



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE (DIN)

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica LM

Reingegnerizzazione logistica di uno stabilimento industriale: Il caso Faster S.r.l.

Tesi di Laurea Magistrale in Logistica Industriale T-AB

Relatore

Chiar.mo Prof. Alberto Regattieri

Presentata da

Domenico Mele

Correlatori

Ing. Alessio Marra

Ing. Marco Benfenati

Sessione marzo 2025

Anno Accademico 2023/2024

SOMMARIO

Il progetto tesi deriva dall'esperienza di tirocinio svolta in Faster S.r.l., un'azienda nel ferrarese leader nella produzione di attrezzature da laboratorio, cabine di sicurezza microbiologica e sistemi a flusso laminare. Lo scopo principale dello studio è la reingegnerizzazione logistica dello stabilimento.

La tesi si evolve partendo dall'analisi delle aree e dei flussi dell'AS-IS attuale, include l'esposizione delle motivazioni celate dietro ogni scelta logistica e l'evidenziazione delle criticità emerse. L'elaborato prosegue con l'illustrazione di due soluzioni migliorative, con analisi di costi e benefici, in particolare, l'obiettivo principale è la massimizzazione dell'efficienza durante le operazioni di handling per ridurre al minimo gli sprechi.

Lo studio termina con la stima dell'area necessaria da incrementare per raggiungere un fatturato target a cui l'azienda ambisce.

Indice

Introduzione.....	1
Capitolo 1: Progettazione del layout industriale.....	2
1.1 Classificazione degli impianti produttivi.....	2
1.2 Criteri di progettazione di un impianto industriale.....	3
1.3 Analisi del prodotto e delle quantità.....	4
1.4 Studio del flusso dei materiali.....	7
1.5 Studio del flusso informativo.....	8
1.6 Determinazione dello spazio richiesto.....	9
1.7 Scelta del layout ottimale	10
1.8 Lean Manufacturing.....	11
1.9 Mappatura del flusso del valore.....	18
Capitolo 2: Introduzione alla logistica industriale.....	20
2.1 Cenni storici.....	20
2.2 Il concetto di logistica e le varie tipologie.....	20
2.3 La logistica industriale.....	21
2.4 Flusso informativo e flusso fisico.....	24
2.5 Sistemi di trasporto del materiale.....	27
2.6 Sistemi manuali di immagazzinamento e stoccaggio.....	30
2.7 Indici caratteristici dei magazzini.....	31
2.8 Stoccaggio delle Udc.....	32
2.9 Stoccaggio di prodotti speciali.....	33
2.10 Progettazione di un magazzino.....	34

2.11 Progettazione delle scaffalature.....	39
2.12 Scelta del layout ottimale.....	42
Capitolo 3: Analisi AS-IS attuale.....	46
3.1 Il contesto aziendale.....	46
3.2 Flusso informativo.....	50
3.3 Flusso dei materiali.....	51
3.4 VSM.....	57
3.5 Unità di carico e sistemi di movimentazione.....	59
3.6 Strumenti utilizzati.....	62
3.7 AS-IS.....	62
3.8 Focus sulle criticità dell'AS-IS.....	78
Capitolo 4: Analisi delle soluzioni proposte.....	81
4.1 Analisi dell'AS-IS 2 turni.....	81
4.2 Analisi degli investimenti AS-IS 2 turni.....	86
4.3 Analisi dell'AS-IS ottimale.....	88
4.4 Analisi degli investimenti AS-IS ottimale.....	89
4.5 Confronto tra i vari AS-IS.....	91
4.6 Risultati e conclusioni studio delle aree.....	92
4.7 Problematiche ed eventuali contromisure.....	93
Capitolo 5: Studio dei flussi.....	94
5.1 Studio dei flussi di carpenteria.....	94
5.1.1 Individuazione dei Flow Control Point.....	95

5.1.2 Determinazione dei From-To Chart.....	97
5.2 Studio dei flussi della restante parte dell'azienda.....	100
5.2.1 Individuazione dei Flow Control Point.....	101
5.2.2 Determinazione dei From-To Chart.....	103
5.3 Studio dei flussi AS-IS ottimale.....	110
5.3.1 Studio dei flussi di carpenteria.....	110
5.3.2 Studio dei flussi della restante parte dell'azienda.....	111
5.4 Proposta migliorativa dei flussi.....	114
5.5 Conclusioni studio dei flussi.....	117
Capitolo 6: Studio del TO-BE.....	118
6.1 Analisi del fatturato.....	118
6.2 Analisi macchine e postazioni.....	120
6.3 Calcolo della richiesta di stoccaggio.....	122
6.4 Calcolo delle aree TO-BE.....	125
Conclusione.....	131
Bibliografia e sitografia.....	133

INTRODUZIONE

La trattazione che segue riguarda la riprogettazione di un layout industriale in ottica di crescita economica e perseguimento degli obiettivi della lean.

Il CAPITOLO 1 si concentra su una breve esposizione teorica su: criteri di progettazione e dimensionamento di un impianto industriale e principi fondamentali su cui si fonda la lean manufacturing.

Il CAPITOLO 2 fornisce un'introduzione alla logistica e si concentra successivamente sui criteri di gestione e progettazione dei sistemi di stoccaggio.

Il CAPITOLO 3 è volto alla presentazione del contesto in cui l'azienda opera, la sua storia, la gamma di prodotti e le sue funzioni interne. L'inquadramento è necessario per mettere alla luce le esigenze aziendali considerate durante l'elaborazione dello studio. La trattazione continua con l'analisi delle aree della situazione odierna, in particolare si mettono in evidenza il layout dell'AS-IS e i relativi problemi di gestione. Viene poi spiegato in maniera approfondita l'approccio con cui è stato ideato l'impianto attuale.

Nel CAPITOLO 4, dallo studio delle aree, si procede con l'analisi di due possibili soluzioni migliorative della situazione attuale con l'esposizione degli investimenti e dei benefici attesi.

Nel CAPITOLO 5 viene esposto lo studio del flusso dell'AS-IS attuale, mettendo in evidenza i legami e le criticità dei vari reparti interconnessi. Il capitolo continua con l'illustrazione del cambiamento dei flussi dovuti alla soluzione AS-IS ottimale e termina con una proposta per ridurre i costi di gestione dovuti ai flussi.

Il CAPITOLO 6 è incentrato sull'analisi delle aree del TO-BE, ottenuta proiettando i dati analizzati nell'AS-IS attuale in uno scenario futuro, volto all'incremento del fatturato e dei volumi produttivi. Lo scopo principale di questo capitolo è la stima dell'area necessaria per il raggiungimento degli obiettivi a cui l'azienda ambisce.

Capitolo 1: Progettazione del layout industriale

1.1 Classificazione degli impianti produttivi

Il layout industriale riguarda la disposizione interna ed esterna di un impianto industriale.

Un impianto industriale è un sistema complesso costituito da un insieme di macchine, apparecchiature e servizi necessari per la realizzazione di un prodotto finito ottenuto dalla trasformazione di materie prime o derivati. L'impianto industriale, si inserisce a sua volta in un sistema più ampio la cui organizzazione è definita impresa o azienda. Il fine ultimo è la generazione di valore economico e, una volta compensati tutti i costi di produzione, ottenere un utile.

Più nel dettaglio, rientrano nella totalità dell'impianto industriale sia i sistemi produttivi/tecnologici che i sistemi ausiliari o di servizio, necessari per garantire il corretto funzionamento dei primi.

Gli impianti produttivi sono vari e classificabili in funzione di una serie di fattori:

- natura delle trasformazioni e del prodotto finito (alimentari, ceramici, siderurgici, etc.);
- dimensione dell'impianto, distinguendo, in particolare, media, piccola e grande industria;
- capitale e lavoro, si distinguono impianti ad alta intensità di capitale, caratterizzati da alto capitale fisso (attrezzature e mezzi) e basso capitale variabile (forza lavoro) e impianti a bassa intensità di capitale in senso opposto;
- diagramma tecnologico o processo di produzione (mono linea, convergenti o divergenti);
- continuità del processo produttivo (ciclo continuo o ciclo intermittente);

Il tipo di produzione dell'impianto industriale può essere a sua volta suddiviso secondo una serie di criteri:

- metodo di realizzazione del prodotto (fabbricazione per parti o per processo);
- metodo di realizzazione del volume produttivo (unitaria, a lotti o continua);
- metodo di risposta alla domanda di mercato (produzione per il magazzino o su commessa).

(A. Pareschi, 2007)

1.2 Criteri di progettazione di un impianto industriale

La seguente trattazione riguarda la pianificazione e la realizzazione di un impianto industriale. Schematicamente si può sintetizzare nelle seguenti parti:

1. studio di fattibilità dell'impianto;
2. progettazione completa del sistema industriale;
3. realizzazione e controllo del progetto.

La prima fase riguarda la determinazione dei criteri generali dell'impianto. È necessario condurre uno studio dettagliato su cosa e come produrre. Alla base, dunque, va svolta un'attenta analisi del mercato per scegliere con cura il prodotto (P) da realizzare. Determinati il mercato e il prodotto sul quale si vuol puntare, è necessario ricercare il ciclo produttivo (C) e definire qualitativamente il diagramma di lavorazione. A questo punto occorre definire gli impianti di servizio (S) necessari per garantire un funzionamento corretto del sistema produttivo ed infine, scegliere la potenzialità produttiva (Q) che si vuol garantire in funzione della redditività economica dell'investimento impiantistico.

La prima fase coinvolge numerosi professionisti del settore: economisti, impiantisti, tecnici e progettisti; la seconda fase è svolta da uno o più esperti di tecnologie industriali; le ultime due fasi riguardano il progetto dell'intero impianto di produzione e sono oggetto di interesse di esperti impiantisti.

Noti P , C , S , Q , si procede alla fase di progettazione dell'impianto industriale, articolata in quattro fasi:

1. Scelta dell'ubicazione;
2. Studio del layout generale. Questa fase al suo interno comprende: definizione del ciclo di lavoro, determinazione dei rapporti tra le attività di servizio, scelta di tipologia, numero di macchine e attrezzature necessarie, analisi della disponibilità di spazio rispetto a quello necessario, ricerca e valutazione di più alternative di layout;
3. Progettazione nel dettaglio del layout;
4. Progettazione esecutiva.

I punti 3 e 4 riguardano la realizzazione del progetto e comprendono la definizione di tempi e metodi per l'installazione dell'impianto, utilizzando tecniche reticolari, insieme allo sviluppo e al monitoraggio delle diverse fasi di realizzazione.

(A. Pareschi, 2007)

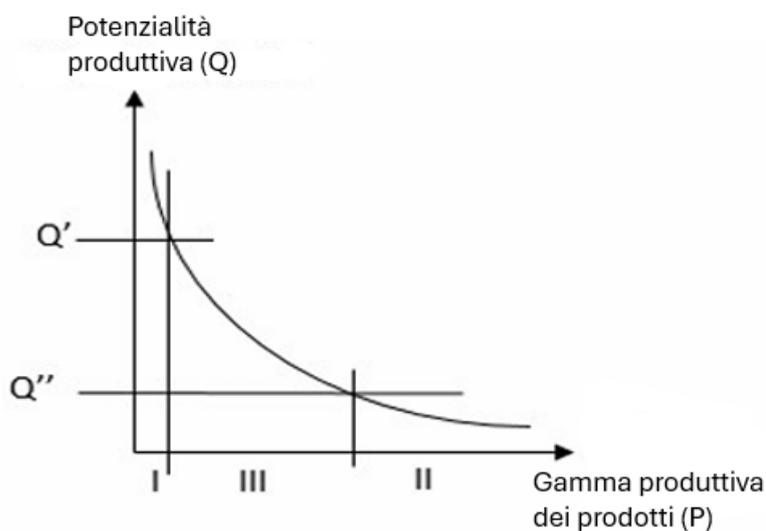
1.3 Analisi del prodotto e delle quantità

Come descritto in precedenza per procedere allo studio del progetto del layout generale (disposizione planimetrica), è necessario individuare e raccogliere le informazioni sulla gamma produttiva P e sulla potenzialità Q . Quest'analisi consente di determinare il layout

più adatto in funzione della correlazione tra i volumi di produzione e la varietà dei prodotti.

Si procede suddividendo e/o raggruppando i vari prodotti in gruppi o famiglie. Questo permette di definire il mix produttivo, ovvero l'insieme dei diversi tipi di prodotto fabbricati in azienda; successivamente si valutano le quantità da produrre per ogni prodotto in funzione della suddivisione effettuata in precedenza.

Posizionando in ordine decrescente le quantità annuali previste per ciascun modello (misurati in pezzi, unità di volume, unità di massa etc.), si ricava il diagramma P-Q:



La curva ottenuta approssima un'iperbole equilatera suddivisibile in tre zone:

- Zona I: poche varietà di prodotti ma caratterizzati da elevata produttività, tale da giustificare un layout per prodotto in cui i materiali si muovono velocemente in linee dedicate grazie ad un alto grado di automazione dell'intero sistema produttivo;
- Zona II: piccola produzione di molte varietà di prodotto; il layout da preferire in questi casi è per processo o per reparti o a punto fisso. In queste tipologie i materiali si muovono lentamente da un reparto all'altro, si necessita di un macchinario universale ed un alto livello di manodopera. Nel layout per processo o per reparti, le operazioni di trasformazione dei materiali vengono eseguite in

reparti caratterizzati dalla stessa lavorazione (reparto di fresatura, reparto di saldatura etc.). Nel layout a posizione fissa il prodotto sta fermo e sono gli operatori che si muovono trasportando il materiale necessario alla sua realizzazione (tipica delle operazioni di montaggio);

- Zona III: è la parte centrale della curva in cui risulta sconveniente l'adozione di uno o dell'altro layout visti per i casi precedenti, prediligendo, in questi casi, un layout misto per linee tradizionali o un layout per famiglie di prodotti nel caso di Group Technology con FMS (Flexible Manufacturing System).

Layout per prodotto	Layout per processo	Layout a punto fisso
Minor costo globale dei trasporti di materiale	Minor duplicazione di macchinario	Possibilità di ampliare e perfezionare le capacità professionali degli operatori
Minor tempo complessivo di produzione	Maggior flessibilità della produzione	Responsabilizzazione dei dipendenti
Minori scorte di produzione	Controllo e supervisione più specializzati	Coinvolgimento diretto dei dipendenti alla vita del prodotto
Maggiori incentivi per i reparti ad aumentare la produttività	Maggiori incentivi per i singoli dipendenti nell'incrementare la produttività	Grande flessibilità produttiva degli impianti
Minor superficie di stabilimento	Miglior controllo dei processi ad elevata complessità e precisione	Minimo investimento di capitale nel layout
Controllo della produzione semplificato	Maggior facilità nell'ovviare ad avarie del macchinario	Possibilità di produrre un'ampia varietà di prodotti

Sfruttando la standardizzazione e la modularità dei componenti, come accade nel settore automobilistico, è possibile traslare la produzione dalla zona II verso la zona I.

