iniziale risulta pari a:

$$\begin{aligned}
 I_0 &= Costo_{carrello-binario} + Costo_{elettricista} + Costo_{schiumatrice} + Costo_{altrespese} \\
 &= 14000 + 10300 + 5000 + 1500 = 30800 \text{ €}
 \end{aligned}$$

Dunque, i serbatoi necessari da schiumare per ricoprire l'investimento sono pari a:

$$N^{\circ}.Serbatoi_{necessari} = \frac{I_0}{Risparmio_{serbatoi}} = \frac{30800\text{€}}{5,69 \text{ €/serbatoio}} = 5413 \text{ serbatoi}$$

Infine, i giorni necessari nello scenario di produzione *to-be* per ammortizzare l'investimento iniziale saranno:

$$N^{\circ}.Giorni_{necessari} = \frac{N^{\circ}.Serbatoi_{necessari}}{N^{\circ}.Serbatoi_{to-be}} = \frac{5413 \text{ serbatoi}}{50 \text{ serbatoi/giorno}} = 109 \text{ giorni}$$

Quindi con un *pay back period* pari a 109 giorni lavorativi, mantenendo come capacità produttiva la produzione di 50 serbatoi a giornata, l'intero investimento sarà ripagato.

Se nel medio termine, si riuscisse a soddisfare il dato a previsionale pari a 60 serbatoi al giorno, mediante l'aumento della temperatura nella zona di lavoro o il riscaldamento degli stampi si ammortizzerebbe l'investimento iniziale in:

$$N^{\circ}.Giorni_{necessari} = \frac{N^{\circ}.Serbatoi_{necessari}}{N^{\circ}.Serbatoi_{previsionale}} = \frac{3056 \text{ serb}}{60 \text{ serb/g}} = 51 \text{ giorni}$$

Dunque, un *pay back period* minore rispetto allo scenario precedente, come ci si poteva attendere, data la capacità produttiva maggiore.

Capitolo 6

6. RIDEFINIZIONE REPARTO OFFICINA

In questo capitolo verrà trattato il tema della ridefinizione del layout all'interno dell'officina, argomento fulcro dell'intera tesi, il quale ha caratterizzato diversi incontri con il gruppo di lavoro.

6.1 Analisi dati previsionali

Per poter redigere il layout dell'intero reparto si è dapprima analizzato l'andamento futuro dei vari semilavorati, come illustrato in tabella 11. Per ricavare questi dati ci si è basati su quanto diramato dalla direzione aziendale durante i mesi di giugno e luglio per una prima stima delle quantità, le quali facevano riferimento a circa un aumento del 15% di produzione omogeneo su tutte le famiglie di prodotto.

Ø serb. (mm)	Quantità parz. 2022	Quantità stimata 2022	Quantità stimata 2023	Quantità stimata 2025
200-299	1857	2316	2664	3523
300-399	929	1159	3951	5225
400-499	3310	4129	6253	8270
500-599	2747	3427	6629	8766
600-699	2225	2776	4324	5718
700-799	1149	1433	1720	2275
800-899	729	909	1173	1552
900-999	36	45	52	68
1000-1099	400	499	574	759
1100-1199	297	370	426	563
1200-1299	246	307	353	467
1400-1499	56	70	80	106
1600-1699	86	107	123	163
1700-1800	2	2	3	4
Totale	14069	17550	28324	37459

Tabella 11- Previsionale di produzione officina

Successivamente, dopo aver analizzato le varie capacità produttive di ogni fase che compongono l'officina, è stata fatta un'analisi sulla quantità riferita ad ogni singolo diametro sulla fonte dei dati "storici" riguardo alla produzione 2022, illustrato in figura 53.

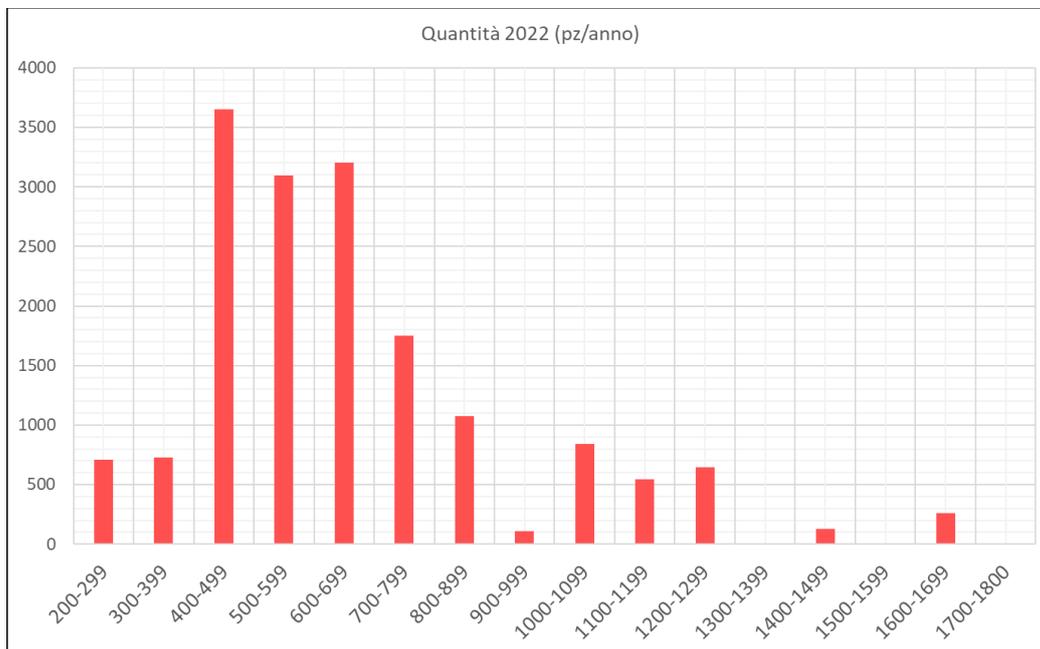


Figura 53-Analisi quantità/diametro (produzione 2022)

Mediante l'utilizzo del "previsionale" è stata fatta la stessa analisi anche per l'anno 2023, figura 54, in cui evince come la produzione avrà un forte aumento e quindi sarà probabilmente necessario un aumento delle risorse all'interno del reparto.

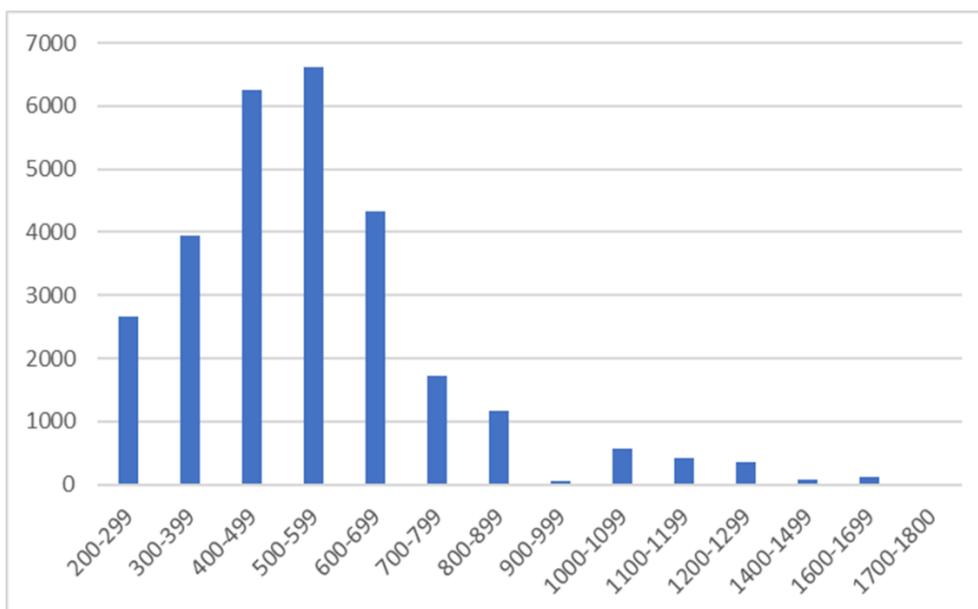


Figura 54-Analisi quantità/diametro (produzione attesa 2023)

In un secondo tempo, si è introdotta una nuova filosofia di produzione all'interno del reparto, non più definita dalla suddivisione tra fondi bombati e fondi piatti per la distinzione della lavorazione nelle singole linee, bensì la creazione delle stesse tre "linee" di produzione dedicate a gruppi di prodotti. In figura 55, è illustrata la suddivisione delle linee per diametri.

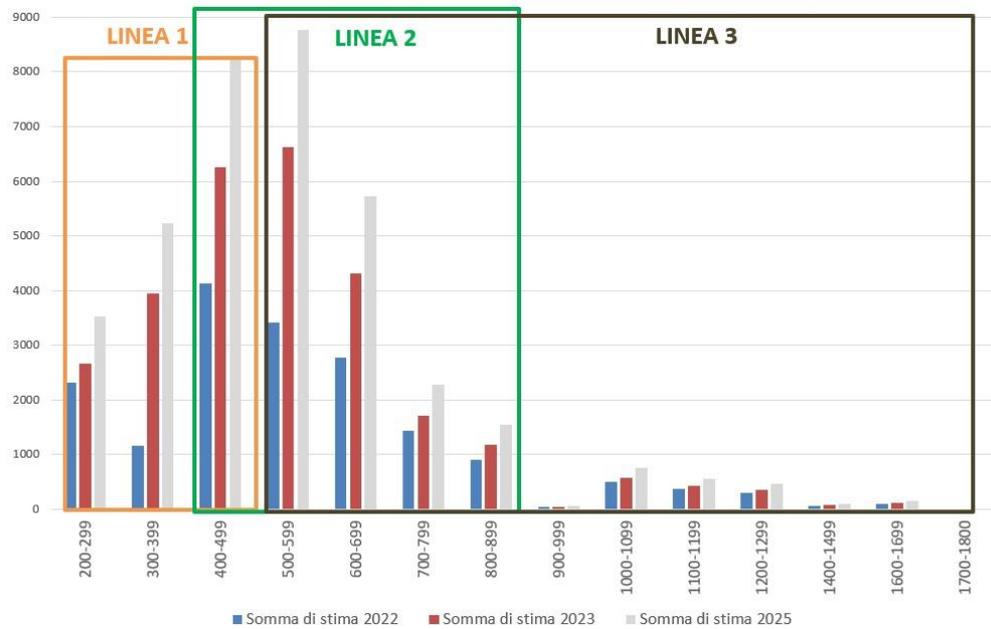


Figura 55-Linee di produzione dedicate a gruppi di prodotti (per diametri)

Attraverso questa metodologia si ottiene una certa quantità richiesta di semilavorati come indicata nella seguente tabella 12, la quale comporta a maggior ragione di intervenire nel layout del reparto per cercare di ottimizzare i flussi al suo interno.

	Q.tà richiesta (pz/anno) 2022	Q.tà richiesta (pz/anno) 2023	Q.tà richiesta (pz/anno) 2025
Linea 1 ($\varnothing \leq 500$ mm)	6055	9582	12672
Linea 2 (18.1.13)	5744	12129	16041
Linea 3 ($\varnothing > 500$ mm)	5751	6613	8746
Totale	17550	28324	37459

Tabella 12- Quantità richiesta a medio termine per ogni linea

Una volta determinata la quantità richiesta per ciascuna linea si passa alla determinazione del numero di risorse, argomento su cui verterà il prossimo paragrafo.

6.2 Analisi del numero di risorse

Per poter determinare il layout dell'intero reparto è necessario prima determinare il numero di risorse necessarie. Questo dato è stato calcolato mediante le capacità produttive trovate come spiegato nei precedenti capitoli e i dati previsionali provenienti dall'amministrazione analizzati nel paragrafo precedente. Inoltre, è da ricordare che l'area di occupazione del reparto officina è pari a 4200 m². Quindi, si è proceduto con la valutazione del fabbisogno atteso delle risorse produttive in officina, in cui si è considerato un orario di lavoro pari a 8 ore lavorative al giorno.

Inizialmente si sono analizzate le risorse per la preparazione dei fondi, bombati e piatti, in tabella 13, in cui risulta necessaria l'installazione di una seconda isola robotizzata. Quest'ultima, al momento, si riesce a sanare mediante un utilizzo efficiente di ogni singolo box dei fondi bombati, per cui si eviterà una seconda isola robotizzata, che oltre ai costi iniziali di investimento comporterebbe un'occupazione non indifferente all'interno del reparto.

	Bombati		Piatti
	Semplici Q=40 cop/g (box) Q=35 cop/g (robot)	Complessi Q=15cop/g	Semplici Q=30cop/g
Attuale	2 Box		1 Box
	1 Robot		
2022	1 box	1 box	1 box
	1 robot		
2023	1 box	1 box	1 box
	2 robot		
2025	1 box	1*(2) box	1 box
	3 robot		

Tabella 13-Preparazione fondi (coppie) – efficienza attuale

Per quanto riguarda le tre linee, sono state analizzate le risorse su ciascuna linea. Partendo dalla linea 1, in tabella 14, risulta necessaria l'installazione di un box per la saldatura dei manicotti e una piattaforma di collaudo rispetto allo scenario *as-is*.

	calandra	sald. long.	puntatura	s circonf.	sald. manicotti	collaudo
	Q=120 p/g	Q=120 p/g	Q=70 p/g	Q=55 p/g	Q=18 p/g	Q=18 p/g
Attuale	1	1	1	1	2*	2*
2022	0,21	0,21	0,36	0,45	1,39	1,39
	1	1	1	1	2	2
2023	0,33	0,33	0,57	0,72	2,20	2,20
	1	1	1	1	3	3
2025	0,44	0,44	0,75	0,95	2,91	2,91
	1	1	1	1	3	3

Tabella 14-Linea 1 ($\phi \leq 500$ mm non prodotti 18.1.13) – efficienza attuale

Mentre riguardo la linea 2, in tabella 15, dato che è la linea su cui è richiesta una maggior produzione tra le tre elencate, con orizzonte al 2023 saranno necessari un box per la puntatura dei fondi sulle virole, un box di saldatura manicotti e tre box di collaudo in più rispetto allo scenario *as-is*.

	calandra	sald. long.	puntatura	s circonf.	sald. manicotti	collaudo
	Q=100 p/g	Q=100 p/g	Q=40 p/g	Q=40 p/g	Q=35 p/g (macchina)	Q=12 p/g
Attuale	1	1	1	1	1	2
2022	0,24	0,24	0,59	0,59	0,68	1,98
	1	1	1	1	1	2
2023	0,50	0,50	1,25	1,25	1,43	4,18
	1	1	2	2	2	5
2025	0,66	0,66	1,66	1,66	1,89	5,52
	1	1	2	2	2	6

Tabella 15-Linea 2 (solo prodotti 18.1.13) – efficienza attuale

Infine, per quanto riguarda la linea 3, in tabella 16, non saranno necessari ulteriori cambiamenti rispetto allo scenario *as-is* in termini di numero di risorse, dato che la suddivisione in diametri rispetta la quantità richiesta con lo stesso numero di risorse.

	calandra	sald. long.	puntatura	s. circonf.	sald. manicotti	collaudo
	Q=60 p/g	Q=50 p/g	Q=45 p/g	Q=45 p/g	Q=7 p/g	Q=8 p/g
Attuale	1	1	1	1	4*	4*
2022	0,40	0,48	0,53	0,53	3,39	2,97
	1	1	1	1	4	3
2023	0,46	0,55	0,61	0,61	3,90	3,42
	1	1	1	1	4	4
2025	0,60	0,72	0,80	0,80	5,16	4,52
	1	1	1	1	6	5

Tabella 16-Linea 3 ($\phi > 500$ mm non prodotti 18.1.13) – efficienza attuale

Successivamente si è passati al confronto tra efficienza teorica ed efficienza attuale. Il passaggio alla strategia “in linea” e la ricollocazione delle risorse genera un miglioramento della efficienza “attuale”, ad esempio, riduzione del *material handling*, riduzione delle attese dei materiali e degli operatori o

riduzione della ricerca del materiale. In tabella 17 è illustrata l'efficienza complessiva del reparto attuale.

		Q teor (pz/g)	Q reale (pz/g)	efficienza
prep fondi	prep fondi bombati semplici (box)	50	40	0,80
	prep fondi bombati semplici (robot)	55	35	0,64
	prep fondi bombati complessi	25	15	0,60
	prep fondi piatti	40	30	0,75
linea1	calandratura	250	120	0,48
	saldatura longitudinale	140	120	0,86
	puntatura	100	70	0,70
	saldatura circonferenziale	80	55	0,69
	saldatura manicotti	25	18	0,72
	collaudo	25	18	0,72
linea2	calandratura	200	100	0,50
	saldatura longitudinale	120	100	0,83
	puntatura	80	60	0,75
	saldatura circonferenziale	80	40	0,50
	saldatura manicotti macc	50	35	0,70
	saldatura manicotti box man	20	12	0,60
	collaudo	18	12	0,67
linea3	calandratura	180	60	0,33
	saldatura longitudinale	90	50	0,56
	puntatura	60	45	0,75
	saldatura circonferenziale	60	45	0,75
	saldatura manicotti	10	7	0,70
	collaudo	12	8	0,67
			overall efficiency	0,66

Tabella 17-Efficienza complessiva officina

L'entità di questo miglioramento è difficile da stimare, peraltro *l'upper bound* teorico è la produttività con efficienza 100%. Tale miglioramento sarà poi oggetto di analisi durante la messa in pratica del layout futuro.

6.3 Possibili soluzioni di layout

Con i dati ricavati nel precedente paragrafo, si è cercato di determinare il layout mediante diverse proposte. Si è fatto un incontro con il gruppo di lavoro e qui si sono presentate le varie proposte. Le proposte di layout sono risultate diverse, oltre una decina, per poi mediante vari incontri condensate nelle tre soluzioni che verranno qui di seguito descritte.

Le possibili soluzioni di layout sono state determinate rispettando il numero di risorse relative al fabbisogno del 2023 ad efficienza attuale. Per ogni soluzione proposta sono stati posti alcuni vincoli,

tra cui l'area laser e l'area di lavorazione PED, le quali non è possibile spostare, in quanto comporterebbero uno spostamento troppo invasivo a causa dei collegamenti esterni per quanto riguarda il laser e a causa dello spostamento della macchina saldatrice ad arco sommerso per quanto riguarda la lavorazione PED.

Inoltre, sono stati analizzati sin da subito vincoli di costruzione del layout dovuti a limiti sull'utilizzo dei carroporti. In quanto, l'officina è suddivisa in tre campate, ognuna delle quali ha a disposizione due carroporti. Quindi vi è la necessità per ogni soluzione proposta di convogliare l'utilizzo e di saturare le operazioni mediante l'utilizzo dei carroporti rispettando ogni singola lavorazione e aiutandosi nei casi in cui fosse necessario e/o possibile l'utilizzo di bandiere di sollevamento.

Per quanto riguarda la proposta 3 bis, come si nota in figura 56, è stato costruito il layout col fine di ridurre le aree di stoccaggio all'interno del corridoio centrale, in alto in figura, mantenendo una sola linea di lavorazione e spostando quella affianco alla granigliatrice.

Partendo dal portone 1, in figura alla sinistra dell'ingresso, il magazzino rimane nella stessa posizione rispetto all'*as-is* almeno fino a quando non arriveranno i magazzini automatici. Al fianco di esso si è posizionato un robot nuovo rispetto alla soluzione *as-is* per la lavorazione dei collettori o per alcune saldature di serbatoi con diametri di 200 mm. Si è deciso di mantenere le due piegatrici nella stessa posizione. Successivamente l'area di lavorazione dei tubi rimane la stessa ma con alcune correzioni. Per quanto riguarda l'asservimento dei tubi avviene vicino al portone 1, in quanto rende più flessibile e meno invasivo il carico sulla rastrelliera. Per ottenere ciò è stato necessario ruotare la segatrice verso il corridoio per essere alimentata e successivamente inserire i box di foratura a fianco in catena. Ulteriore installazione è stata quella dei due box di saldatura tubi in linea rispetto alla segatrice ed uno vicino all'altro così da poter verificare cosa stiano facendo gli operatori e alimentare in catena il flusso. Nella parte centrale dell'officina è stata posizionata la linea 1 con la relativa macchina saldatrice circonferenziale e i due box di saldatura manicotti e finitura. Questo in quanto permetterebbe un a linea unica nello snodo centrale e per facilitare l'asservimento della calandra vicino al laser così da permettere un'alimentazione più vicina delle singole virole. Per quanto riguarda la linea 3 si è posizionato un box dei fondi bombati all'interno della linea per asservire la macchina puntatrice e creato un flusso centrale verso i quattro box di finitura diretti poi nella successiva rea di stoccaggio. L'isola robotizzata è stata movimentata verso il portone 1 così da avvicinare lo stoccaggio esterno dei fondi verso il robot e rendere il flusso agevole.