(A. Pareschi, 2007)

1.4 Studio del flusso dei materiali

Per svolgere lo studio del layout è di fondamentale importanza valutare il flusso fisico dei materiali. L'obiettivo è quello di:

- Eliminare eventuali movimenti/operazioni inutili;
- Combinare due o più operazioni quando possibile;
- Valutare ogni possibile miglioramento per snellire il flusso.

In funzione del collocamento del prodotto in esame sul diagramma P-Q, si evidenziano quattro possibili situazioni differenti:

- Zona I: per un solo modello è conveniente utilizzare l'assembly process chart, ovvero il foglio del processo operativo di montaggio; per un numero di modelli fino a 5/6 è conveniente utilizzare il multi-product process chart. In entrambi i casi si tratta di una rappresentazione grafica visiva del flusso dei materiali tramite l'utilizzo di simboli unificati dalla A.S.M.E. (American Society of Mechanical Engineers);
- Zona II: l'elevato numero di prodotti in esame può essere gestito solo tramite il foglio origine-destinazione (From-To Chart);
- Zona III: secondo opportuni criteri è necessario effettuare raggruppamenti dei modelli in base alle caratteristiche fisiche o produttive, o in funzione delle peggiori condizioni ai fini del layout.

(A. Pareschi, 2007)

1.5 Studio del flusso informativo

Lo studio del layout non può basarsi esclusivamente sul flusso fisico dei materiali. È necessario ricorrere ad un'integrazione con il flusso informativo che deriva dai servizi ausiliari; in altri casi il flusso dei materiali risulta non rilevante (industrie che sfruttano il trasporto tramite piping), e altre volte invece è inesistente (aziende erogatrici di servizi).

Per rendere sistematica la valutazione delle attività di servizio e semplificare l'integrazione con il flusso dei materiali, è stata individuata la tabella dei giudizi.

	A	E	I	O	N	X
Giudizio	Assolutamente necessario	Eccezionalmente importante	Importante	Di ordinaria importanza	Non importante	Indesiderato

La tabella dei rapporti può essere paragonata ad una From-To Chart piegata lungo la diagonale. Questo formato permette di visualizzare i rapporti complessivi in entrambe le direzioni con una valutazione qualitativa. Al contrario, la From-To-Chart rappresenta il flusso dei materiali, per ogni casella in una sola direzione e in modo quantitativo.

Nello studio del layout si possono verificare tre casi:

1. Quando ci sono solo aree di produzione senza attività ausiliarie, è sufficiente il foglio del flusso dei materiali;
2. Quando il flusso fisico è inesistente o trascurabile è sufficiente la tabella dei rapporti fra le attività;
3. Nel caso in cui sia il flusso fisico che quello informativo tra le attività non sia trascurabile, è necessario unire sia il foglio del flusso dei materiali che la tabella dei rapporti fra le attività in un'unica tabella combinata.

(A. Pareschi, 2007)

1.6 Determinazione dello spazio richiesto

Un corretto studio del layout non può prescindere dalla determinazione dello spazio richiesto.

Una prima valutazione va eseguita dapprima nello studio per la scelta dell'ubicazione dello stabilimento per poi scendere nei dettagli, per stimare quanto spazio allocare per ogni attività.

In letteratura si individuano cinque metodi principali, la cui precisione diminuisce procedendo dal primo verso l'ultimo:

1. Metodo dei calcoli diretti: consiste nella determinazione precisa di risorse, macchine, attrezzature ed operatori da dedicare a ciascuna attività. Si determina lo spazio necessario per ogni macchina/postazione di lavoro comprendenti di scarico e carico materiale e dalla somma di tutto, si ricava lo spazio di cui si necessita complessivamente;
2. Metodo delle conversioni: il metodo permette di studiare la situazione attuale e, in funzione di questa, stabilire se per il futuro è necessario aumentare gli spazi. Il metodo si basa su previsioni e stime accurate e permette di tenere traccia anche di eventuali piani di espansione o contrazione. Potrebbe verificarsi che lo spazio attuale non viene sfruttato in maniera efficiente, dunque, la situazione di partenza necessita di cambiamenti iniziali prima di essere presa come riferimento. Questo metodo è particolarmente efficace per lo studio di magazzini/aree di servizio e viene utilizzato quando:
 - Il progetto richiede una certa urgenza di esecuzione;
 - La determinazione dello spazio richiesto è utile solo ai fini dello studio dell'ubicazione e può essere svolta in maniera grossolana;
 - Le lavorazioni eseguite sono varie e complesse, tali da non garantire sicurezza nell'applicazione di calcoli dettagliati;
 - I dati relativi alla tipologia (P) e quantità di prodotti (Q) sono troppo generici;

3. Metodo degli spazi standard: prevede l'utilizzo di tabelle contenenti i valori dell'area minima richiesta per ogni tipologia di macchinario. L'area totale viene calcolata dalla somma dei singoli contributi e moltiplicata per dei coefficienti di sicurezza;
4. Metodo del layout schematizzato: si sfrutta la disponibilità di piante e modelli delle macchine utilizzate in azienda per valutare lo spazio da dedicare ad ogni attività;
5. Metodo della tendenza ed estrapolazione dei rapporti indicativi degli spazi: è utilizzato per valutare lo spazio nel caso di limitati investimenti fissi come per magazzini o aree destinate agli uffici. Consiste nel determinare l'area totale come somma di cifre indice rappresentativi di un fattore significativo (m^2 / persona etc.);

(A. Pareschi, 2007)

1.7 Scelta del layout ottimale

Una volta ricavate varie alternative di layout, tramite calcolo manuale utilizzando il diagramma dei rapporti o tramite programmi di calcolo, si ricerca la soluzione ottimale.

Può risultare comodo per la scelta del layout realizzare una lista dei pro e dei contro per comparare le varie alternative, effettuare una classificazione con riferimento a fattori ritenuti importanti ai fini del layout e confrontare i costi per scegliere la soluzione più economicamente conveniente.

(A. Pareschi, 2007)

1.8 Lean Manufacturing

È fondamentale durante la progettazione ragionare in termini di Lean Production, ovvero produzione snella, con l'obiettivo di ridurre al minimo gli sprechi (muda) seguendo il modello produttivo nato in Toyota a partire dagli anni '80.

Non si tratta di un approccio costituito da regole, passi e metodi da applicare rigidamente ma di una vera e propria "filosofia" che coinvolge ogni singola risorsa aziendale.

Il metodo è basato sul concetto di One Piece Flow (un pezzo alla volta). Questo ha permesso alla Toyota di raggiungere velocità e flessibilità che le concorrenti non riuscivano ad ottenere; questa gestione ha inoltre permesso di identificare varie tecniche di miglioramento come SMED, Kanban, Poka Yoke, Ishikawa, Kaizen, 5S Lean Management, Value Stream Mapping e molti altri.

I principi cardine della Lean si possono schematizzare come segue:

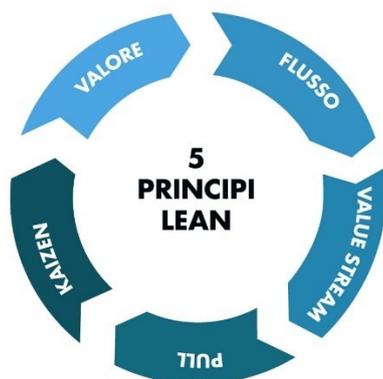


Fig. 1.1: schema rappresentativo principi della Lean. (<https://www.stslab.it/lean-manufacturing/>)

1. Valore: il valore si riferisce a quanto un cliente è disposto a pagare per un prodotto e/o servizio, e dunque è determinato unicamente dalla prospettiva del cliente. Il valore è quindi creato dal produttore o dal fornitore di servizi ragionando nell'ottica dell'utilizzatore, puntando all'eliminazione/riduzione di sprechi e costi per raggiungere il prezzo ottimale per il cliente, massimizzando al contempo i profitti.

2. Mappare il flusso del valore: tramite un'attenta analisi dei materiali e delle altre risorse necessarie per produrre un prodotto o un servizio, è possibile identificare gli sprechi ed eventuali miglioramenti. Il flusso del valore segue un prodotto durante l'intero ciclo vita, dalle materie prime allo smaltimento. Ogni fase del ciclo di produzione deve essere esaminata e tutto ciò che non aggiunge valore dovrebbe essere rimosso. Una volta identificate le varie attività, è possibile suddividerle in:

- Attività che creano valore;
- Attività che non creano valore ma impossibili da eliminare attualmente;
- Attività che non creano valore e possono subito essere rimosse.

3. Far scorrere il flusso: questo principio significa rimuovere le barriere funzionali per migliorare i tempi di consegna e garantire che i processi scorrano senza intoppi e possano essere intrapresi con il minimo ritardo o altri sprechi.

4. Implementare un sistema Pull: questo sistema consiste nel generare un prodotto esclusivamente nel momento in cui si verifica un effettivo bisogno manifestato da parte del cliente. Un sistema pull agisce solo quando c'è la domanda e si basa su flessibilità, comunicazione e processi efficienti per essere realizzato con successo e garantire tempi rapidi e qualità. Il sistema Pull permette dunque di ridurre scorte e ottenere un flusso continuo.

5. Perfezione: La ricerca della perfezione avviene attraverso continui miglioramenti del processo. La filosofia anche conosciuta come 'Kaizen' fu ideata dal fondatore della Toyota Motor Corporation: Kiichiro Toyota. La produzione snella richiede una valutazione e un miglioramento continuo e graduale dei processi e delle procedure per eliminare continuamente gli sprechi nel tentativo di incrementare il valore e migliorare l'efficienza del sistema produttivo. Per creare una differenza significativa e duratura, la nozione di miglioramento continuo dovrebbe essere integrata nella cultura di un'organizzazione. Migliorando per piccoli passi si riduce, infatti, la probabilità di fallimento e la paura che ne deriva, aumentando la facilità e garantendo soluzioni stabili e durature nel tempo.

Si parla in questo caso di innovazione incrementale, i cui principi cardine sono: molti sforzi e pochi investimenti, forte coinvolgimento del personale, riconoscimento degli sforzi prima dei risultati, perfezionamento delle idee ed applicazione del ciclo PDCA (plan, do, check, act), in modo da garantire durabilità del progresso ottenuto.

In contrapposizione a tale logica si trova, invece, l'innovazione radicale con pochi sforzi e grossi investimenti, coinvolgimento di una ristretta élite in azienda, progettazione e realizzazione solo in base ai risultati attesi, importanti balzi tecnologici, organizzativi e finanziari. Problema tipico di questa logica è mantenere lo standard ottenuto con il miglioramento nel tempo e garantirne la sua stabilità.

(<https://www.stslab.it/lean-manufacturing/>)

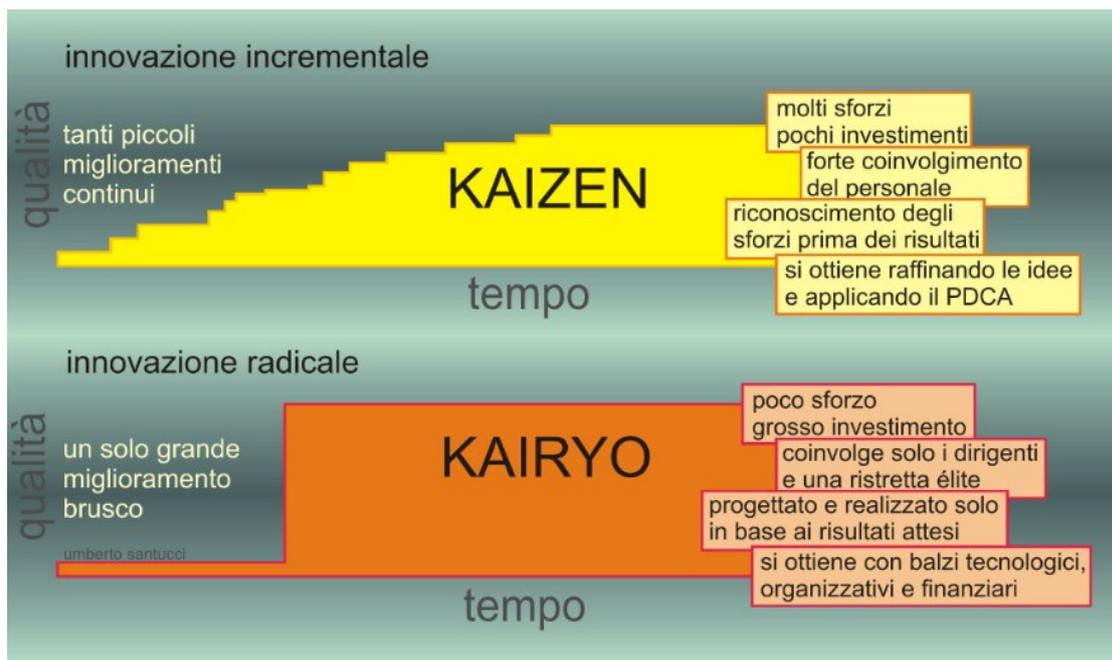


Fig. 1.2: Differenza tra innovazione incrementale e radicale.

(<https://www.problemsetting.it/atlan-te-di-problem-solving/management/kaizen>)

Un obiettivo cardine della Lean Production è l'eliminazione degli sprechi. Questi sprechi sono stati suddivisi da Taiichi Ohno nel Toyota Product System in tre diverse tipologie:

- Muri, in giapponese significa “sovraccarico”, di persone o macchinari;
- Mura, in giapponese significa “incostanza”;
- Muda, in giapponese significa “spreco”, ovvero qualsiasi attività umana che assorbe risorse, ma non produce valore.