Riguardo la linea 2, essa rimane sempre nella stessa posizione ma più allargata dato che verranno inseriti due box di saldatura manicotti accanto alla macchina saldatrice manicotti così da asservire direttamente la zona di collaudo.

Area di collaudo che rimane invariata con la zona di collaudo dei tubi spostata verso il fondo rispetto al layout *as-is* così da permettere uno spostamento più fluido dei serbatoi all'interno delle pedane di collaudo.

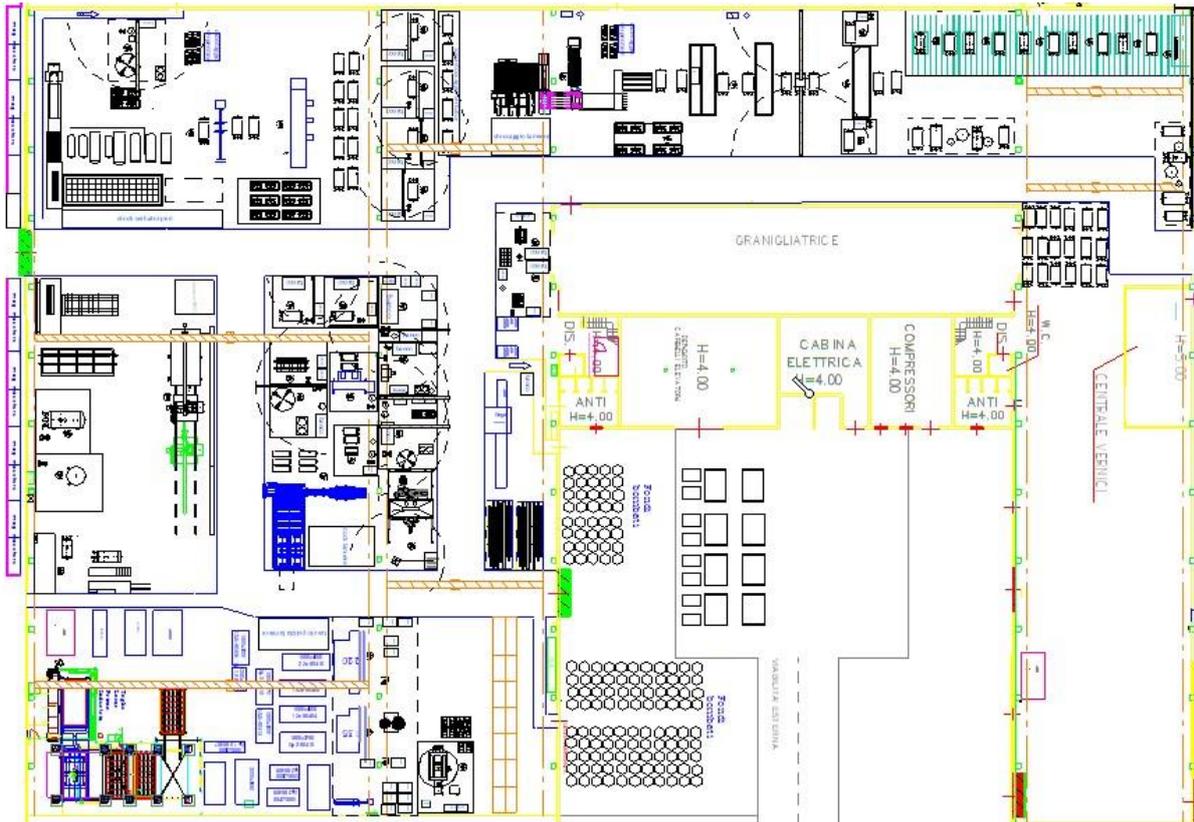


Figura 56-Soluzione 3 bis

Per quanto riguarda la soluzione 8, illustrata in figura 57, è sostanzialmente la più invasiva delle tre proposte, in quanto vi è una concreta unione di due linee in una e la creazione di una isola di saldatura indipendente dagli altri flussi. Nel dettaglio, partendo dall'ingresso del portone 1, vi è l'eliminazione del magazzino che verrà spostato in un unico reparto verso l'assemblaggio, sostituito da una nuova isola di saldatura creata per la saldatura di alcuni serbatoi per l'industria come Mitsubishi e per alcuni collettori in quanto è specifica per diametri piccoli circa di diametri pari a 200 mm. Questa isola di saldatura è caratterizzata dalla calandra della linea 1, da due box di finitura e un robot di saldatura. L'obiettivo di questa isola è quello di essere indipendente dal resto del reparto e con l'unico legame che rimane a fine reparto con la zona del collaudo.

Questa logica comporta alla linea denominata finora 2 di contribuire alla realizzazione dei semilavorati di due linee, quelli di cui finora si occupava la linea 1 e quelli della stessa linea 2. Questo è reso possibile mediante l'introduzione di una doppia rulliera all'interno della linea, illustrata in figura in alto, accanto alla granigliatrice,

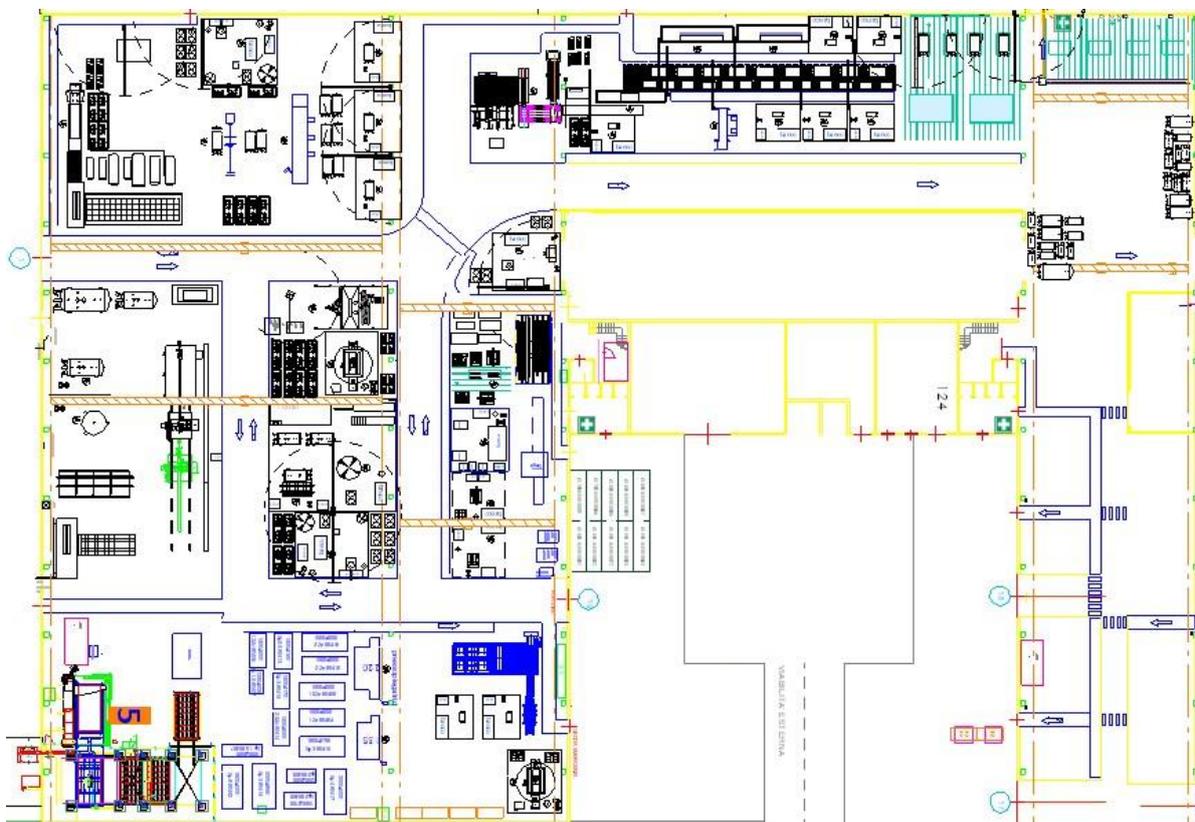


Figura 57-Soluzione 8

Infine, come illustrato in figura 58, la soluzione 9 è caratterizzata dallo spostamento della linea 1 verso la parte centrale dell'officina dove attualmente vi è la sega, ma quale sta configurazione discussa nelle riunioni e da ritenere errata in quanto durante lo scarico delle virile successivamente alla lavorazione di saldatura longitudinale esso avviene verso l'operatore in quanto lo scarico vi è stata una scarsa manutenzione negli ultimi anni e quindi lo scarico avviene verso l'operatore che calandra anziché nella parte opposta. Dunque, si cercherà tramite questa soluzione una linea in catena con lo scarico verso il box di puntatura. Questa modifica discussa nei vari incontri con il gruppo di lavoro e stata confermata. Successivamente l'area PED rimarrà nella posizione attuale mentre la calandra della linea 3 verrà ruotata di 90 gradi verso destra. Questa linea permetterà un miglior asservimento dei box di saldatura dei manicotti e dei box di puntatura. Infine, la linea 2 viene ottimizzata con l'introduzione di un box di saldatura manicotti. Questo per permettere una capacità produttiva superiore rispetto a quella attuale come descritto in tabella. Infine, viene aumentato anche il collaudo con un'ulteriore pedana di collaudo.

Per quanto riguarda le proposte 3 bis e 9 saranno installate, oltre i magazzini automatici posizionati verso l'assemblaggio, due vasche di collaudo, rispettivamente per il collaudo dei semilavorati provenienti dalla linea 1 e per i tubi e collettori provenienti dai box di saldatura tubi. Infine, verrà ruotata la calandra della linea 3 di 90 gradi verso destra.