Soffermandoci sull'ultimo termine, Daniel T. Jones (1995) ha individuato sette fonti di spreco:

- Sovraproduzione: produrre di più rispetto a quanto richiesto dal cliente, causando eccedenze di inventario e spreco di risorse;
- Attese: tempo perso in attesa di materiali, attrezzature o informazioni necessarie per portare avanti il lavoro;
- Trasporti o trasferimenti inutili: movimentazione non necessaria di materiali o prodotti, non aggiunge valore al prodotto finale e rappresenta spreco di risorse;
- Processi ridondanti o lavorazioni errate: fasi di lavorazioni non necessarie o che potrebbero essere semplificate e/o migliorate;
- Scorte: accumulo di materiali o prodotti finiti che non sono immediatamente necessari, aumentando i costi di stoccaggio e il rischio di obsolescenza della merce;
- Movimenti superflui: movimenti non necessari compiuti dagli operatori durante l'esecuzione delle loro attività;
- Difetti: produzione di articoli difettosi che richiedono riparazioni o sostituzioni, causando sprechi di tempo e risorse; garantire qualità durante l'intero processo produttivo risulta fondamentale.

(<https://mmoperations.it/i-7-muda-della-lean-production-analisi-degli-sprechi-in-un-azienda-fornitrice-di-soluzioni-di-intralogistica/>)

Ricollegandoci al concetto di kaizen, di fondamentale importanza è il metodo delle “5 S” per le attività di miglioramento e mantenimento degli impianti.

1. **Seiri**: sezionare ed eliminare, consiste nel separare ciò che è veramente necessario da quello che è superfluo sul posto di lavoro;
2. **Seiton**: mettere in ordine la postazione di lavoro, definire una sistemazione univoca degli utensili e delle attrezzature, in modo tale da essere facilmente rintracciabili nel momento in cui si necessita, riducendo così al minimo i tempi di ricerca;
3. **Seiso**: pulire, eliminare lo sporco dalle macchine permette non solo di mantenere standard qualitativi più elevati, ma anche di mettere alla luce eventuali problemi. Le attività di pulizia vanno svolte giornalmente, ogni dipendente è responsabilizzato della propria postazione di lavoro;
4. **Seiketsu**: definire lo standard, ricercare procedure standardizzate ed efficienti in modo tale da poterle condividere con l'intera azienda;
5. **Shitsuke**: disciplina, consiste nel mantenere e migliorare gli standard ricercati nella fase precedente, si può usufruire di audit periodici per la verifica e il rispetto degli standard.

Le ultime 2 S rientrano nel concetto di Kaizen precedentemente analizzato. Sempre in ottica di continuous improvement nasce la tecnica SMED.

(A. Pareschi et al., 2011)

SMED è l'acronimo di Single Minute Exchange of Die, ovvero attrezzaggio in un tempo in minuti indicato da un numero con meno di due cifre (meno di 10 minuti). Tale tecnica si fonda su un principio apparentemente scontato ma spesso non seguito nella realtà industriale: eseguire il maggior numero di operazioni di set-up a macchina funzionante limitando le soste della macchina esclusivamente per le operazioni strettamente necessarie.

Innanzitutto, bisogna distinguere:

- OED (Outside Exchange of Die): attività di attrezzaggio esterno, cioè realizzabili con l'impianto in funzione, sono tipicamente quelle di preparazione attrezzi, posizionamenti pezzo etc.;
- IED (Inside Exchange of Die): attività di attrezzaggio interno cioè realizzabili necessariamente ad impianto fermo, rappresentano dunque degli sprechi.

La procedura SMED si fonda su alcuni concetti fondamentali:

1. Separare le attività OED da quelle IED;
2. Convertire, per quanto possibile, le attività interne in esterne;

Per le attività non realizzabili ad impianto funzionante, si possono seguire una serie di criteri per ridurre il tempo di esecuzione:

3. Utilizzare morsetti funzionali per ridurre al minimo i tempi di serraggio;
4. Eliminare l'aggiustaggio manuale rendendolo automatico tramite la modifica delle attrezzature;
5. Standardizzare i componenti per semplificare le operazioni di sostituzione;
6. Utilizzare attrezzature ausiliarie per raggiungere gli obiettivi sopra elencati;
7. Utilizzare più persone può eliminare operazioni inutili;
8. Ricorrere alla meccanizzazione tramite dispositivi automatici per ridurre i tempi di attrezzaggio degli impianti.

Sulla stessa linea di pensiero della tecnica SMED, nasce l'approccio poka-yoke ("a prova di sciocco"). Questa logica mira alla prevenzione degli errori durante l'intero processo di realizzazione del prodotto, in modo tale da garantire un'elevata qualità dall'inizio alla fine. L'obiettivo è quello di eliminare gli errori tramite l'individuazione della fonte, utilizzando metodi non statistici ma basati sull'esperienza. Consiste nel determinare le condizioni operative affinché non sia possibile effettuare una manovra o un'operazione

sbagliata. Si tratta di dispositivi progettati in modo tale da impedire complicazioni o errori nelle attività ripetitive.

(A. Pareschi et al., 2011)

La Lean, inoltre, punta ad una gestione della produzione di tipo pull, in cui il flusso è tirato dall'anello produttivo successivo. Un primo beneficio è la riduzione della sovrapproduzione in quanto si produce solo lo specifico prodotto richiesto, nel momento e nella quantità necessaria (Just in Time).

Per implementare tale sistema si è sviluppato il metodo Kanban, ovvero l'insieme di schede di controllo utilizzate in un sistema pull. Ogni scheda identifica un prodotto o componente che presentano una serie di informazioni come:

- Il codice del componente interessato;
- Il fornitore di quel componente;
- Il cliente che lo richiede;
- Il tempo a disposizione per il ripristino;
- La quantità da ripristinare;
- Il contenitore da utilizzare;
- Altre informazioni personalizzate;
- Provenienza e destinazione.

(<https://www.makeitlean.it/blog/il-sistema-kanban-un-esempio>)

Esistono vari tipi di kanban: prelievo, ordine di produzione, fornitore, segnale.

I kanban vengono posizionati su un contenitore che contiene una quantità prefissata di un componente e solo dopo che questo materiale viene prelevato il cartellino può passare al fornitore o all'anello produttivo a monte indicando così la necessità di ripristinare i componenti consumati. (<https://www.kanban.it/it/>)

1.9 Mappatura del flusso del valore

Ricollegandoci ai principi cardine della Lean e in particolare al “Mappare il flusso del valore”, nel tempo è stato individuato un vero e proprio strumento chiamato VSM.

Il modello VSM originale fu stato creato da Toyota Motor Company negli anni '80 ed implementato successivamente tramite diagrammi di flusso per materiali e processi, illustrava i passaggi di processo necessari ed indispensabili che esistevano dall'immissione dell'ordine alla consegna del prodotto finale ed era utile per ottenere una visione di vasta portata delle attività dell'azienda.

Questo modello ha consentito a Toyota di eliminare le attività non essenziali che creavano sprechi durante il processo di produzione.

Acronimo di Value Stream Mapping, ovvero mappatura del flusso di valore, è definita come uno strumento lean che impiega un diagramma di flusso per documentare ogni passaggio del processo di realizzazione del prodotto, da quando arriva l'ordine del cliente fino alla sua spedizione.

Nel mondo Lean la VSM è fondamentale per identificare gli sprechi, ridurre i tempi del ciclo di processo e implementarne il miglioramento. È uno strumento efficace progettato ed utilizzato sul posto di lavoro per combinare le fasi di elaborazione dei materiali con il flusso di informazioni che insieme ad altri importanti dati correlati, permette di avere una gestione visuale di tutto ciò che ha valore per il cliente.

La VSM diventa un modello essenziale per un'organizzazione che desidera pianificare, implementare e migliorare durante il suo percorso Lean, contribuendo a creare un solido piano di implementazione che massimizzerà le risorse disponibili e aiuterà a garantire che materiali e tempo siano utilizzati in modo efficiente, eliminando ogni forma di spreco e di attività non a valore aggiunto.

Diventa dunque di fondamentale importanza la catena del valore, utilizzata per identificare tutte quelle attività necessarie per la realizzazione di un prodotto finito e che hanno valore per il cliente. Tali attività sono quelle per cui il cliente è “disposto a pagare”

e difatti vengono definite “a valore aggiunto”, tutto il resto è considerato inutile e dunque una muda da eliminare.

Per realizzare la VSM, si individuano tipicamente una o più famiglie di prodotto da rappresentare. Tramite l’utilizzo di simboli e figure standard è possibile ricreare in modo grafico il flusso del valore rappresentativo l’intero processo, con l’obiettivo di raffigurare la situazione As-Is, quindi dello stato attuale, e identificarne criticità e sprechi. Una volta individuato, è possibile definire lo stato To-Be, ovvero come dovrebbe essere/come vorremmo che fosse il flusso con cui viene realizzato il prodotto.

La mappatura del flusso di valore utilizza regole che hanno la finalità di essere comprese da tutto il personale, anche se tuttavia non esiste una standardizzazione dei simboli.

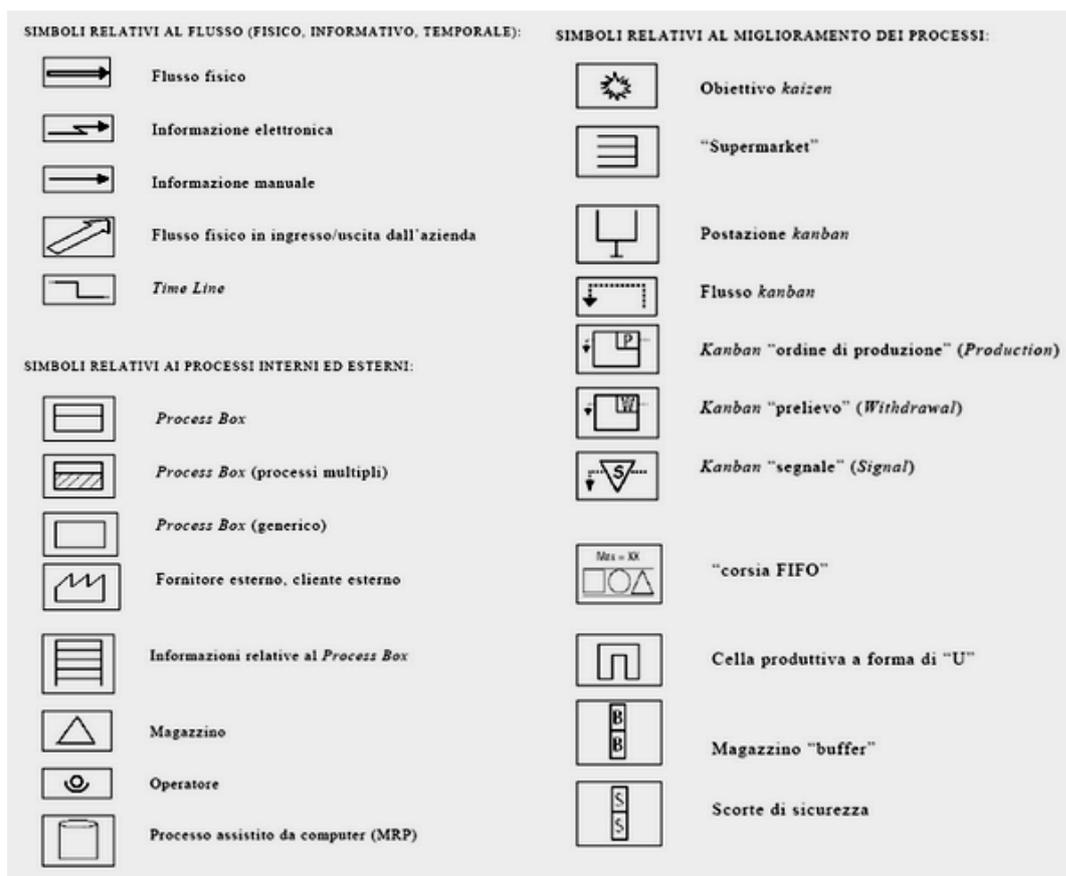


Fig. 1.3: simboli utilizzati per la realizzazione della VSM

(<https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>)

Capitolo 2: Introduzione alla logistica industriale

2.1 Cenni storici

Il termine logistica deriva dal greco "logikós" (λογικός) che significa "che ha senso logico", a sua volta derivato da "lógos" (λόγος), "parola/discorso" o "ordine". Già nella parola d'origine stessa, quindi, sono contenuti i concetti di senso logico e ordine che rappresentano l'obiettivo cardine della logistica stessa.

Nasce nell'antichità in applicazioni prettamente militari per soddisfare in modo efficiente le forniture di armi, munizioni e razioni per gli eserciti. Di fatto, la conquista di Alessandro Magno dell'Impero persiano non sarebbe stata realizzabile senza un efficiente sistema logistico a supporto dell'armata.

(<https://www.tcemagazine.it/55270/unevoluzione-di-2000-anni-storia-della-logistica/>)

(G. Grappi, 2016)

2.2 Il concetto di logistica e le varie tipologie

Dalla definizione fornita dall'Associazione Italiana di Logistica AILOG, la logistica rappresenta "L'insieme delle attività organizzative, gestionali e strategiche che governano nell'azienda i flussi di materiali e delle relative informazioni, dalle origini presso i fornitori fino alla consegna dei prodotti finiti ai clienti e al servizio post-vendita".

Secondo la Society of Logistics Engineers (SOLE), oltre a quella militare, si possono individuare cinque tipologie di aree logistiche:

- la Logistica industriale (Business logistics), in un'azienda ha come obiettivo la gestione fisica, informativa ed organizzativa del flusso dei prodotti, dall'approvvigionamento delle materie prime fino alla consegna dei prodotti finiti ai clienti;

- la Logistica dei grandi volumi (Bulk logistics), riguarda la gestione e la movimentazione di grandi quantità di materiali sfusi. Tratta generalmente le materie prime come petrolio, carbone, cereali, farina, olio etc.;
- la Logistica di progetto (Project logistics), riguarda la gestione ed il coordinamento delle operazioni di progettazione e realizzazione dei sistemi complessi, come infrastrutture, centrali elettriche, impianti di servizio etc.;
- la Logistica di supporto (RAM), riguarda la gestione di prodotti complessi ad elevata tecnologia (aerei, elicotteri o altri sistemi articolati) per i quali risultano essenziali affidabilità, disponibilità e manutenibilità;
- la Logistica di ritorno o Logistica inversa (Reverse logistics), tratta il processo di pianificazione, implementazione e controllo dell'efficienza delle materie prime, dei semilavorati, dei prodotti finiti e dei correlati flussi informativi, dal punto di recupero (o consumo) al punto di origine, con lo scopo di acquisire valore da prodotti che hanno esaurito il loro ciclo di vita.

(G. Grappi, 2016 / <https://it.wikipedia.org/wiki/Logistica>)

2.3 La logistica industriale

Nell'ambito della gestione d'impresa, si fa riferimento alla prima tipologia sopra descritta, ovvero la Logistica industriale.

All'interno di quest'ambito si distinguono:

- Logistica degli approvvigionamenti, tratta la gestione dei rifornimenti di materie prime e di tutti gli elementi necessari allo svolgimento dei processi produttivi. Lo scopo è quello di garantire una soddisfacente combinazione tra costi di stoccaggio e regolari ritmi produttivi;

- Logistica interna, comprende varie attività presenti all'interno degli stabilimenti produttivi, come ricevimento dei materiali, stoccaggio nei magazzini, alimentazione delle produzioni, imballaggio etc.;
- Logistica esterna o distributiva, riguarda il processo di spostamento dei materiali dal mondo della produzione all'utente (consumatore finale). Coinvolge, dunque, il trasporto stradale, ferroviario, marittimo, aereo e per le vie d'acqua interne.

(https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/227/Dispense%20Tecnica%20ed%20Economia%20dei%20Trasporti%202014-15/15_c1_9bis_Introduzione_alla_logistica.pdf)

Gli obiettivi della logistica industriale sono vari:

1. Efficienza operativa, ovvero l'ottimizzazione dei processi e delle risorse per ridurre al minimo i costi e il lead time di ogni attività aziendale;
2. Affidabilità e puntualità, garantire che i materiali e i prodotti siano disponibili al momento giusto e nel posto giusto. Un materiale che arriva in anticipo crea un accumulo in corso di processo e dunque eccesso di capitale bloccato; al contrario, se arriva tardi rischia di bloccare l'intera lavorazione e tutti gli altri elementi che sono arrivati in tempo genereranno ancora un accumulo in eccesso. Tutto ciò è fondamentale per rispettare i tempi di consegna promessi ai clienti;
3. Flessibilità e adattabilità: a causa della variabilità del mercato odierno, si necessita di una continua evoluzione ed innovazione della gamma di prodotti offerti dall'azienda per restare competitivi rispetto ai competitor. Ciò si traduce nella necessità di realizzare una produzione flessibile ed elastica, capace di adattarsi ai continui cambiamenti delle richieste del mercato;
4. Livello di servizio al cliente: garantire la fornitura dei prodotti nella quantità, nella qualità, nel luogo e nei tempi rispondenti alle attese dei clienti, in aggiunta ad ottimi servizi post-vendita ed assistenza, permettono di aumentare la soddisfazione portando così ad un maggior grado di fidelizzazione.

I mezzi operativi di cui le aziende possono usufruire per raggiungere gli obiettivi sopra descritti sono molteplici:

- Ottimizzazione dei flussi fisici ed informativi lungo tutta la catena di approvvigionamento: si traduce nel ridurre al minimo i tempi di trasporto, movimentazione dei materiali e operazioni di stoccaggio;
- Automazione: l'utilizzo di software come i sistemi di gestione del magazzino WMS¹ e dispositivi intelligenti come robot e veicoli autonomi, integrati con un efficiente sistema informativo rendono autonome le linee produttive e di stoccaggio, riducendo la mole di lavoro degli operatori.

Ad oggi i sistemi che sfruttano l'intelligenza artificiale (AI), il machine learning e i big data acquistano pian piano un ruolo sempre più importante nella gestione aziendale;

- Pianificazione, monitoraggio e tracciabilità accurata di ogni attività e risorsa aziendale tramite software di tipo ERP² per una gestione precisa dei flussi di lavoro;
- Previsione della domanda: esistono vari metodi che permettono di studiare l'andamento del mercato e fare in modo che le risorse siano disponibili quando

¹Warehouse Management System (WMS) è un sistema di gestione del magazzino che supporta l'azienda in tutte le fasi di organizzazione, coordinamento e controllo del flusso fisico e dei processi logistici.

Il software WMS deve potersi integrare sia con il sistema ERP (Enterprise Resource Planning), che gestisce la parte amministrativa, sia con eventuali altri software impiegati nei sistemi di stoccaggio e di movimentazione automatici all'interno del magazzino. (<https://news.beta80group.it/wms-che-cos-e-e-perche-e-fondamentale-per-la-logistica>)

² Enterprise resource planning (ERP), ovvero pianificazione delle risorse d'impresa, è un software di gestione che integra tutti i processi aziendali e tutte le funzioni aziendali rilevanti, (ad esempio vendite, acquisti, gestione magazzino, finanza o contabilità) in un unico sistema per supportare al meglio il management. Grazie a questo sistema, i dati provenienti dalle varie parti dell'azienda vengono raccolti e gestiti in maniera centralizzata. (https://it.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning)

richieste. È fondamentale prevedere la domanda futura per livellare le scorte di sicurezza ed evitare problemi di stockout³ o sovrapproduzioni;

- Gestione della variazione della domanda di mercato: le aziende devono essere in grado di gestire periodi caratterizzati da anomalie, ad esempio per i picchi stagionali, dove è necessario prevedere un aumento delle scorte ed un incremento della potenzialità distributiva del sistema logistico;
- Capacità di adattamento alle fluttuazioni dei fornitori: è opportuno conoscere accuratamente i lead time dei fornitori, essere aggiornati se un fornitore cambia le condizioni e/o i tempi di fornitura, in modo tale da reagire velocemente ed evitare interruzioni dei processi produttivi.

Il perseguimento degli obiettivi sopra esposti, data la repentina variabilità del mercato, ha portato alla nascita della logistica integrata.

(A. Pareschi et al., 2011 / G. Grappi 2016)

2.4 Flusso informativo e flusso fisico

La modalità con cui vengono scambiate le informazioni all'interno di una azienda è fondamentale. Il flusso fisico dei materiali va generalmente da sinistra verso destra, quello informativo viaggia in senso opposto.

³ Si verifica una rottura di stock (o stockout o OOS, acronimo di out-of-stock), a seguito dell'esaurimento di un determinato articolo in magazzino o nel punto vendita, dovuto ad una cattiva gestione delle scorte. (A. Pareschi et al. 2011)



Fig. 2.1: schema generico della catena logistica integrata.

<https://slideplayer.it/slide/3780548/12/images/3/CONCETTI+BASE+DELLA+LOGISTICA+INDUSTRIALE.jpg>

Nel tempo si è assistito ad un'integrazione sempre più spinta tra flusso fisico e flusso informativo, coinvolgendo anche le altre attività di approvvigionamento e distribuzione andando ad interpellare all'esterno anche il sistema dei fornitori e dei clienti.

Da notare (figura 2.2) come al crescere del grado di integrazione, si assiste alla riduzione e conseguente eliminazione delle scorte intermedie (punto cardine della lean).

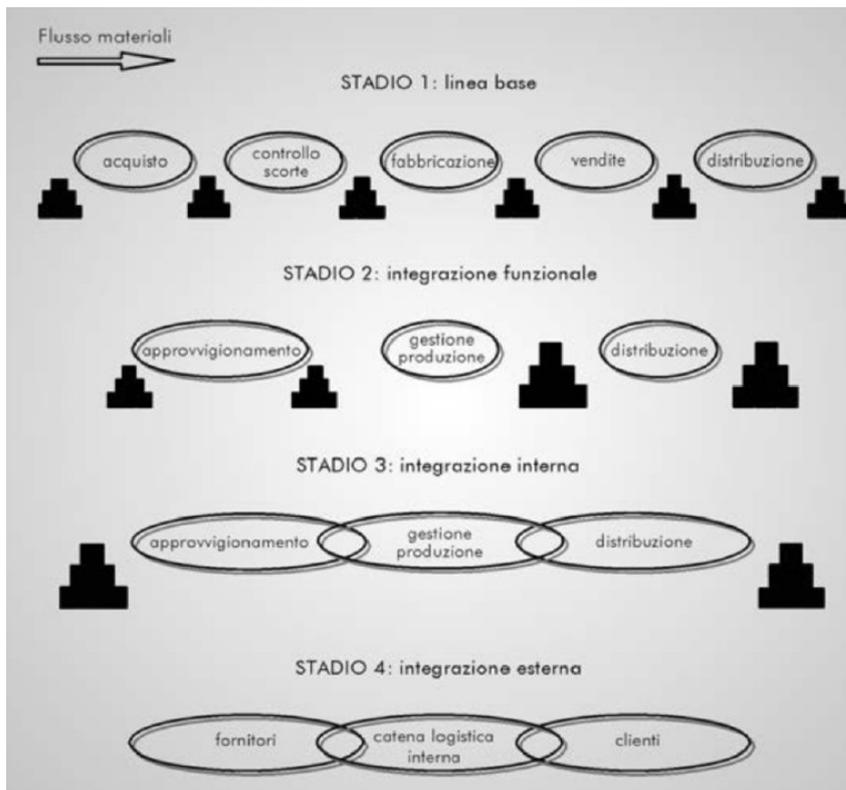


Fig. 2.2: evoluzione della logistica integrata. (A. Pareschi et al., 2011)

Il flusso fisico dei materiali riguarda il trasferimento delle merci che avviene dal punto di origine (fornitore), ad esempio, alla destinazione finale (cliente o punto vendita).

Questo processo include tutte le fasi di movimentazione, immagazzinamento, confezionamento, trasporto e distribuzione.

È un elemento essenziale della supply chain e coinvolge diversi processi aziendali.

L'unità logistica, utilizzata per le attività di movimentazione e stoccaggio del materiale all'interno di un sistema industriale, prende il nome di unità di carico (Udc).

Tra le caratteristiche principali si evidenziano:

- adattabilità con i sistemi di stoccaggio (scaffalature, celle, baie etc.);

- adattabilità con i sistemi di trasporto interno ed esterno all'azienda, garantita dall'elevata maneggevolezza delle unità;
- compatibilità con i dispositivi di handling⁴ (nastri, rulliere, carrelli elevatori etc.);
- compatibilità con le operazioni di picking manuale del materiale;
- compatibilità con le caratteristiche dei materiali da movimentare al fine di preservarne la qualità durante le varie operazioni.

(A. Pareschi et al., 2011)

2.5 Sistemi di trasporto del materiale

I sistemi di trasporto del materiale possono essere classificati in funzione di due parametri fondamentali:

- grado di automazione;
- flessibilità.

	bassa flessibilità	alta flessibilità
bassa automazione	transpallet	carrelli elevatori
alta automazione	trasportatori "rigidi"	Automated Guided Vehicle (AGV)

I carrelli elevatori sono veicoli a ruote utilizzati con l'ausilio degli operatori per la movimentazione di materiale di qualsiasi tipo.

Tra questi si distinguono i transpallet, ovvero carrelli capaci di piccoli sollevamenti esclusivamente per trasportare il carico e carrelli accatastatori, idonei al sollevamento del carico ad altezze elevate in base alle necessità del sistema di stoccaggio. Al centro tra i due si collocano i transpallet elevatori per sollevamenti ad altezze limitate.

⁴ movimentazione e lo stoccaggio dei materiali (includendo generalmente anche liquidi, solidi sfusi, gas, etc.) che si realizza nelle aziende manifatturiere e di distribuzione.
(<https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/supply-chain/material-handling.html>)

Il mezzo più versatile, nonché quello più utilizzato, è il carrello elevatore frontale (muletto), adatto sia per interno che per esterno. È caratterizzato da forche a sbalzo che si infilano sotto la base dell'unità di carico da sollevare. Il montante può essere leggermente inclinato all'indietro verso il carrello (brandeggio) per garantire maggiore stabilità al carico durante la movimentazione.

Tra i vantaggi, che l'hanno reso il più impiegato, si distinguono: economicità, flessibilità, facilità e velocità di manovra, adatto, dunque, per contesti medio/piccoli; tra gli svantaggi si riscontrano la corsia di manovra tra i corridoi di stivaggio (minimo 3.1 / 4 metri) e l'altezza limitata di sollevamento (massimo 5 / 7 metri).

Altri sistemi utilizzati sono i carrelli a forche retrattili, consentono di operare in corridoi più stretti (2.5 / 2.8 metri), con conseguente incremento degli indici di utilizzazione dei magazzini. Sono meno veloci ma dotati di buona flessibilità operativa, grazie ad un'altezza di sollevamento fino a 10 metri ed alla possibilità di spostare lateralmente il carico. Sono adatti per ambienti a scaffalature alte per lo stoccaggio e la movimentazione di pallet. Le ruote sono in materiale plastico, dunque è necessario che la pavimentazione sia liscia.

Per le operazioni di picking manuale, si può optare per il carrello commissionatore, caratterizzato da una cabina con posto guida sollevabile che permette il prelievo del materiale fino ai 12 metri di altezza.

Per magazzini intensivi ad elevate altezze, si utilizzano i carrelli bilaterali o trilaterali. Le operazioni di stoccaggio possono essere svolte sia frontalmente (non conveniente a causa della lunghezza del carrello) che lateralmente grazie alla traslazione più rotazione del gruppo porta forche.

La differenza tra bilaterale e trilaterale si riscontra nelle operazioni di prelievo/deposito del materiale dove per i secondi non si necessitano manovre nel corridoio, ma l'operazione è eseguita tramite una torretta girevole a 180 gradi installata sul sistema di sollevamento.

In alcune versioni, si può anche automatizzare il carrello e utilizzare un sistema a induzione; sotto queste condizioni è possibile ottenere corridoi di stivaggio molto stretti (1.6 / 1.7 metri) e massimizzare gli indici di utilizzazione del magazzino. Questi sistemi sono adatti esclusivamente per l'immagazzinamento su scaffalature, richiedono dunque di essere assistite da altri mezzi (carrelli frontali, transpallet, etc.) che colleghino la testata delle scaffalature alle altre zone funzionali dell'azienda (ricevimento, imballaggio, spedizione, produzione etc.).

Il sistema di trasporto più innovativo, capace di garantire alta flessibilità e automazione, è il carrello a guida autonoma AGV (Automated Guided Vehicle).

Si possono individuare due categorie principali:

- Sistemi di guida a percorso fisso: esistono a guida ottica, meccanica ed induttiva;
- Sistemi di guida a percorso variabile: esistono a guida con riferimento cartesiano, inerziale, con telecamera, laser.

Infine, i trasportatori "rigidi", sistemi di movimentazione automatizzati a percorso fisso (definiti rigidi a causa della scarsa flessibilità), sono adatti per gestire carichi in modo preciso ed efficiente. Tra le principali categorie: trasportatori a nastro, trasportatori a rulli e convogliatori aerei a catena.