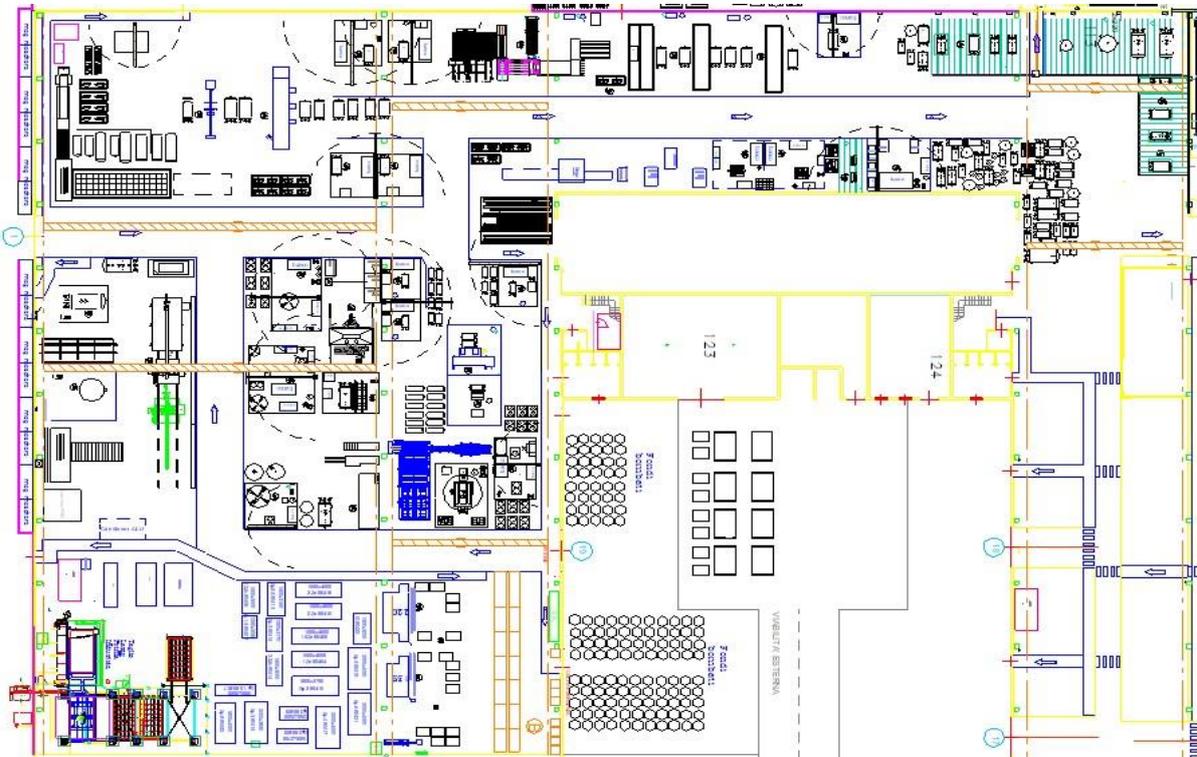


Figura 58-Soluzione 9

Rispetto alle tabelle del paragrafo precedente, si sono analizzate per queste tre proposte le risorse rispetto al fabbisogno negli anni 2023 e 2025.

Riguardo la preparazione fondi, bombati e piatti, in tutte e tre le proposte vi è la necessità di intervenire riguardo all'aggiunta di una nuova isola robotizzata. I dati in tabella 18, sono da analizzare con cautela, in quanto la lavorazione dei fondi è flessibile, ciò che può essere prodotto al robot può anche essere fatto all'interno dei box con una efficienza minore. Questo concetto per definire che la necessità di un secondo robot può essere evitata nel 2023 con prendendo le giuste misure ma è evidente rispetto al fabbisogno 2025.

TIPO	FABBISOGNO 2023		FABBISOGNO 2025		3 bis		8		9	
	0,7 box sempl	0,8 box compl	0,92 box sempl	1,06 box compl	1 box sempl	1 box compl	1 box sempl	1 box compl	1 box sempl	1 box compl
BOMBATI	1,71 ROBOT		2,26 ROBOT		1 ROBOT		1 ROBOT		1 ROBOT	
	0,57		0,75		1		1		1	
PIATTI	0,57		0,75		1		1		1	

Tabella 18-Comparazione delle proposte riguardo la preparazione fondi

Rispetto alla linea 1 (tabella 19), in cui sono prodotti i serbatoi con diametro fino a 500 millimetri ed esclusi dalla risorsa 18.1.13, risalta la necessità di un box di saldatura manicotti e di una pedana di collaudo in più nella soluzione 3 bis. Mentre nella soluzione 8, con l'introduzione di 2 vasche nel reparto del collaudo della linea 1, dedicata per i serbatoi "piccoli" è in fase di sviluppo la capacità produttiva di ogni singola vasca di collaudo e quindi rimane da definire quest'ultima.

RISORSA	FABBISOGNO 2023	FABBISOGNO 2025	3 bis	8	9
Calandra	0,33	0,44	1	1*	1
Sald. long.	0,33	0,44	1	1*	1
Puntatura	0,57	0,75	1	1	1
Sald. circonfer.	0,72	0,95	1	1	1
Sald. manicotti	2,20	2,91	2	3	3
Collaudo	2,20	2,91	2	2 vasche	3

Tabella 19- Comparazione delle proposte riguardo la linea 1

La linea 2 (tabella 20) si occupa dei prodotti appartenenti alla risorsa 18.1.13, qui vi è la necessità in tutte e tre le soluzioni proposte di una macchina per la puntatura e una macchina per la saldatura circonferenziale in più, soprattutto se paragonate al fabbisogno 2025.

RISORSA	FABBISOGNO 2023	FABBISOGNO 2025	3 bis	8	9
Calandra	0,50	0,66	1	1*	1
Sald. long.	0,50	0,66	1	1*	1
Puntatura	1,25	1,66	1	1	1
Sald. circonf.	1,25	1,66	1	1	1
Sald. manicotti	1,43	1,89	1 MACCH. 2 BOX	1 MACCH. 2 BOX	1 MACCH. 1 BOX
Collaudo	4,18	5,52	5	5	5

Tabella 20-Comparazione delle proposte riguardo la linea 2

Infine, in linea 3, caratterizzata da lavorazioni di serbatoi con diametri maggiori a 500 millimetri ed escludendo i prodotti della risorsa 18.1.13, si evidenzia, dalla tabella 21, la necessità di una pedana di collaudo in più nella soluzione 8.

RISORSA	FABBISOGNO 2023	FABBISOGNO 2025	3 bis	8	9
Calandra	0,46	0,60	1	1	1
Sald. long.	0,55	0,72	1	1	1
Puntatura	0,61	0,80	1	1	1
Sald. circonf.	0,61	0,80	1	1	1
Sald. manicotti	3,90	5,16	4	3	4
Collaudo	3,42	4,52	4	4	4

Tabella 21-Comparazione delle proposte riguardo la linea 3

Successivamente, si è proposto un confronto tra le from to chart di ogni proposta. Questa attività è stata svolta su falsa riga della situazione *as-is* (figura 59), prendendo gli stessi viaggi analizzati sul campo come spiegato nei primi capitoli dell'elaborato, e mostrando l'ottimizzazione dell'impatto riguardo ai metri percorsi durante una giornata media di lavoro.

	A1-5	A6-9	A10	B1-3	B4	B6	C	R	L	S1	S2	S3	S4	F1	F3	F4	T1	T2	P1-3	P4-7	M1	M3-4	M5	M7-9	V	X	TOT
A1-5		185		83	440					105									28								841
A6-9							1299			5												788					2091
A10		407					208			4									50								669
B1-3		135			84	42				17	28								30		67	45		53			501
B4							250	23		15																	288
B6		46					50																56				151
C		27			10	9					44											185		780	400		1454
R										32													27				59
L	132		41	64		54		20			66	60	54								25	424	108			126	1172
S1	255	9		34	120	44	53				17									19			86	75			712
S2	6			28			396		50				120					17	20	7	50	75		133	52	953	
S3			20	37						8	7					8	66				31	27	193			396	
S4				30				9		40	27			132	21	26				47	5			86	8	429	
F1	90			72				19		406							4				5			24		620	
F3							35			27		12		5												78	
F4				64						20			13	9												105	
T1				25		36	360			14		33		4				72			22				8	573	
T2							143				43		5								5					195	
P1-3			75								25						22				34				173	329	
P4-7							44				21										85			27		176	
M1				101	216	41		90	25	21	25		75	10	23		44	31				49		59	40	849	
M3-4	400	750	395		343	111	62	81	308	168	100	80		42						25	245			330	50	3488	
M5											88	193												138	240	659	
M7-9	75		189					102	103		75	34	29	64			11		200		66	66		83		1096	
V									67		158									110		72				407	
X								34	34		33		83								13			12		207	
TOT	958	1559	720	536	1213	337	2898	368	595	839	768	438	378	256	53	34	147	120	413	247	529	1812	387	1656	714	524	18492

Figura 59-From to chart officina *as-is*

Per quanto riguarda la from to chart della soluzione 3 bis, illustrata in figura 60, è risultato un miglioramento riguardo ai metri di *handling* percorsi tramite carrello elevatore, carroponete e transpallet pari a 17457 metri rispetto ai 18492 del layout attuale.

	A1-5	A6-9	A10	B1-3	B4	B6	C	R	L	S1	S2	S3	S4	F1	F3	F4	T1	T2	P1-3	P4-7	M1	M3-4	M5	M7-9	V	X	TOT
A1-5		185		78	100					7									28								398
A6-9							1299			5												788					2091
A10		22					208			4									50								284
B1-3		180			21	15				45	14								2		24	30		35			365
B4							813	22		7																	842
B6		8					369															27					403
C		27			33	67					44											185		780	400		1534
R										60												49					109
L	132		41	25		20		11			66	60	54								25	424	108		108	1073	
S1	17	9		90	56	15	53				17										21		86	75		438	
S2	6			17			396		50				120						30	20	7	50	75		133	48	951
S3			20	37						8	7					7	66				31	27	193			394	
S4				7				9		40	27			132	26	21				47	5			86	7	405	
F1	3			35				5		280							4				5			24		356	
F3							29			20		14		10												71	
F4										27			11	3												151	
T1				15		17	360			14		33		4				14			50				8	514	
T2							80				60		17								18					174	
P1-3			75								25										34				173	329	
P4-7							44				21										85			27		176	
M1				36	135	24		5	25	21	25		75	10	20		100	33				49		59	80	696	
M3-4	400	750	395		186	51	62	143	308	168	100	80		42						25	245			330	48	3330	
M5											88	193												138	236	655	
M7-9	75		189					24	103		75	34	29	160			11		200		66	66		83		1114	
V									67		158									110		72				407	
X								34	34		33		72								20			12		203	
TOT	633	1181	720	448	530	208	3710	243	595	663	771	440	377	357	49	28	203	77	385	261	521	1789	387	1638	714	535	17457

Figura 60-From to chart officina 3 bis

Mentre nella soluzione 8 (figura 61) i metri percorsi per i flussi medi giornalieri è pari a 16706 tra i flussi inter-operazionali dell'officina.