(A. Pareschi et al., 2011)

2.6 Sistemi manuali di immagazzinamento e stoccaggio

I magazzini, presenti in tutte le realtà industriali, sono necessari per garantire scorte di materie prime, semilavorati, componenti, prodotti finiti e materiale di consumo ed evitare mancanze di prodotti dovute a irregolarità dei consumi e/o problemi della catena produttiva. La dimensione del magazzino e i sistemi di stoccaggio dipendono dal contesto in cui l'azienda opera e, dunque, dai ritmi del mercato.

In ottica Lean l'ideale sarebbe avere un flusso dei materiali tirato a tal punto da eliminare le scorte. Nella pratica è impossibile azzerarle completamente, piuttosto si può adottare una politica intelligente degli approvvigionamenti, standardizzando materie prime, semilavorati e prodotti finiti e arrivando, almeno una volta l'anno, all'azzeramento delle scorte di sicurezza per evitare problemi di obsolescenza e/o scadenza del materiale.

All'interno di uno stabilimento industriale si individuano tipicamente quattro tipologie di magazzino, differenziate per lo stoccaggio di:

1. Materie prime per assicurare una riserva nel caso di imprevisti/interruzioni dei rifornimenti esterni;
2. Semilavorati per minimizzare il rischio di interruzioni della produzione dovute ai diversi lead time delle attività aziendali;
3. Prodotti finiti per garantire puntualità al cliente anche nel caso di ritardi produttivi o distributivi;
4. Materiale di consumo, possono essere di vario tipo come stampi, utensili, maschere, attrezzi o anche materiale destinato all'imballo del prodotto finito.

I magazzini destinati alle materie prime e ai prodotti finiti coincidono rispettivamente con l'inizio e la fine del ciclo produttivo. In un layout ottimale devono avere ubicazioni tali da facilitare l'accesso dall'esterno dello stabilimento.

(A. Pareschi et al., 2011)

2.7 Indici caratteristici dei magazzini

Un sistema di stoccaggio può essere valutato qualitativamente tramite una serie di indici caratteristici:

- Indice di selettività: $S = \frac{M_u}{M_t}$

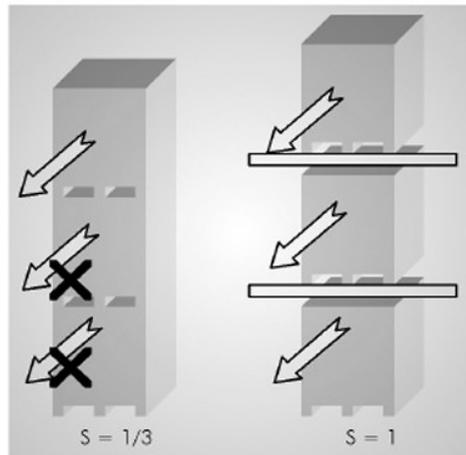


Fig. 2.3 confronto indici di selettività. (A. Pareschi et al. 2011)

Dato dal rapporto tra il numero di movimenti utili e il numero di movimenti necessari. Rappresenta la facilità con cui si può prelevare/stoccare un'Udc.

- Indice di saturazione: $I_s = \frac{A_u}{A_t}$

Dato dal rapporto tra la superficie utilizzata e la superficie totale del magazzino, fornisce un'indicazione sull'efficienza di utilizzo del piano pavimento.

- Indice di saturazione utilizzazione volumetrica: $I_v = \frac{V_u}{V_t}$

Dato dal rapporto tra volume occupato dalle Udc immagazzinate e il volume totale disponibile nel magazzino fino a sotto il filo catena del fabbricato.

- Altri indici utilizzati meno frequentemente come: altezza del piano di compenso, indice di manodopera e indice di potenza.

(A. Pareschi et al., 2011)

2.8 Stoccaggio delle Udc

La modalità di stoccaggio dipende dalle caratteristiche del materiale. I fattori più determinanti sono, infatti, peso, volume e frequenza di movimentazione.

Il metodo più semplice di immagazzinamento delle Udc è la sovrapposizione diretta del materiale, realizzabile a condizione di determinate caratteristiche geometriche, di resistenza e di sicurezza. Si tratta di unità movimentabili tramite carrelli elevatori o transpallet, non richiedono importanti investimenti iniziali e rappresentano, dunque, la soluzione più economica da attuare. D'altra parte, però, genera degli indici di saturazione e selettività bassi, dunque scarso grado di sfruttamento del pavimento ed elevati tempi di handling (elevati costi variabili).

L'altra modalità di immagazzinamento manuale prevede l'utilizzo di scaffalature, la cui corretta progettazione permette di massimizzare l'uso dello spazio, ridurre i tempi di picking delle merci e semplificare la gestione dell'inventario tramite l'utilizzo di schede e codici a barre.

Esistono vari tipi di scaffali: in profilati d'acciaio, a struttura tubolare, in angolari forati e in cemento armato, tutti tali da garantire una serie di specifiche fondamentali:

- Resistenza ai carichi: devono essere progettati in funzione del carico da sopportare senza mai arrivare a deformazione;
- Sicurezza: sono equipaggiati con dispositivi di protezione contro il pericolo di caduta delle merci;
- Modularità: questa caratteristica permette l'adattamento degli scaffali alle esigenze di immagazzinamento in continua evoluzione.
- Accessibilità: gli scaffali permettono di ottenere un indice di selettività unitario, garantendo così un rapido accesso alle Udc stoccate.

L'altezza varia in base alla disponibilità e alle esigenze del prelievo, partendo da 2/2.5 metri per le operazioni manuali fino ad arrivare a oltre 30 metri in sistemi asserviti da trasloelevatori.

Esistono vari tipi di scaffalature. Di seguito si elencano quelle più utilizzate nel contesto industriale:

- scaffalatura a semplice profondità: garantisce un indice di selettività unitario;
- scaffalatura a gravità: il carico viene effettuato da un lato della scaffalatura, la presenza dell'inclinazione e dei rulli permette al materiale di essere prelevato dall'altro lato, garantendo così una rotazione del materiale con logica FIFO⁵. Questo sistema è adatto per lo stoccaggio di Udc contenenti lo stesso materiale.
- scaffalatura passante: la movimentazione delle unità nella corsia avviene tramite un sistema motorizzato a catene (magazzini flow-rail) oppure mediante carrelli motorizzati (drive-in).

(A. Pareschi et al., 2011)

2.9 Stoccaggio di prodotti speciali

Per prodotti speciali si intende materiali che per la loro forma, dimensioni o peso causano problemi di immagazzinamento. Si tratta di materiali come lamiere, tubi e barre, profilati, bobine, rotoli di filo. Per questi materiali, quando possibile, risulta conveniente sia da un punto di vista economico che di sicurezza ricorrere allo stoccaggio esterno.

Per profilati, tubi e barre di lunghezza ridotta è conveniente lo stoccaggio verticale quando i prelievi sono poco numerosi e avvengono manualmente.

Per materiali lunghi e pesanti si ricorre all'utilizzo di rastrelliere denominate Cantilever, costituite da bracci di supporto che sporgono orizzontalmente dalle colonne verticali e la movimentazione avviene solitamente tramite carroponte o carrello elevatore.

⁵ First In First Out: è un metodo di gestione del flusso della merce secondo cui gli articoli che entrano per primi in magazzino sono i primi ad uscire.

La soluzione più innovativa per lo stoccaggio di barre e lamiera è costituita da magazzini automatici a contenitori/cassetti. In questo modo è possibile incrementare la sicurezza, ottimizzare gli spazi, controllare facilmente le giacenze e ridurre i costi di esercizio.

(A. Pareschi et al., 2011)

2.10 Progettazione di un magazzino

Progettare un magazzino significa stabilire in modo preciso gli spazi, le risorse, i mezzi e il personale necessari per le attività di handling del materiale garantendo così un efficiente flusso fisico.

I fattori principali che influenzano le possibili scelte progettuali sono:

- Le giacenze, ovvero la quantità massima di materiale che il magazzino deve essere in grado di ospitare;
- I flussi, cioè le operazioni richieste al magazzino in termini di movimentazione dei materiali nel tempo.

Le attività operative che caratterizzano un sistema di immagazzinamento sono tipicamente sei:

1. Arrivo o ricevimento;
2. Collaudo di accettazione (solitamente eseguito nei magazzini delle materie prime al momento dell'arrivo della merce);
3. Stoccaggio;

4. Preparazione (eventualmente effettuata dopo lo stivaggio per adattare meglio i materiali alle necessità produttive);
5. Attesa spedizione (necessaria in alcuni magazzini di prodotti finiti);
6. Spedizione.

Procedendo in ordine di fase, la baia di arrivo dev'essere dimensionata per soddisfare i periodi di picco dovuti agli andamenti stagionali, caratterizzati, dunque, da un flusso in entrata discontinuo.

La zona di accettazione dev'essere dimensionata in proporzione alla capacità produttiva del reparto in questione e quindi sulla media degli arrivi.

La zona di stoccaggio va progettata in funzione del livello target che si vuole garantire per il futuro, partendo dalla giacenza cumulativa di tutti i prodotti che il magazzino dovrà contenere.

Per semplificare la valutazione nel caso in cui i prodotti da stoccare fossero numerosi, è possibile costruire il diagramma di Pareto ed effettuare un'analisi ABC. La curva si ottiene riportando in ascissa la percentuale del numero di articoli calcolata sul totale ed espressa in ordine decrescente, in ordinata la giacenza cumulata, espressa come percentuale della giacenza totale.

Dal diagramma di Pareto (fig. 2.4), si evidenzia come:

- una piccola percentuale di articoli (20% del totale) rappresentano circa l'80% delle giacenze (classe A);
- un altro 30% degli articoli corrisponde al 15% delle giacenze (classe B);
- il restante 50% degli articoli ha un impatto minimo sulla giacenza, pari al 5%, e rientra nella classe C.

Dall'analisi degli articoli si deduce come un corretto dimensionamento del magazzino può essere eseguito considerando le classi A e B che rappresentano circa il 95% delle giacenze totali.

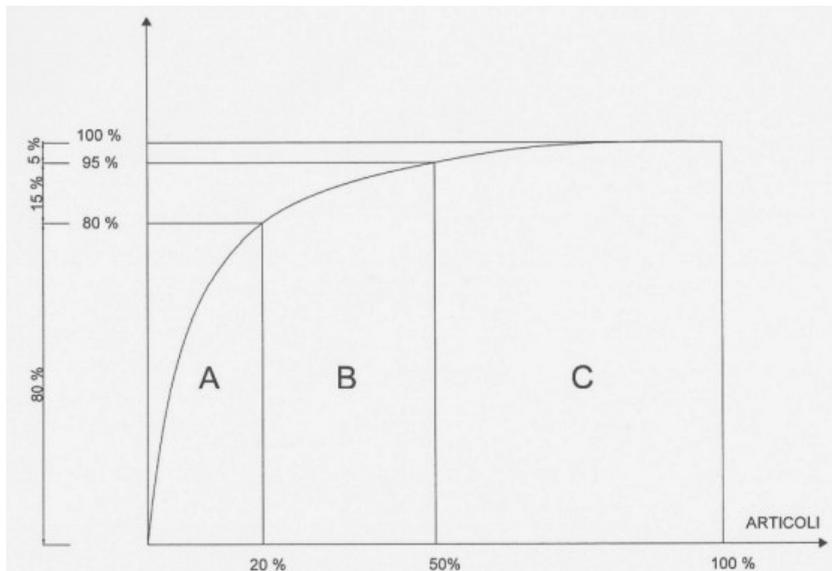


Fig. 2.4: curva ABC, permette di evidenziare le percentuali di articoli che incidono maggiormente sulla giacenza. (<https://ilprogressonline.it/business/management/analisi-abc-per-la-gestione-aziendale/>)

Da notare come al variare del valore sulle ascisse, questo tipo di analisi può essere condotta per numerosi fattori: sul numero di movimentazioni, per valutare le risorse necessarie ad un corretto flusso o sul valore della merce a stock, per definire l'incidenza sull'immobilizzo di capitale.

Una volta selezionati i prodotti ritenuti importanti, occorre analizzare la serie storica delle giacenze su un periodo di tempo significativo: per un mercato stabile possono essere sufficienti 2 anni, mentre per un mercato dinamico 5 anni potrebbero non essere abbastanza.

Dall'analisi dei dati si possono calcolare la giacenza minima (G_{\min}), la giacenza media (G_m) e la giacenza massima (G_{\max}) espressi in pezzi, colli o Udc. Escludendo a priori la G_{\min} , la scelta va ricercata tra gli altri due valori.

Scegliere la G_m significherebbe avere bassi costi di investimenti iniziali ma frequente necessità di ricorrere a risorse straordinarie per gestire i picchi di stock (ad esempio l'esternalizzazione), d'altra parte scegliere la G_{max} garantirebbe la gestione di qualsiasi situazione ma porterebbe ad alti costi iniziali.

È utile a questo punto costruire un istogramma di frequenza delle giacenze, raggruppando i valori delle giacenze in classi di ampiezza adeguata e correlare il rischio di sottodimensionamento alla capacità del magazzino scelta. Utilizzando le frequenze relative si può poi ricavare la curva cumulativa della distribuzione rappresentante l'andamento del rischio di sottodimensionamento in funzione della capacità scelta.

Scegliendo ad esempio $G = 115000$ pz, il rischio di sottodimensionamento è nullo, salendo fino a circa il 28% per $G = 96500 = G_m$

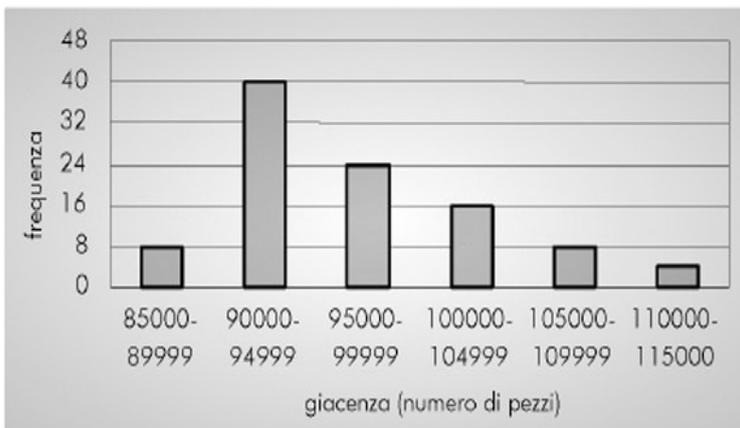


Fig. 2.5: istogramma delle frequenze delle classi di giacenza. (A. Pareschi et al. 2011)

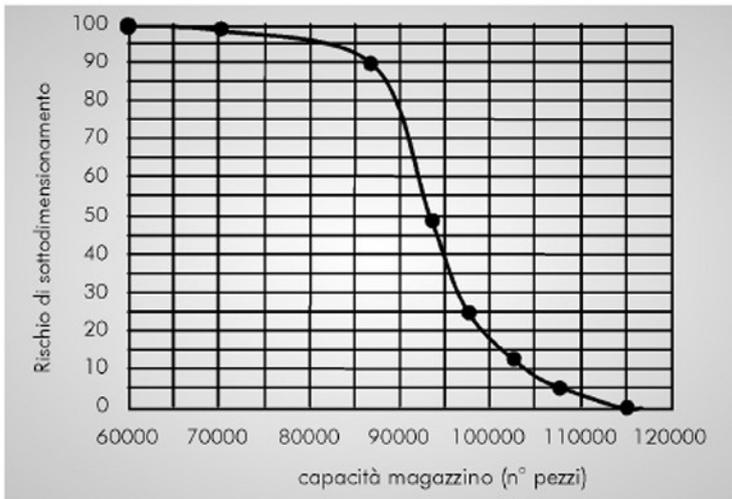
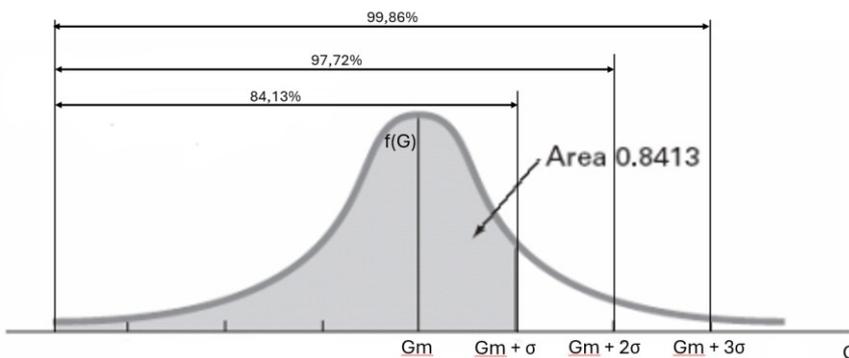


Fig. 2.6: curva cumulativa della distribuzione rappresentante l'andamento del rischio di sottodimensionamento. (A. Pareschi et al. 2011)

L'alternativa a quest'approccio è quello di tracciare la curva di densità di probabilità (distribuzione normale) della variabile aleatoria G , scegliere il livello di servizio LS desiderato (probabilità di riuscire a far fronte al fabbisogno di stoccaggio) e calcolare tramite la tabella del fattore di sicurezza k e la deviazione standard σ , il valore scelto della giacenza da assicurare nel magazzino (G^*).



k	LS(%)
0	50
0,2	57,93
0,4	65,55
0,6	72,57
0,8	78,81
1,0	84,13
1,2	88,49
1,4	91,92
1,6	94,52
1,8	96,41
2,0	97,72
2,2	98,61
2,4	99,18
2,6	99,53
2,8	99,74
3,0	99,86
3,2	99,93
3,4	99,97

N = numero di rilevazioni;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (G_i - G_m)^2}{N}};$$

$$G^* = G_m \cdot k\sigma .$$

In ogni caso, quando possibile, risulta opportuno calcolare la giacenza ottimale da garantire nel magazzino minimizzando una funzione di costo globale che includa i costi fissi (scaffalature, edilizia, impiantistica etc.) derivati dagli investimenti iniziali e i costi variabili derivati dal sottodimensionamento (utilizzo di locali esterni, costi di trasporto, intasamento magazzino etc.).

(A. Pareschi et al., 2011)

2.11 Progettazione delle scaffalature

Analizzando nel dettaglio gli impianti di immagazzinamento gestiti da carrelli industriali, tipicamente si utilizzano scaffalature a semplice profondità per garantire selettività unitaria.

I fattori da considerare sono:

- tipo di carrello elevatore utilizzato;
- altezza utile dello stabilimento;
- lay-out dell'impianto (disposizione scaffali, larghezza corridoi, lunghezza, altezza etc.);
- numero di mezzi necessari per le operazioni di handling, considerando i picchi di lavoro.

Innanzitutto, occorre analizzare il materiale da immagazzinare, infatti, da dimensione e peso dipende direttamente il tipo di Udc utilizzata per la movimentazione e lo stoccaggio.

In particolare, l'altezza viene stabilita in funzione di una serie di fattori:

- peso dell'unità di carico piena: dev'essere compatibile con le portate di carrelli elevatori e scaffalature commerciali (tipicamente 1000/3000 kg);
- altezza utile di carico dei veicoli autotrasportatori;
- stabilità del carico: all'occorrenza si possono utilizzare materiale da imballo come film o nastri plastici per garantire la sicurezza;
- maneggevolezza: se previsto picking manuale è opportuno non eccedere in altezza (max 1.5/1.6 metri);

Stabilita l'unità da utilizzare, bisogna determinare profondità e larghezza dei corridoi.

Nella maggioranza dei casi si opta per l'Europallet allocato di punta (il lato da 1,2 m disposto in profondità). Questa soluzione permette infatti di aumentare il rendimento volumetrico del magazzino.

Con un peso sui 1000 kg per Udc la scelta più comune è una struttura portante degli scaffali tale da immagazzinare 3 pallet ogni campata.

La scelta della larghezza dei corridoi dipende dal tipo di mezzo operativo e Udc utilizzati per la movimentazione della merce:

- carrelli elevatori a 3 ruote (larghezza corsia ≥ 3100 mm);
- carrelli elevatori a 4 ruote (larghezza corsia ≥ 3300 mm);
- carrelli elevatori retrattili (larghezza corsia ≥ 2700 mm);
- carrelli trilaterali (larghezza corsia ≥ 1700 mm);
- carrelli bilaterali e trasloelevatori (larghezza corsia ≥ 1500 mm).

Per stabilire la soluzione ottimale è necessario determinare le dimensioni del modulo base, inteso come l'ubicazione delle Udc nelle scaffalature. Le dimensioni dipendono da tipo e numero di unità di carico, dalla loro disposizione, dallo spessore dei montanti e dei correnti della scaffalatura e dallo spazio mantenuto tra questi e le Udc.

Definiamo i seguenti fattori:

- S_m : spessore montante;
- S_c : spessore corrente;
- L_c : larghezza corridoio;
- g_p : gioco tra due pallet;
- g_m : gioco tra pallet e montante;
- g_c : gioco tra pallet e corrente;
- H_{max} = altezza massima utile magazzino;
- N_H = numero di livelli in verticale;
- G_{camp} = numero di Udc stoccabili per ogni modulo base (tutti i livelli);
- G_b = numero di Udc stoccabili nel modulo base (1 solo livello);
- N_b = numero di moduli base necessari;
- G = capacità di stoccaggio del magazzino;
- A_{mag} = area stimata del magazzino.
- P_b : profondità modulo base;
- L_b : larghezza modulo base;
- H_b^6 : altezza modulo base;
- L_{UDC} = larghezza Udc;
- H_{UDC} = altezza Udc;
- P_{UDC} = profondità Udc;

Nel caso di scaffalatura a semplice profondità con 3 Udc per campata e nessun vincolo sulla scelta del mezzo di movimentazione:

⁶ Questo valore dipende anche dal passo delle scaffalature, per quelle commerciali è di 76mm, 3" circa, ciò significa che l'altezza di un vano sarà un multiplo di 76mm.

$$P_b = 2 \cdot P_{UDC} + L_c + g_p ;$$

$$L_b = 3 \cdot L_{UDC} + S_m + 2 \cdot g_p + 2 \cdot g_m ;$$

$$H_m = H_{UDC} + S_c + g_c ;$$

$$N_H = \left\lceil \frac{H_{max}}{H_b} \right\rceil ;$$

$$G_{camp} = N_H \cdot G_b ;$$

$$N_b = \left\lceil \frac{G}{G_{camp}} \right\rceil ;$$

$$A_{mag} = N_m \cdot (P_m \cdot L_m).$$

Nel caso di carrelli elevatori tradizionali, il vincolo sul numero di livelli è definito dall'altezza massima di sollevamento, considerando cautelativamente un Δh per movimento forche in estrazione o deposito pallet, l'equazione da verificare è la seguente:

$$H_b \cdot (N_H - 1) + S_c + \Delta h < H_{max} .$$

Il dimensionamento segue come sopradescritto.

(A. Pareschi et al., 2011)

2.12 Scelta del layout ottimale

Analizzando ora nel dettaglio il caso di magazzino con scaffalature asservite da carrelli industriali, il layout dev'essere tale da sfruttare in modo razionale lo spazio disponibile.

Si possono distinguere due tipi di layout: trasversale e longitudinale.

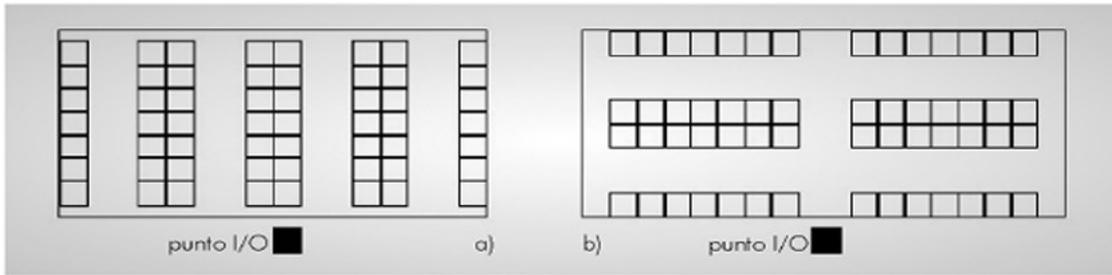


Fig. 2.7: tipologie di layout: caso a) layout longitudinale, caso b) layout trasversale. (A. Pareschi et al. 2011)

Le due tipologie di layout si distinguono per la diversa disposizione delle scaffalature rispetto al punto di I/O (punto di entrata/uscita merce), rispettivamente perpendicolari e parallele ad esso.

La capacità di stoccaggio delle due configurazioni è la medesima. Il layout trasversale sfrutta meglio l'area disponibile in quanto non necessita di corridoi di collegamento lungo il lato maggiore, il layout longitudinale consente invece ai carrelli una maggior varietà di percorsi e dunque una miglior gestione di eventuali problemi di traffico.

Per una corretta scelta del layout è necessario valutare il tempo impiegato dai carrelli per l'esecuzione dei cicli di immissione o di prelievo, questi dipendono direttamente dalla configurazione dell'impianto di stoccaggio e dai criteri di allocazione della merce.

Il tempo ciclo di movimentazione può essere scomposto in:

- una parte variabile che dipende dalla posizione della merce da allocare: traslazione in pianta del carrello elevatore più la durata del ciclo di sollevamento e abbassamento delle forche del carrello per raggiungere il livello in cui è stoccato il materiale;
- una parte fissa che comprende tutte quelle attività indipendenti dalla posizione della merce: tempo necessario al centraggio delle forche nell'Udc da movimentare, ricevimento informazioni sul materiale da movimentare.

Supponendo di essere nel caso di magazzino convenzionale e introducendo le seguenti ipotesi:

- il ciclo di sollevamento/abbassamento è trascurabile (stoccaggio su un solo livello);
- il mezzo utilizzato per le attività di handling è un carrello elevatore frontale;
- il percorso effettuato dal carrello è scomponibile in segmenti rettilinei perpendicolari;
- cicli semplici di movimentazione delle Udc, significa considerare un ritorno a vuoto del mezzo per il ciclo di immissione e un'andata a vuoto per il ciclo di prelievo;
- punto di input/output collocato centralmente sul fronte del magazzino;
- allocazione casuale del materiale, significa eque probabilità di posizionamento delle Udc.

Si indichino con p la profondità, q la larghezza ed A l'area del magazzino. L'obiettivo è quello di minimizzare il tempo di ciclo, che, con le ipotesi sopraelencate si traduce nel ridurre la percorrenza media totale del carrello (traslazione orizzontale).

Sotto l'ipotesi di eque probabilità e punto di I/O centrale collocato sul lato maggiore, si ricava facilmente il baricentro dell'area $A/2$ di coordinate $(p/4 ; q/2)$, dunque indicando con r la distanza da percorrere per due cicli di immissione semplici (2 andate e 2 ritorni), si ottiene:

$$r = 4 (p/4 + q/2) = p + 2q ;$$

considerando poi che:

$$A = p \cdot q ;$$

e sostituendo all'equazione si ricava:

$$r = p + 2 (A/p);$$

facendo la derivata della funzione r e ponendola pari a 0 è possibile minimizzare la percorrenza attesa (a parità di area disponibile).

$$\frac{dr}{dp} = 0 \rightarrow 1 - \frac{2A}{p^2} = 0 \rightarrow p = \sqrt{2A} = \sqrt{2 p \cdot q} \rightarrow p^2 = 2 p \cdot q \rightarrow$$

$$\rightarrow p = 2 \cdot q;$$

$$q = \frac{A}{p} = \sqrt{\frac{A}{2}} = \sqrt{\frac{pq}{2}};$$

$$r_{\min} = p + 2q = \sqrt{2A} + 2\sqrt{\frac{A}{2}} = \left(\sqrt{2} + \frac{2}{\sqrt{2}}\right) \sqrt{A} \approx 2.82 \sqrt{A}.$$

Dunque, con le ipotesi fatte, la configurazione ottimale del magazzino è data da una profondità doppia rispetto alla larghezza; tale risultato resta valido sia per layout longitudinale che trasversale in quanto non cambiano le componenti di percorso ma solo l'ordine di esecuzione.