	A1-5	A6-9	A10	B1-3	B4	B6	C	R	L	S1	S2	S3	S4	F1	F3	F4	T1	T2	P1-3	P4-7	M1	M3-4	M5	M7-9	V	X	TOT
A1-5		74		85	500					7									28								694
A6-9							1299			3												704					2005
A10		22					80			4									40								146
B1-3		54			53	24				12	24								29		72	43		53			363
B4							125	23		14																	161
B6		5					44															49					98
C		27			5	8					44											185		780	400		1448
R										3													27				30
L	132		31	44		43		18			66	63	114								34	424	108			108	1183
S1	17	6		24	108	31	70				9										7		86	54			411
S2	6			24			396		50				84						29	26	7	56	75		133	48	933
S3			16	16						10	14						1	4				20	32	198			310
S4				13					19		28	11		24	2	8					42	25			176	17	363
F1	26			75				11		112											25			53			324
F3							19			41		5	17														81
F4				18						3			17		7												45
T1				17		44	9			27		2	23					4			80					16	221
T2							8				105	14									17						144
P1-3			60								33						19				34				177		323
P4-7							44				39								85					27			194
M1				108	240	42		90	34	28	28		368	50	31		160	24				52			60	40	1354
M3-4	400	670	350		329	97	62	81	308	125	100	95		33							25	258			330	48	3309
M5											88	198												138	236		660
M7-9	75		174					59	103		80	45	59	140			11		200		121	66			83		1214
V									67		158									110		72					407
X								25	24		24		187									20		12			292
TOT	656	858	631	423	1235	288	2154	306	604	388	837	418	842	286	40	9	217	57	408	242	710	1726	392	1754	719	513	16706

Figura 61-From to chart officina 8

Infine, nella soluzione 9, matrice dei flussi in figura 62, si ha un riscontro metrico pari a 17899 metri di *handling* giornaliero.

	A1-5	A6-9	A10	B1-3	B4	B6	C	R	L	S1	S2	S3	S4	F1	F3	F4	T1	T2	P1-3	P4-7	M1	M3-4	M5	M7-9	V	X	TOT
A1-5		111		88	250					14									28								491
A6-9							1299			5												704					2007
A10		44					240			4									50								338
B1-3		63			32	9				13	17								24		22	36		55			270
B4							813	8		6																	826
B6		21					358															33					412
C		27			33	65					44											185	780	400			1532
R										17												27					43
L	132		41	17		54		22			66	18	87								25	424	108			126	1118
S1	34	9		26	44	15	64				14										10		94	96			405
S2	6			17			396		50				21						60	36	7	50	75	125		52	894
S3			40	24						14	15					16	112					17	37	209			484
S4				2					15		7	14		24	2	2					12	14			104	15	210
F1	23			50				3		140							18				22			84			338
F3							5			99		49		38													191
F4				6						3			1		36												46
T1				8		7	162			4		56		18				16				172				42	484
T2							8				150		26									32					215
P1-3			75								45							23				34			177		354
P4-7							44				21								85					27			176
M1				33	87	15		93	25	18	25		210	44	115		316	105				49			59	25	1219
M3-4	400	750	350		231	66	62	80	308	105	100	110		25							25	245			330	50	3236
M5											88	209												138		240	675
M7-9	75		189					74	103		75	22	35	224			46		200			66	66		83		1256
V									67		158									110			72				407
X								34	28		26		165									13		12			277
TOT	670	1025	695	269	676	230	3448	312	595	441	850	478	545	372	153	18	515	181	423	229	646	1705	411	1750	718	550	17899

Figura 62-From to chart officina 9

Infine, si sono analizzate le zone prive di impianti di aspirazione per la saldatura rispetto alle tre proposte e agli spostamenti necessari. In rosso, sono evidenziate le risorse totalmente sprovviste di impianti di aspirazione, mentre in arancione risorse che richiederebbero una modifica dell'attuale impianto di aspirazione.

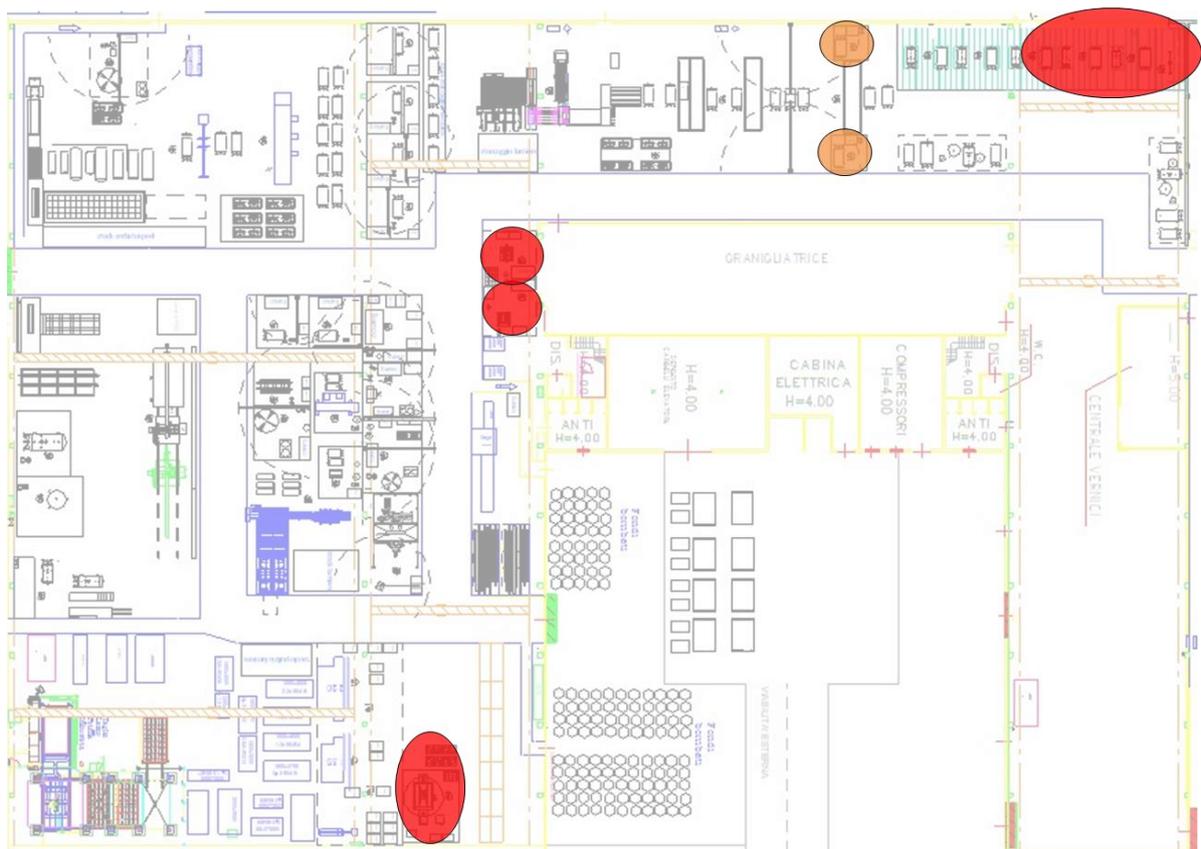


Figura 63-Impianti di aspirazione soluzione 3 bis

Come si nota in figura 63, nella proposta 3 bis, per quanto riguarda gli impianti di aspirazione, sono necessari interventi per l'aspirazione del collaudo e per il robot dei collettori, oltre che i due box di saldatura dei tubi. Tutto ciò dovuto agli spostamenti delle singole aree, tranne per il collaudo che nonostante rimanga nella stessa posizione è caratterizzata da polveri che contaminano l'area e quindi è necessario, comunque, un intervento sull'impianto di aspirazione nell'ultima pedana di collaudo.

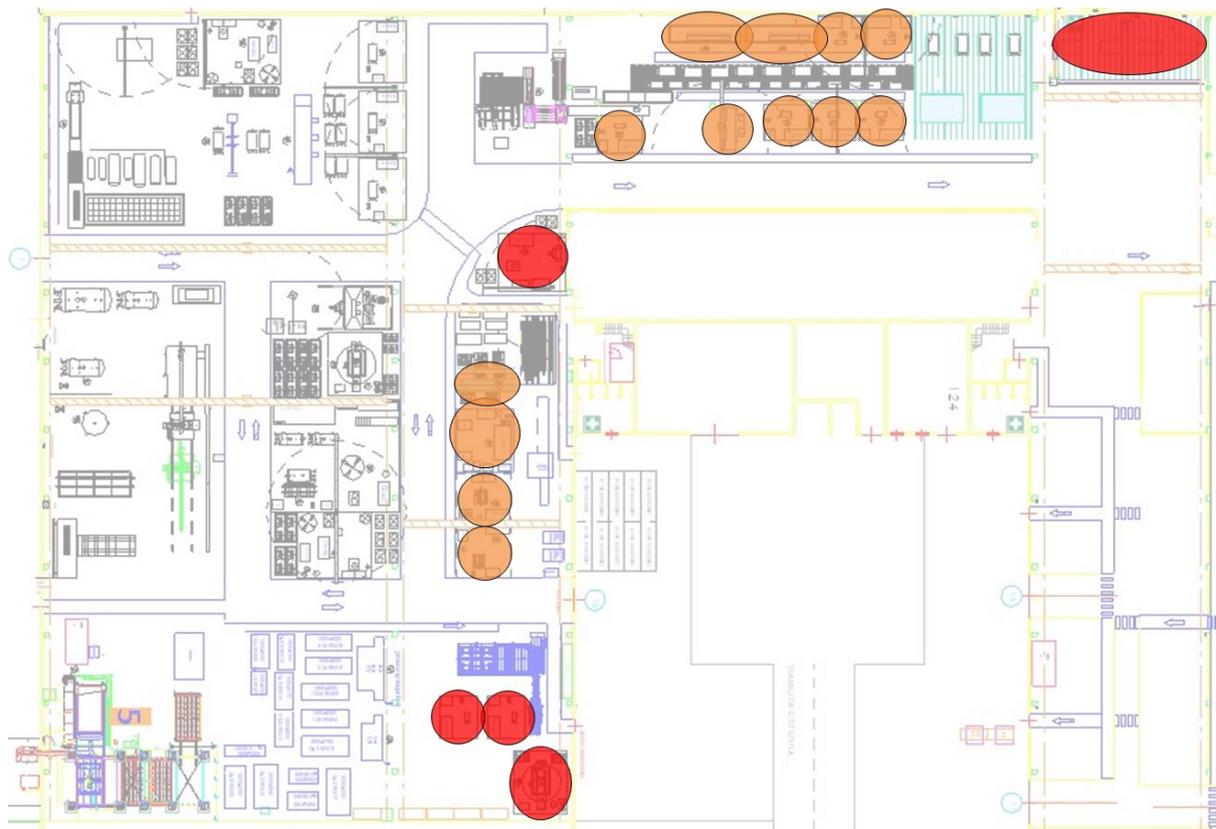


Figura 64-Impianti di aspirazione soluzione 8

Nella soluzione 8 vi è un intervento abbastanza invasivo per quanto riguarda le modifiche degli impianti di aspirazione, in quanto l'isola robotizzata vicino al portone 1 dovrà essere asservita dove attualmente c'è il magazzino e quindi non c'è presenza di impianti di aspirazione. Inoltre, l'intervento invasivo sulla linea dedicata alla risorsa 18.1.13 comporta una modifica e un allungamento dei canali di aspirazione (in arancione in figura 64) e stesso discorso per il collaudo a fine reparto per il layout precedente.

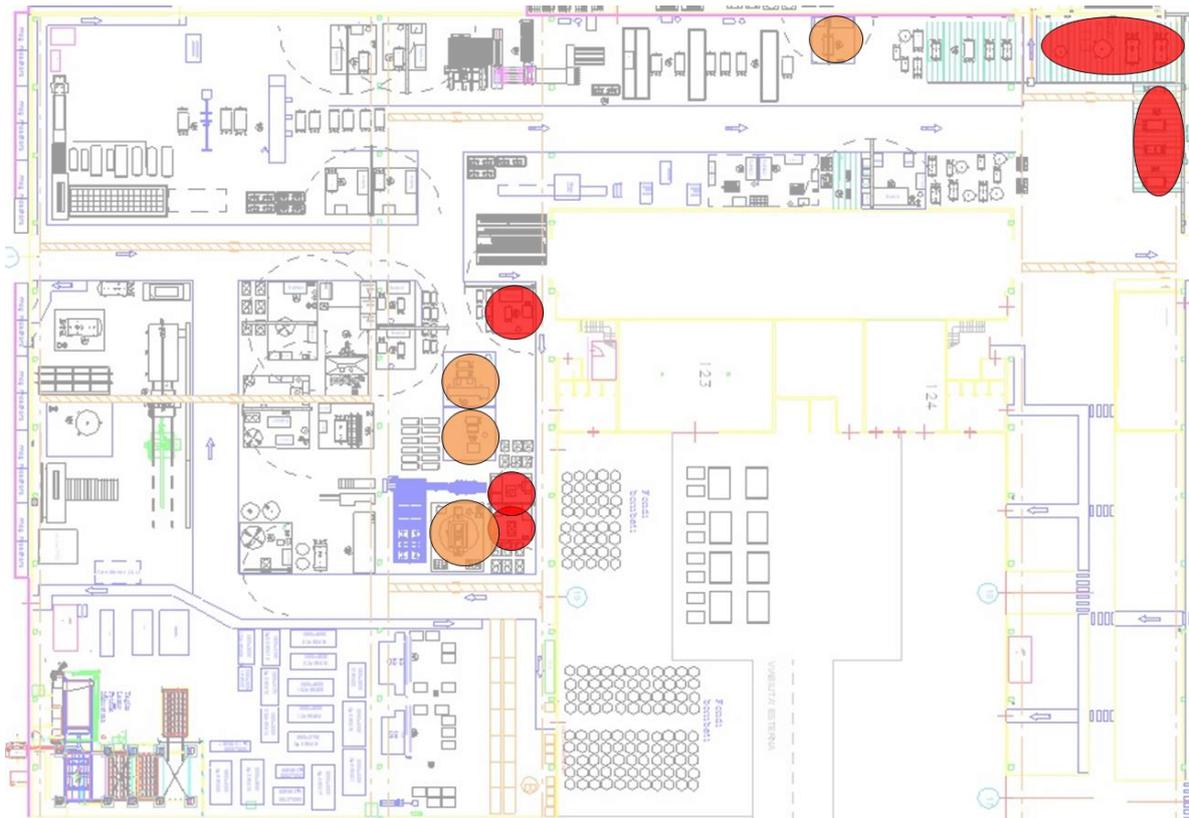


Figura 65-Impianti di aspirazione soluzione 9

Infine, per il layout 9, illustrato in figura 65, si nota una nuova installazione di canali di aspirazione dove ora c'è la segatrice, in quanto saranno presenti i box di saldatura fondi piatti e di saldatura manicotti per la linea 1. Successivamente, ulteriore intervento maggiore rispetto ai casi precedenti (3 bis e 8), riguarda il reparto di collaudo mediante l'introduzione della pedana di collaudo prima del reparto verniciatura. In questo caso, la parte di layout occupata dalla linea 1 nello stato *as-is* viene sostituita dall'area tubi, creando una vera e propria linea con i successivi box di saldatura tubi e pedana di collaudo dedicata ai tubi, mentre la linea 1 è installata al centro dell'officina.

Come ultimo step, si è svolto un confronto (tabella 22) tra le tre soluzioni proposte rispetto ai parametri qualitativi, selezionati rispetto ai driver di scelta.

Driver di scelta	3 bis	8	9
N°. Risorse presenti vs stima fabbisogno futuro	-	-	=
Costo / congestione handling e stock interoperazionale	=	+	=
Costo spostamento / transitorio (4 gg)	=	-	=
Espandibilità futura	=	+	=

Tabella 22- Comparazione tra le varie proposte

Da cui risulta come la soluzione 3 bis rispetto allo scenario *as-is* abbia un numero insufficiente di risorse rispetto al fabbisogno futuro dato che in linea 1 si avrebbe una postazione di saldatura in meno rispetto a quanto previsto.

Mentre per la soluzione 8, oltre a risultare insufficiente in termini di risorse in quanto ha una postazione di saldatura in meno in linea 3 per rispettare il fabbisogno futuro, ha anche un costo di spostamento superiore rispetto alle altre proposte, dato che prevede una nuova configurazione per quanto riguardano la linea 1 e la linea 3. D'altro canto, questa tipologia di layout mostrerebbe i suoi vantaggi a lungo termine dato che in termini di congestione dell'*handling* e di stoccaggio interoperazionale tra i reparti assumerebbe dei vantaggi non indifferenti, soprattutto mediante l'introduzione di vasche per il collaudo ad aria nella linea 1.

Infine, per quanto riguarda il layout 9, esso rimane invariato i termini di paragone rispetto ai precedenti, seppur se comparato allo scenario *as-is* rimane insufficiente in termini di risorse lungo la linea 2.

Il paragrafo successivo è caratterizzato dalla definizione della strategia più promettente e dall'affinamento della soluzione di layout.

6.4 Il layout definitivo

In questo paragrafo, l'obiettivo è quello di indicare il layout definitivo, per quanto riguarda l'officina, emerso dalle ipotesi discusse nel paragrafo precedente.

Le proposte oggetto di analisi (3bis, 8 e 9) sono state vincolate da altri aspetti. In primis, contattando l'azienda produttrice dell'isola robotizzata è riscontrata un'impossibilità di trasferimento in loco durante le due settimane di pausa natalizia, in quanto l'azienda ha deciso di chiudere in quei giorni dato che non avevano fatto nemmeno un giorno di ferie durante l'anno.

Successivamente contattando l'azienda produttrice della calandra in linea 3 per il suo spostamento, si è stati informati del periodo di tempo, circa 2 giorni, per l'intera rotazione e installazione del macchinario. Dunque, si è deciso per questione di tempo, di non occuparsi di tale spostamento e concentrarsi sul resto del layout per rispettare i tempi previsti.

Tutto ciò ha quindi comportato l'impossibilità di realizzazione di tutte e tre le proposte presentate. Perciò è stato necessario un ultimo incontro con il team di lavoro per determinare la proposta definitiva dinanzi a queste complessità.

Sapendo dell'arrivo di due installazioni di notevole considerazione, quali i magazzini automatici e le vasche di collaudo dedicate ai semilavorati della linea 1 e del reparto tubi, si è comunque deciso di optare per la realizzazione di una soluzione definitiva dello sviluppo del layout.

Come illustrato in figura 66, i cambiamenti sono riguardanti la parte centrale, la linea 1 e la linea 2.



Figura 66-Layout definitivo officina

In figura 67 la matrice dei flussi relativa al layout definitivo, dovuto ai vincoli citati in precedenza.

	A1-5	A6-9	A10	B1-3	B4	B6	C	R	L	S1	S2	S3	S4	F1	F3	F4	T1	T2	P1-3	P4-7	M1	M3-4	M5	M7-9	V	X	TOT
A1-5		148		88	480					53									26								794
A6-9							1299			5												788					2091
A10		22					208			4									50								284
B1-3		180			21	42				3	7								6		18	29		24			329
B4							50	19		4																	73
B6		31					22															29					82
C		27			2	4						44										170		510	1763		2519
R										56												23					78
L	126		1	10		15		20			66		51								25	424	108			153	998
S1	255	9		10	120	30	53				17									12			86	75			666
S2	6						396		50				120						30	20	7	50	75		133	52	938
S3			2	10							7					8											27
S4				4					9		40			600	31	26					47	5			86	8	854
F1	26			45				4		210												24			101		418
F3							19			15				7													41
F4				4						26			15		21												66
T1				15		6	27			8				9								46				12	129
T2							5				75		10								19						109
P1-3			57								35						20				34					173	319
P4-7							44				21									85					27		176
M1																							49		59	40	631
M3-4	400	750	395		340	58	57	68	308	168	100			26							25	245			330	50	3318
M5											88														138	240	466
M7-9	75		189					102	103	75	25	29	272				15		200		66	66			83		1299
V									67	158											110	72					407
X								34	34	33			83									13			12		207
TOT	888	1167	644	212	993	177	2178	336	595	570	789	25	382	954	78	34	124	57	387	253	491	1723	194	1433	2077	555	17311

Figura 67-From to chart officina layout definitivo

Dalla matrice dei flussi si riscontra come nel nuovo scenario, rispetto allo scenario *as-is*, ci si attenderà una diminuzione di metri percorsi abbastanza considerevole pari ad oltre 1 chilometro per giornata lavorativa. I punti fondamentali dove si ha risparmio in termini di metri sono riguardanti le linee nel loro asservimento con postazioni dei box dei fondi più vicine e nella nuova disposizione della linea 1 con il collaudo a fine linea per evitare interventi di transpallet o muletto.