Al variare della posizione dell'I/O, varia anche il rapporto ottimale tra i lati, di seguito si illustrano alcuni casi frequenti:

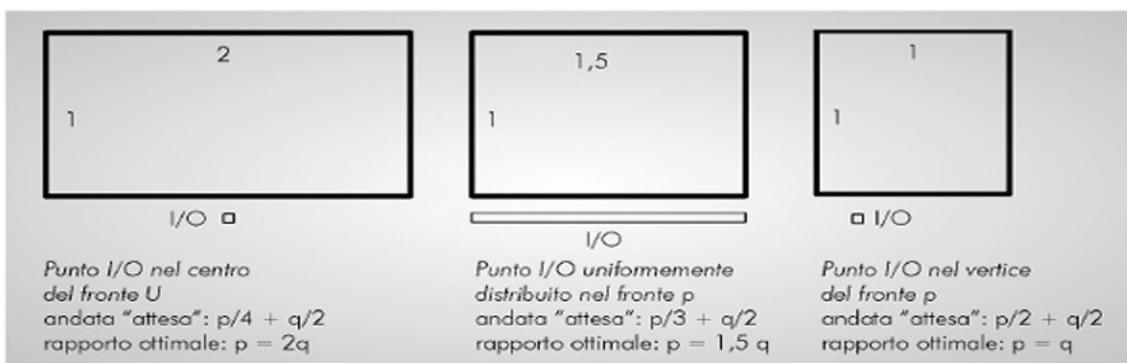


Fig. 2.8: variazione del rapporto ottimale tra i lati di un magazzino in funzione del posizionamento del punto I/O. (A. Pareschi et al., 2011)

(A. Pareschi et al., 2011)

Capitolo 3: Analisi AS-IS attuale

3.1 Il contesto aziendale

L'obiettivo di questa tesi è la realizzazione di uno studio di fattibilità per l'ampliamento di uno stabilimento. L'azienda oggetto dello studio è la FASTER S.r.l, facente parte di DASIT Group, ovvero una holding italiana che controlla diverse società operanti nel settore del Laboratorio, coordina le attività strategiche, di gestione delle risorse umane, di comunicazione, finanziarie e amministrative, logistiche, regolatorie e di assistenza tecnica.

Il gruppo DASIT opera nel mercato italiano della In Vitro Diagnostics (IVD).

Un'altra azienda facente parte del gruppo è CARLO ERBA Reagents, storica nell'ambito del laboratorio di ricerca e industriale, produce infatti reagenti chimici e commercializza materiale da laboratorio per i mercati italiano ed estero.

FASTER, che opera in sinergia commerciale con CARLO ERBA Reagents, che è leader nella fabbricazione di strumenti ad alta tecnologia per il trattamento dell'aria, la gestione del freddo e la progettazione degli spazi e arredi per il Laboratorio.

I punti di forza di DASIT Group sono la profonda conoscenza dei mercati in cui le sue controllate operano e la capacità di offrire un servizio globale che risponda alle aspettative di qualità e di efficienza dei suoi stakeholder.

Per questa ragione il suo marchio è caratterizzato da una "D" composta da più linee parallele convergenti ai poli che, da un lato, ne evoca le origini e, dall'altro, indica la complessità degli obiettivi e la capacità di ottimizzare le risorse e creare sinergie.

Il marchio DASIT Group è parte integrante e indivisibile del tratto grafico che caratterizza ogni società controllata.

Faster S.r.l. è uno dei maggiori produttori a livello europeo di strumentazione a flusso laminare.

Nata grazie all'iniziativa di due soci ferraresi e uno di Milano nel 1984, a Vigarano Mainarda, contava inizialmente 3/4 dipendenti e uno stabilimento di 400 m² .

Nel 1989, il socio di Milano acquisì interamente Faster e l'anno successivo venne costruito un nuovo impianto a Ferrara (quello attuale), con una superficie pari a 1600 m² e una decina di dipendenti.

Il continuo aumento dei volumi di produzione e del fatturato (da 1.860.000 € nel 1990 a 3.750.000 € nel 2000) portò all'ampliamento dello stabilimento di ulteriori 1000 m² e alla conseguente saturazione dell'area di proprietà.

Nel 2006, il titolare, cioè uno dei soci fondatori, creò Dasit Group, all'interno del quale fece confluire Faster e tutte le altre aziende di sua proprietà.

Nel 2007, avvenne l'acquisizione di Inox Company, un'azienda di carpenteria, poi rinominata D Inox.

In linea con i crescenti volumi e quindi la crescente difficoltà di gestione dei dati, nel 2010 venne inaugurata una gestione informativa globale dell'intero gruppo, attraverso il sistema SAP⁷.

Nel 2013, Faster ha acquisito D-Inox, che ha quindi assimilato la stessa denominazione dell'azienda ferrarese.

Faster è in continua evoluzione, tanto che per far fronte alla crescente domanda, a partire dal mese di febbraio 2016, ha istituito doppi turni di produzione, possibili grazie ai 67 dipendenti su cui può ora contare l'azienda.

Nel febbraio 2019, è stato inaugurato il nuovo stabilimento a pochi passi da quello attuale, ma con un'area quasi doppia ritornando così al singolo turno di lavoro.

⁷ La sigla raccoglie le iniziali del nome tedesco originale della società: Systemanalyse Programmentwicklung, ossia sviluppo di programmi per l'analisi dei sistemi. Si tratta di una suite di applicazioni integrate che le aziende utilizzano per gestire i propri processi aziendali principali, come finanza, contabilità, risorse umane, supply chain e gestione delle relazioni con i clienti. (<https://www.sap.com/italy/about/what-is-sap.html>)



Tra i prodotti che Faster annovera, includiamo:

- Cappe a flusso laminare: si tratta di cappe utilizzate in ambito biologico per proteggere l'operatore e l'ambiente circostante ad esso da agenti biologici, come microrganismi patogeni. Eliminano inoltre la possibilità di contaminazioni crociate, consentendo un lavoro in condizioni di sterilità. Oltre alle cappe per la sicurezza microbiologica, ricordiamo anche quelle per la protezione da farmaci citotossici, con configurazioni sia orizzontali, che verticali.
- Cappe chimiche: sono utilizzate per il contenimento e la rimozione di vapori tossici e gas, procurando sicurezza all'operatore in un ampio raggio di discipline.
- Isolatori: sono macchine concepite per il trattamento sicuro e asettico di materiale pericoloso, così come la preparazione e il trattamento di farmaci citotossici e la manipolazione di farmaci antitumorali e chemioterapici. Sono disponibili in versione a pressione negativa e positiva.
- Sistemi industriali a flusso laminare: sono sistemi simili alle cappe di cui abbiamo già parlato, ma che presentano caratteristiche più consone all'utilizzo industriale.
- Arredi tecnici da laboratorio: sono degli arredi modulari dinamici, progettati per fornire la massima flessibilità. Le unità tecnologiche sono realizzate completamente in acciaio.



CABINE SICUREZZA MICROBIOLOGICA



SOLUZIONI PER CITOTOSSICI



CABINE A FLUSSO LAMINARE



CABINE SPECIALI



UNITÀ PERSONALIZZATE E SU MISURA



SISTEMI INDUSTRIALI



ISOLATORI

I principali clienti di Faster sono ospedali, industrie farmaceutiche e biotecnologiche, università, veterinari e industrie del settore food & beverage.

Gli uffici commerciali, marketing e di progettazione sono situati a Cornaredo (MI), mentre la produzione si trova sia a Cornaredo che a Ferrara; si tratta di impianti diversi tra di loro, che possiedono grande capacità produttiva.

La strategia di FASTER è di mantenere e migliorare la sua presenza in tutti i segmenti di mercato fornendo strumenti di alta qualità. Tutti i prodotti sono progettati per soddisfare i requisiti degli ultimi standard internazionali.

La responsabilità di FASTER è di soddisfare le aspettative del mercato e dei distributori in termini di qualità del prodotto, gamma, consegna, prezzi e assistenza.

(A. Marra, 2023 / <https://www.dasitgroup.it/> <https://www.faster-air.com/it/>)

3.2 Flusso informativo

Per comprendere i vari flussi, partiamo descrivendo la gestione delle informazioni in Faster.

Il flusso informativo ha il suo inizio a valle della catena di produzione. Qui il cliente emette un ordine all'ufficio acquisti dell'azienda il quale ne pianifica l'esecuzione e aggiorna il Gantt. L'ordine può essere standard o speciale; per i primi è comunque possibile apportare modifiche e customizzare la macchina con l'aggiunta di qualche optional a piacimento; i secondi vengono invece realizzati su richieste particolari dei clienti e risultano altamente customizzati. Sugli standard viene fatto dello stock, tuttavia il cliente personalizza sempre la macchina che acquista, di conseguenza il prodotto viene modificato dopo che è stato già imballato. Una volta effettuato l'ordine, l'ufficio acquisti provvede a generare le commesse per i vari macro-reparti dell'azienda: passando prima per l'ufficio tecnico per eventuali modifiche o commesse speciali (realizzate ex novo), e poi per la carpenteria, minuteria, motori, filtri e vetri.

Per gli ordini standard, c'è l'opzione di picking e modifica di una macchina già presente a stock, tale scelta dipende dal lead time⁸ che l'azienda garantisce al cliente e dunque dalle sue esigenze.

⁸ Lead time: il tempo intercorrente tra l'ordine e il momento di soddisfacimento della richiesta («tempo di risposta» o «tempo di attraversamento»). Nel caso dell'ordine di un cliente finale, si parla di customer l. t.; l'ordine di un'unità di produzione a un'unità a monte si definisce l. t. di

Ogni pezzo per macchine standard viene gestito con scorta di sicurezza, di conseguenza dovrebbe (tranne casi eccezionali che dipendono da periodi storici) già essere presente in magazzino. Quando le scorte scendono sotto il ROP (reorder point), SAP segnala l'esigenza di ripristinare il livello di giacenza. L'ufficio acquisti genera a questo punto una commessa di carpenteria. Questa commessa può contenere all'interno più pezzi dello stesso tipo, ma anche pezzi differenti.

Per gli ordini speciali, si hanno invece tendenzialmente pochi pezzi per singola commessa, questo poiché spesso la commessa contiene pezzi unici e altamente personalizzati sulle specifiche richieste dal cliente; dunque, essendo componenti che altre macchine non prevedono non avrebbe senso produrne in quantità maggiori di 1.

3.3 Flusso dei materiali

Per quanto riguarda invece il flusso dei materiali, questo va da monte verso valle dell'azienda. La commessa parte dall'ufficio acquisti, arriva in carpenteria tramite un software dedicato, qui viene scaricata dal responsabile del reparto che ne pianifica l'esecuzione.

La carpenteria è divisa internamente in più macrofasi, schematizzando si ha: taglio, piegatura, saldatura e finitura.

Taglio

Il primo reparto è il taglio, in cui lavorano tre operatori. Le materie prime lavorate sono lamiere e tubi, rifornite esternamente e stoccate in un apposito magazzino. Il processo di taglio avviene principalmente tramite macchina laser, all'occorrenza, vengono utilizzate altre macchine come taglio a nastro, calandratrice, punzonatrice e sbavatrice. Dal reparto taglio il materiale si separa, i tubi si spostano nel buffer pre-saldatura in quanto non

produzione; l'ordine a un fornitore è il l. t. di fornitura. La lunghezza del l. t. totale e delle sue singole componenti è una importante misura di risultato del sistema logistico di produzione e distribuzione perché incide sulla qualità del servizio e sul costo di produzione.

necessitano di piega, mentre le unità di carico contenenti le lamiere vengono poste nel buffer pre-piega.

Piegatura

Il reparto successivo è la piegatura, sono presenti due macchine, una Colgar e una TruBend, su cui lavorano due operatori fissi a cui se ne aggiunge un terzo per la piega di pezzi di grande dimensione e/o per momenti di necessità. La piega rappresenta il collo di bottiglia della carpenteria; in particolare, all'aumentare del numero di commesse speciali aumenta notevolmente il gap tra i vari reparti a causa degli elevati tempi di setup delle macchine. Il materiale piegato sosta provvisoriamente nel buffer pre-saldatura.

Saldatura

Il reparto di saldatura è composto da cinque postazioni con cinque operatori, più un'altra postazione con un robot saldatore automatico utilizzato solo in compiti ristretti, con operazioni semplici e ripetitive su un numero di pezzi molto alto, ad esempio per i tavoli.

Il vantaggio del robot è che permette di mascherare i tempi morti; lavorando in parallelo, infatti, mentre il robot salda su una postazione, l'operatore provvede al setup dei pezzi sull'altra e dunque il tutto avviene in tempo mascherato. Il materiale saldato viene provvisoriamente stoccato nel buffer pre-finitura.

Finitura

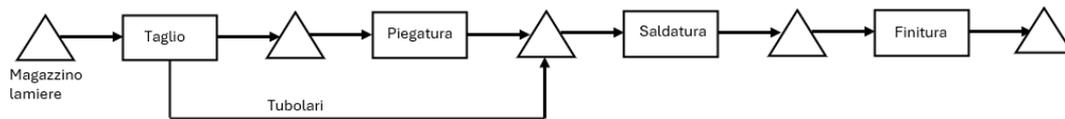
Il reparto di finitura è composto da cinque postazioni con cinque operatori a pieno carico; tuttavia, durante il periodo di rilevazioni gli operatori effettivi sono stati quattro.

La finitura non rappresenta un problema in azienda, di fatto molti operatori dedicati ad altre fasi sono anche in grado di finire i pezzi.

La fase meno flessibile in termini di operatori è la saldatura, i saldatori sono cinque e nessun'altro è in grado di svolgere tali lavorazioni. Terminata la finitura il materiale passa

nel buffer pre-verniciatura, da qui l'inox viene prelevato dal magazziniere e stoccato nel magazzino di carpenteria, mentre il ferro sosta provvisoriamente in attesa di essere verniciato.

Di seguito si illustra uno schema rappresentativo della carpenteria:



Verniciatura

Il reparto di verniciatura è composto da tre operatori che gestiscono un impianto automatico in grado di lavorare in totale autonomia (ad esclusione di carico e scarico pezzi).

Una volta verniciato, il materiale viene stoccato in un magazzino contenente tutti i semilavorati di carpenteria; dal punto di vista concettuale, avviene qui una netta separazione, mentre per le commesse speciali il flusso è estremamente tirato e il materiale sosta provvisoriamente per qualche giorno prima di entrare in produzione; per gli standard la carpenteria produce per il magazzino seguendo il ROP e mantenendo la scorta di sicurezza.

Magazzino centrale

L'ufficio acquisti genera per questo reparto una commessa contenente tutto il materiale di carpenteria, necessario per la realizzazione di una (per gli speciali) o più macchine (6 per gli standard). Quest'area è gestita da due operatori che si occupano inoltre della preparazione commesse; prelevano il materiale dal magazzino, lo sistemano su appositi cestini o pallet, lo stoccano in un buffer in attesa che la squadra di assemblaggio di destinazione finisca la vecchia commessa e sia pronta per la nuova.