In figura 68, il layout aziendale definitivo dopo gli spostamenti avvenuti nei reparti officina e assemblaggio come descritti nei capitoli 5 e 6.

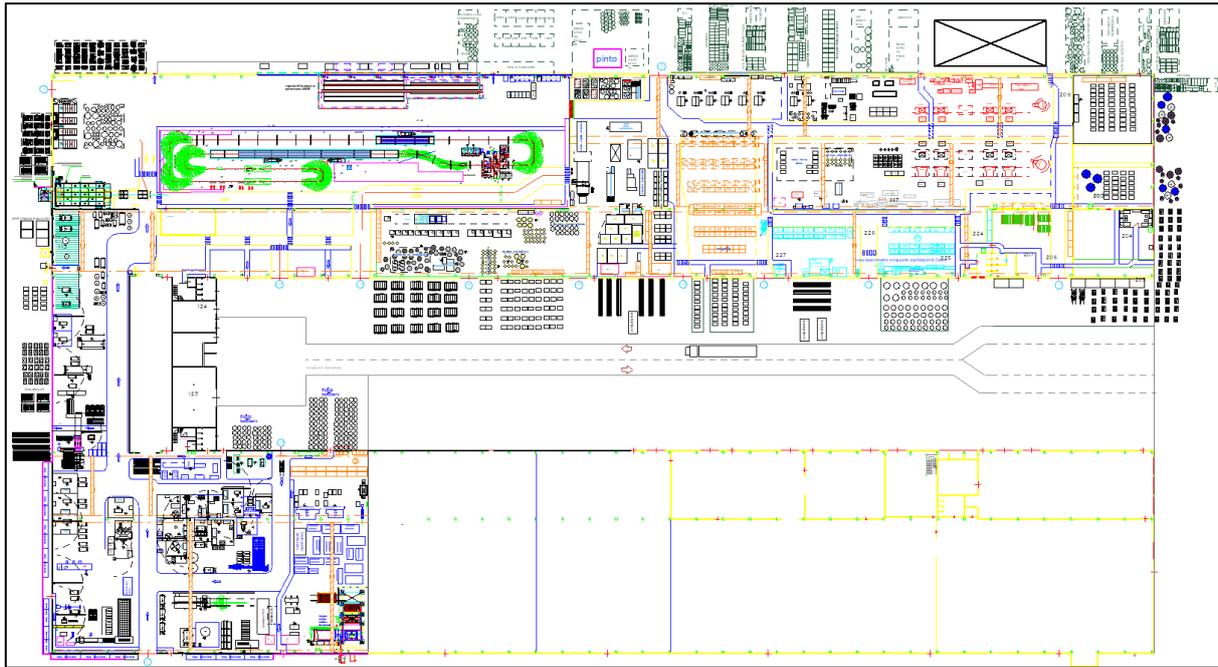


Figura 68- Layout aziendale definitivo

6.5 Valutazione economica

In questo paragrafo verrà presentata la valutazione economica per quanto riguarda il reparto officina. Verrà analizzato quantitativamente dal punto di vista dell'incidenza della manodopera diretta sul costo di ogni serbatoio grezzo avanzato, senza trascurare le operazioni di *handling* e di occupazione degli spazi migliorate come descritto nei paragrafi precedenti.

L'obiettivo è dunque quello di valutare e definire, analizzando il riscontro in campo pratico dei costi, la durata del *pay back period*.

A livello di produzione, i calcoli verranno eseguiti basandosi su 1 turno di 8 ore al giorno, come per il reparto schiumatura. Come oggetto di confronto dell'analisi sono stati presi gli avanzamenti effettuati nel reparto collaudo dell'officina in due settimane dal 06/06 al 17/02, e fatta una media di semilavorati prodotti in officina, risultando nello storico relativo al 2022 pari a 77 serbatoi al giorno mentre nel 2023 pari a 88 serbatoi per giorno lavorativo.

Tramite l'amministrazione aziendale, si è ricavato il costo medio orario per un lavoratore all'interno del reparto officina, che risulta pari a 21 €/h, come nel reparto assemblaggio. Dunque, si ricava il costo di ogni singolo operatore al giorno mediante la seguente formula:

$$\frac{\text{Coperatore}}{\text{giorno}} = 21 \frac{\text{€}}{\text{operatore} * h} * 8 \frac{h}{\text{turno}} * 1 \frac{\text{turno}}{\text{giorno}} = 168 \text{ €/operatore} * \text{giorno}$$

Nella situazione *as-is*, sono presenti 43 operatori, considerando tutte le aree di lavorazione e anche i carrellisti. Dunque, il costo totale degli operatori nella situazione *as-is* risulta pari a:

$$\begin{aligned} \text{Costo}_{\text{operatori}} &= \text{Numero}_{\text{operatori}} * \text{Costo} \frac{\text{€}}{\text{op} * \text{giorno}} = 43 \text{ op/g} * 168 \text{ €/op} * \text{turno} \\ &= 7224 \text{ €/g} \end{aligned}$$

Mentre nella situazione *to-be*, saranno presenti 46 operatori, data la presenza di un operatore in più nell'area tubi e l'aggiunta di due box di saldatura in fondo alla linea 3, con un costo totale degli operatori al giorno pari a:

$$\begin{aligned} \text{Costo}_{\text{operatori}} &= \text{Numero}_{\text{operatori}} * \text{Costo} \frac{\text{€}}{\text{op} * \text{giorno}} = 46 \text{ op/g} * 168 \text{ €/op} * \text{giorno} \\ &= 7728 \text{ €/giorno} \end{aligned}$$

Quindi, l'incidenza della manodopera diretta sul costo di ogni semilavorato grezzo è pari a:

- nello scenario *as-is*:

$$\text{Costo}_{\text{Mod/serbatoio}} = \frac{7224 \frac{\text{€}}{\text{giorno}}}{77 \frac{\text{serbatoi}}{\text{giorno}}} = 93,8 \text{ €/serbatoio}$$

- nello scenario *to-be*:

$$\text{Costo}_{\text{Mod/serbatoio}} = \frac{7728 \frac{\text{€}}{\text{giorno}}}{88 \frac{\text{serbatoi}}{\text{giorno}}} = 87,8 \text{ €/serbatoio}$$

Con un risparmio su singolo serbatoio, per quanto riguarda l'incidenza della manodopera diretta degli operatori pari a:

$$\begin{aligned} \text{Risparmio}_{\text{serbatoio}} &= \text{Costoserbatoio}_{\text{as-is}} - \text{Costoserbatoio}_{\text{to-be}} = 93,8 - 87,8 \\ &= 6 \text{ €/serbatoio} \end{aligned}$$

Per quanto riguarda l'investimento iniziale, esso è composto dai seguenti costi:

- installazione condotte di aspirazione = 7100€
- elettricista = 5000€
- squadra di manutenzione elettromeccanica, interventi azienda "Pinto Service" e interventi squadra di manutenzione interna = 17000€

- manutenzione calandra = 3000€

Quest'ultimo costo non verrà inserito all'interno dell'analisi in quanto è un intervento che sarebbe avvenuto indipendentemente dalla decisione di ridefinire il layout.

Quindi, l'investimento iniziale risulta pari a:

$$I_0 = Costo_{aspirazione} + Costo_{elettricista} + Costo_{manutentori} = 7100 + 5000 + 17000 \\ = 29100 \text{ €}$$

Dunque, i serbatoi necessari da produrre per ricoprire l'investimento sono pari a:

$$N^{\circ}.Serbatoi_{necessari} = \frac{I_0}{Risparmio_{serbatoi}} = \frac{29100 \text{ €}}{6 \text{ €/serbatoio}} = 4850 \text{ serbatoi}$$

Infine, i giorni necessari nello scenario di produzione *to-be* per ammortizzare l'investimento iniziale saranno:

$$N^{\circ}.Giorni_{necessari} = \frac{N^{\circ}.Serbatoi_{necessari}}{N^{\circ}.Serbatoi_{to-be}} = \frac{4850 \text{ serbatoi}}{88 \text{ serbatoi/giorno}} = 56 \text{ giorni}$$

Quindi in 56 giorni lavorativi, *pay back period*, mantenendo come capacità produttiva la produzione di 88 serbatoi a giornata, l'intero investimento sarà ripagato.

Se tale analisi fosse proposta tramite i valori da "previsionale" per l'anno 2023 (tabella 12), il *pay back period* ne gioverebbe portando quindi ad una diminuzione del costo della manodopera sul semilavorato. Questo dato non è stato riscontrato sul campo, in quanto nelle due settimane analizzate, sono state presenti alcune difficoltà come la mancanza di serpentini, a causa di un rallentamento del fornitore "Corditec", lungo la linea 3 di produzione.

Nel caso, fosse stato possibile avere già la produzione ottimale con una capacità produttiva teorica pari a 118 serbatoi al giorno, il *pay back period* sarebbe risultato pari a:

$$N^{\circ}.Giorni_{necessari} = \frac{N^{\circ}.Serbatoi_{necessari}}{N^{\circ}.Serbatoi_{previsionale}} = \frac{1021 \text{ serb}}{118 \text{ serb/g}} = 9 \text{ giorni}$$

Come ci si poteva attendere risulterebbe minore data la capacità produttiva prevista maggiore di quella attualmente presente in officina.

Capitolo 7

7. CONCLUSIONE

I risultati dell'attività sperimentale svolta all'interno di questo elaborato hanno portato non solo alla definizione di un layout aziendale nei reparti di officina e assemblaggio (aree di taglio e schiumatura), ma anche alla valutazione economica degli spostamenti definiti.

Il modello di costo delineato è stato ottenuto determinando il *pay back period* tramite la definizione del costo della manodopera sul singolo semilavorato.

Per la stesura di questo modello di costo, inizialmente, si è partiti con lo studio dei cicli di produzione e l'analisi dei prodotti di riferimento per definire le capacità produttive, applicando tecniche come lo *smed* all'interno dei reparti e successivamente mediante i dati previsionali, proposti dall'amministrazione, si sono definite le varie proposte di layout.

Dal comportamento del *pay back period*, in base alle due modalità analizzate, si evince come un efficientamento nelle modalità di lavoro possa evidenziare una sostanziale differenza, in termini di giorni, nel recupero della somma investita.

Nell'ottica dei costi, rispetto alla situazione precedente, l'introduzione della struttura a "binario" nel reparto schiumatura e la migliore gestione delle linee in officina si sono rilevate un risparmio sostanziale nel medio termine. Da questo risultato si dovrebbero considerare eventuali costi dell'energia, costi di *handling* nei due differenti scenari e costi di ammortamento della struttura a "binario". Inoltre, non si considerano gli eventuali costi legati a giacenza e mantenimento a stock, i quali tengono in considerazione le spese di assicurazione e l'ammortamento del magazzino, in quanto sono in arrivo, come introdotto nel capitolo 5, i magazzini automatici "Modula".

Tra le criticità riscontrate vi è stata la definizione delle collocazioni per quanto riguarda gli impianti elettrici e gli impianti per il gas di saldatura per alimentare ogni box, cruciali per ogni movimentazione da effettuare durante la giornata lavorativa. Così come la determinazione dei punti luce e del posizionamento delle singole bandiere per lo spostamento dei semilavorati in base alle loro caratteristiche in un'area piuttosto che in un'altra. Ulteriori difficoltà riscontrate sono state la gestione delle condotte di aspirazione e i posizionamenti all'interno di ogni singolo box di tavoli, saldatrici e

tutto l'occorrente per l'operatore, risolti con il supporto di alcuni operatori dell'officina. Inoltre, al rientro in azienda dell'intero gruppo di operatori si sono trovate alcune criticità riguardo flussi e utilizzo di carroponti, spiegati poi ad ogni singolo operatore.

Riguardo ad eventuali sviluppi futuri della ridefinizione del layout aziendale di Fiorini Industries, verrà ottimizzato il layout dell'assemblaggio mediante una ottimizzazione dello stoccaggio del poliuretano espanso grazie all'introduzione di una nuova tecnologia, ancora in fase di approvazione da ufficio tecnico. Mentre per quanto riguarda la riduzione dei rifiuti è importante un intervento sull'efficientamento dello scarto del poliuretano espanso dopo la fase di taglio. Inoltre, si avrà l'introduzione di riscaldatori a infrarossi all'interno degli stampi per un efficiente riscaldamento degli stampi, evitando così tempi di attesa. Ulteriore intervento può dedicarsi riguardo la gestione delle linee di assemblaggio, intervenendo sulle risorse, come il numero di segatrici per i tubi, ma non solo, anche sul numero necessario di linee e magari potenziandole con una logica di asservimento a "fontana".

Mentre, possibili scenari per quanto riguarda il layout dell'officina possono corrispondere all'introduzione dei magazzini automatici "Modula" per cui si creerebbe uno spazio per inserire l'isola robotizzata dietro alle piegatrici così da aumentare lo spazio nella linea 3, in cui verrà ruotata di 90 gradi verso sinistra la calandra e la relativa saldatrice longitudinale. Successivamente, si avrà l'introduzione delle vasche di collaudo ad aria per quanto riguarda i semilavorati della linea 1 e dei tubi, così da migliorare la capacità produttiva del collaudo ed evitare il "collo di bottiglia" che si crea durante la produzione. Infine si avrà l'introduzione di diversi azzeratori di peso all'interno dell'officina, in particolare nelle aree dove si nota maggiormente la necessità, come l'area laser e la linea 3 di lavorazione.

In definitiva, quindi, si può sostenere che progettare un layout aziendale significa considerare numerosi aspetti sia produttivi che logistici, come ottimizzare gli spazi, efficientare i flussi, considerare le relazioni di vicinanza tra le aree, con particolare importanza alla flessibilità e all'attenzione al dettaglio.

Bibliografia

- [1] A.Grandi, "Gestione dei progetti di innovazione", McGraw-Hill Education, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna. Scuola di ingegneria e architettura. C.d.l. in ingegneria gestionale, 2017.
- [2] A.Lipparini, "Economia e gestione delle imprese", il Mulino, 2011.
- [3] A.Pareschi, "Impianti Industriali", Società Editrice Esculapio, Bologna, 2007.
- [4] E.Baglieri, "Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management", Rizzoli, 2012.
- [5] A.Pareschi, E.Ferrari, A.Persona, A.Regattieri, "Logistica integrata e flessibile", Società Editrice Esculapio, Bologna, 2011.
- [6] Catalogo Fiorini Industries, 2022.

Ringraziamenti

Riguardo all'esperienza all'interno di Fiorini Industries si ringraziano i membri del gruppo di lavoro quindi Davide Faggi, da cui ho imparato cosa significa vivere all'interno di un'azienda e che ha saputo coadiuvare e programmare ogni attività per la definizione del layout in maniera autorevole coinvolgendo ogni membro all'interno del progetto, Roberto Zanelli, il quale è stato fondamentale sulla gestione di ogni problema quotidiano che si presentava, Tommaso Fabbri, Erika Caselli, Giovanni Zoffoli, il quale ha sin da subito saputo coinvolgermi nell'utilizzo del software gestionale e spiegato come vengono gestite le giacenze e i prodotti in magazzino, Ilaria Sintoni, la quale è sempre stata disponibile su ogni dubbio legato alla pianificazione e al sistema informativo interno dell'azienda, Massimiliano Marrughi, Edera Bratti, i capi reparto, sempre disponibili per ogni dubbio o chiarimento e i singoli operai con cui ho potuto affrontare questa esperienza in un clima sereno e che mi hanno aiutato a crescere di fronte a ogni difficoltà.

In particolare, un ringraziamento al prof. Alberto Regattieri, che oltre ad avermi permesso di concludere nel migliore dei modi il mio percorso universitario, è stato fondamentale nella scelta del corso di studi durante le giornate di orientamento organizzate dall'Alma Mater Studiorum di Bologna ormai cinque anni fa, in cui ero un ragazzo che non sapeva cosa fare del proprio futuro e mediante brevi risposte al termine del suo discorso di presentazione del corso ha saputo far chiarezza su ogni minimo dubbio che avevo.

Un ringraziamento all'azienda Fiorini Industries e Antonio Fabbri per aver sempre creduto in questo progetto ed essere stato sempre presente e partecipe ad ogni decisione presa dal gruppo di lavoro.

Infine, un ringraziamento a Nicola, con il quale ho condiviso questa esperienza, maturando insieme sia sotto l'aspetto professionale sia sotto l'aspetto umano.

In conclusione, ringrazio le persone che mi sono state accanto a partire dai miei genitori che mi hanno sempre sostenuto nei momenti difficili e ai miei nonni che hanno sempre creduto in me. Un ringraziamento speciale a Filippo che ha sempre saputo sostenermi, in particolare, in questo ultimo periodo critico e importante per concludere il percorso di studi, sempre presente e al mio fianco anche nei momenti difficili per cui gli sarò sempre grato. Successivamente ai miei cugini, in particolare Matteo, un fratello, stesso sangue non mente, un rapporto indescrivibile per il quale sarò sempre al suo fianco qualsiasi scelta prenda e lo aiuterò sempre nel momento del bisogno qualunque sia il suo sogno. Non puoi capire cosa sei per me, per te ci sarò sempre, ricordalo. A Pamela, come una sorella

maggiore, grazie per esserci sempre stata, per me sei unica. A tutti i miei zii, in particolare Michele e Luciana, i quali mi hanno insegnato a gestire i propri divertimenti e a reagire anche quando la vita ti mette degli ostacoli, Massimo, a cui devo molto, come un secondo padre, lui c'è sempre stato e mi ha insegnato cosa rappresenta il valore di una madre e non dimenticherò mai quel momento che ha segnato in me una crescita enorme e Romina, sempre gentile e mai fuori posto, ha saputo sempre stare un passo dietro a mio zio e seguirlo in tutte le scelte fatte, Colomba, la quale rappresenta per me l'amore che ho per mia nonna sempre viva in me, Adelio, che ringrazio per essere sempre disponibile e sorridere alla vita e Paolo e Mary che mi ricordano sempre che la vita bisogna godersela e divertirsi. Infine, un ringraziamento a Enrico, Francesco, Simone e Luca che si sono dimostrati veri compagni di studi oltre che fedeli amici e a tutti quelli del gregge, Crystal, Labri che è da sempre al mio fianco, a quelli del triangolo Cast e Masso, a quel feroce di Street, al mio chef Balla e a Mattio. Un grazie a Massimo, Jacopo e Tiziana, come una seconda famiglia, che mi hanno aiutato molto in questo periodo per mantenere parte dei miei studi e avere fiducia in me stesso. A chi mi ha sempre voluto bene.

Un grazie infinito a chi è da sempre nel mio cuore, nonna Francesca, che mi hai insegnato a credere in me stesso e che sei stata per me figura di grande dedizione e sacrificio. Da quel maledetto giorno sei l'unica persona che penso ogni mattina e se sono arrivato dove sono è anche merito tuo.

Dedico questo risultato a mio padre, il quale mi è sempre stato vicino anche nei momenti difficili. Grazie per avermi tirato su quando avrei voluto mollare tutto. Grazie per avermi insegnato che nella vita nessuno ti regala niente. Grazie per la pazienza che hai nel rispondere a tutte le mie curiosità. Grazie per avermi reso determinato e avermi spinto a dare sempre il massimo senza mai paragonarmi agli altri. Grazie per avermi insegnato da dove viene la nostra famiglia e fatto capire di rimanere sempre con i piedi per terra. Grazie per credere ogni giorno in me e far sì che tutti i miei sogni si esaudiscano. So che hai passato periodi molto duri e bui a cui non sapevi come reagire e penso la mia presenza sia stata fondamentale per uscirne. Spero di renderti orgoglioso dopo tutto quello che hai fatto per me. Infine, grazie per rendere felice ogni giorno la persona che amo di più al mondo, mia madre.