Successivamente c'è l'area dei motori e filtri; in quest'area operano uno/due magazzinieri. In questo caso la commessa è una lista con tutti i pezzi di questa tipologia necessari per la macchina finita.

Segue poi la zona minuterie, gestita da uno/due operatori; in quest'area si stoccano viti, cavi, schede, tastiere etc. Anche qui la commessa rappresenta una lista con tutto il necessario per la realizzazione della macchina precedentemente schedata per la produzione.

Infine, c'è l'area dedicata ai vetri. Questa comprende lo stoccaggio e la preparazione vetri da portare in produzione; non è particolarmente critica da gestire, ciò ha permesso di adottare negli anni un sistema tipo kanban con i vari codici per ogni tipologia di vetro.

La gestione del materiale proveniente da fornitori ed entrante nel magazzino centrale è affidata all'area di accettazione commerciale nel quale operano due/tre dipendenti.

Arredi

È un'area nel quale vengono gestiti vari asset aziendali, tra cui: materiale da imballo, arredi, ricambi e cappe a stock. È dunque un reparto altamente flessibile in cui operano tre dipendenti con diverse mansioni.

All'interno di questa zona, vengono processati gli ordini su arredi e ricambi, per cui è necessario avere un rapido accesso ad altre aree dell'azienda come imballo, minuterie, motori e filtri e spedizione.

Il materiale viene prelevato, impacchettato tramite varie unità di carico e spedito.

Produzione

Con il termine produzione si intende il luogo in cui avviene l'assemblaggio vero e proprio della macchina. Le fasi a monte lavorano e sono organizzate in modo tale da avere tutto l'occorrente per la realizzazione del prodotto finito.

La produzione è divisa in undici gruppi composti da due persone, a cui si aggiungono un operatore per le “commessine” e due per l’ufficio responsabile, arrivando in totale a venticinque operatori.

Collaudo

Una volta terminato l’assemblaggio, le macchine vengono posizionate in un buffer in attesa di essere prelevate per il collaudo.

Le macchine prodotte in Faster necessitano di essere collaudate per garantire al cliente le specifiche tecniche designate. Si tratta infatti di macchine come cappe chimiche, isolatori, cabine a flusso laminare che per lavorare nel settore chimico devono necessariamente rispettare stringenti norme sulla sicurezza e fare in modo che l’operatore non venga mai a contatto con le sostanze durante la manipolazione.

Una volta terminato il collaudo, la macchina viene stoccata in un buffer contenente tutte le macchine collaudate. Qui si distinguono le macchine finite da quelle con mancanti, le prime sostano in attesa di essere processate dal reparto successivo: l’imballo.

Imballo

La zona è dedicata alla realizzazione del packaging dei prodotti finiti; in ingresso si hanno dunque le macchine collaudate, in uscita invece i pallet pronti per essere spediti. In quest’area operano 2 dipendenti, i quali si occupano anche della gestione dei tavoli di appoggio dedicati alle macchine. Le macchine finite e collaudate vengono prelevate dal buffer del collaudo, vengono pulite, sistemate ed imballate con all’interno tutto il necessario (documenti, certificati, accessori vari etc.).

Magazzino finiti

Quest’area è gestita da due operatori e comprende tutto il materiale impacchettato proveniente dalle varie aree dell’azienda, dunque comprende tavoli, macchine finite,

arredi, ricambi per il cliente finale, più eventuali materiali da rispedire ai fornitori (non conformità).

Gestione dei fornitori esterni

L'azienda può fare affidamento a fornitori esterni anche per il materiale di carpenteria.

In particolare, si usufruisce per diversi motivi:

- nel momento in cui si ha un sovraccarico di lavoro, si ha la possibilità di realizzare l'intera commessa di carpenteria (standard);
- per sopperire ad assenze di personale;
- per lamiere semilavorate di grandi dimensioni, in quanto la macchina per il taglio laser è limitata a lamiere da 3000 x 1500 mm.

Anche per la verniciatura c'è un fornitore esterno, nonostante tale reparto non sia sottodimensionato o caratterizzato da particolari problematiche, in alcuni casi risulta comodo affidarsi ad un terzista:

- per pezzi di grosse dimensioni tali da non poter essere verniciati nell'impianto dell'azienda;
- per scaricare il buffer pre-verniciatura nel caso in cui sia eccessivamente carico;
- per sopperire ad assenze del personale.

In aggiunta a questi fornitori, vi sono poi tutti gli altri per il materiale che non viene prodotto internamente, dunque per l'approvvigionamento di vernici, minuterie, motori, filtri, vetri, materiale da arredo, materiale da imballo etc.

3.4 VSM

Una volta compresi a pieno i vari reparti, risulta semplice realizzare la VSM tramite l'utilizzo dei simboli elencati nel capitolo 1. In linea con la definizione di Value Stream Mapping, sono state selezionate le aree più critiche e significative per la catena del valore.

L'obiettivo dell'azienda era soprattutto quello di ottenere i tempi di giacenza del materiale nei buffer e nei vari magazzini.

In carpenteria, i dati sui tempi sono stati ricavati da una postazione strategica in cui era possibile osservare ogni singolo spostamento di materiale.

Affiancato dal tutor aziendale, tramite l'utilizzo dei software "Bravo" e "Zucchetti"⁹, è risultato infatti semplice ricavare il codice della commessa che in quel preciso momento si stava spostando davanti a me.

Per gli altri reparti invece si è optato nell'utilizzo di SAP. In particolare, tramite il software è stato possibile ricavare tutti i vari tempi di attraversamento seguendo i movimenti dei materiali necessari per realizzare una commessa di produzione.

⁹ Sono i due programmi con i quali gli operatori "timbrano" una commessa prima di prenderla in carico; prima di iniziare la lavorazione, la commessa viene timbrata su questi software, viene lavorata ed infine viene ri-timbrata per segnalare la chiusura, da qui è dunque possibile ricavare l'effettivo tempo di lavorazione più tutti i tempi di sosta nei vari buffer per differenza.

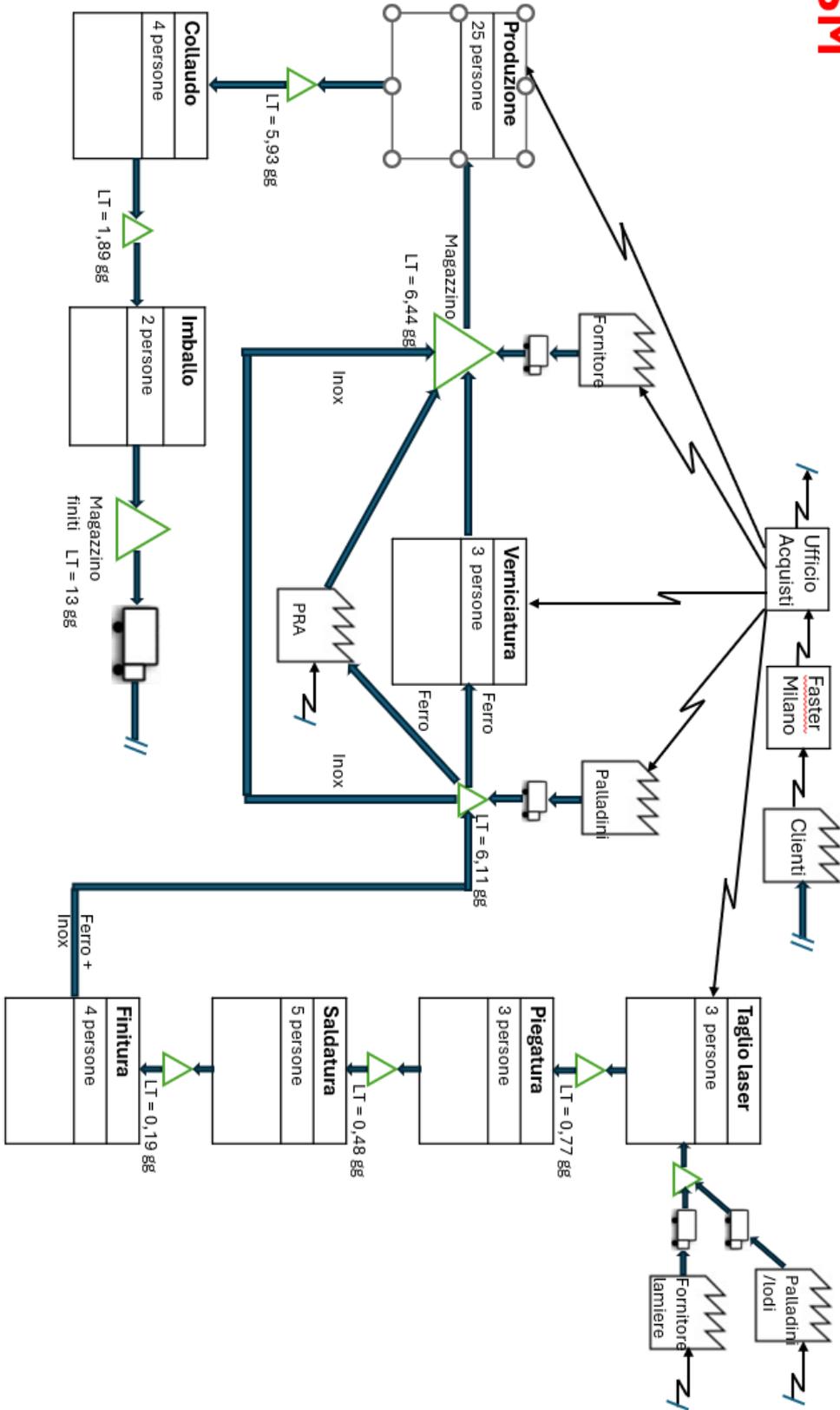


Fig. 3.1: mappatura del flusso del valore.

3.5 Unità di carico e sistemi di movimentazione

(Dimensioni in metri).

<p>Pallet (0.8x1.2)</p> <p>MiniPallet (0.6x0.8)</p> <p>Pallet 3 (1.0x3.0)</p>	
<p>Trabattelli:</p> <p>TRA blue (0.96x1.26)</p> <p>TRA neriP (1.15x1.45)</p> <p>TRA neriG (1.15x1.95)</p>	
<p>Carrellino (0.8x0.9)</p> <p>Carrello P (0.6x1.5)</p> <p>Carrello M (0.7x1.7)</p> <p>Carrello G (0.8x1.6)</p>	

<p>Cesti grandi (1.25x1.65)</p> <p>Cesti (0.90x1.35)</p>		
<p>Bins (0.8x1.2)</p> <p>Box (0.8x1.2)</p>		
<p>Pallet vari utilizzati per motori e filtri</p>	<p>Pallet (0.8x1.2) Pallet P (1.0x1.2) Pallet M (1.0x1.3)</p>	<p>Pallet G (1.0x1.9) Pallet G1 (0.8x1.5) Pallet G2 (0.8x0.9)</p>

<p>Trespoli mobili:</p> <p>Tre D (0.9x1.3)</p> <p>Tre Sp (0.9x1.5)</p> <p>Tre Sg (0.9x2.0)</p>		
<p>Trespoli fissi:</p> <p>Tre rosso (1.1x1.5)</p> <p>Arpa (1.05x1.65)</p> <p>Unico (1.0x5.0)</p>		
<p>Carrello, utilizzato per la preparazione e delle commesse di minuterie</p>		
<p>Pallet vari utilizzati per il packaging dei prodotti finiti, sono gli stessi su cui viene posata la macchina in produzione.</p>	<p>Smartfast (0.85x0.95)</p> <p>Pallet 36" (0.9x1.1)</p> <p>Pallet 48" (0.9x1.5)</p> <p>Pallet 72" (0.9x2.1)</p> <p>Frigoriferi (1.0x1.0)</p>	

La distinzione tra box, bins e pallet è stata necessaria durante le rilevazioni nonostante le dimensioni siano le stesse. I bins sono catastabili e dunque a parità di numero di Udc si ottiene un ingombro minore.

I mezzi operativi utilizzati in azienda per la gestione interna del flusso dei materiali sono: transpallet, transpallet impilatori e carrelli elevatori frontali.

Le scelte effettuate durante lo studio delle aree e dei flussi sono state strettamente vincolate da queste modalità di movimentazione.

3.6 Strumenti utilizzati

Gli strumenti fisici utilizzati durante le rilevazioni sono stati metro a nastro e metro laser con la quale sono state misurate le dimensioni delle unità di carico e l'ingombro del materiale nei vari buffer; in aggiunta a questi una penna ed alcune tabelle semplificative di tutte le casistiche utili per la raccolta dati.

Gli strumenti informatici invece sono stati Excel ed AutoCAD; il primo utile per rilevare dati sul campo e come foglio di calcolo, il secondo invece per valutare le aree di stoccaggio nel caso AS-IS e TO-BE e per lo studio dei flussi.

In aggiunta a questi, sono stati utilizzati altri software presenti in azienda, tra cui SAP, Bravo e Zucchetti, utili per la rilevazione dei dati.

3.7 AS-IS

Una volta compresa la mappatura del flusso del valore, il problema sulle aree è stato impostato seguendo il flusso fisico dei materiali, procedendo dunque, da monte verso valle dell'azienda.

In particolare, l'analisi è partita dal taglio laser, ovvero il primo reparto di carpenteria e dunque dalle materie prime necessarie per la realizzazione dei prodotti finiti come lamiere e tubi in ferro e acciaio inox.

Un problema non poco rilevante per quest'area di lavoro è lo stoccaggio dei materiali grezzi, risulta spesso difficoltoso a causa dell'alta varietà di formati e dimensioni. Più nel

dettaglio, per le lamiere vengono utilizzate due cantilever a 5 e 7 ripiani, mentre per i tubi uno a 7 ripiani.

La situazione analizzata risulta particolarmente problematica: i diversi formati di lamiere grezze riscontrati durante le rilevazioni sono 14 (la grande varietà di formati è funzionale alla riduzione degli scarti durante la fase di separazione), questi diventano il doppio distinguendo il ferro dall'inox, considerando poi la scorta di sicurezza si arriva ad un totale di 86 bancali. Conseguenza di ciò è la sovrapposizione di più pallet per ogni ripiano, rinunciando così ad un picking rapido del materiale; in aggiunta a questo si ricorre a otto unità di stoccaggio a pavimento, necessarie per questioni legate alla numerosità.

Questo magazzino viene gestito con una scorta di sicurezza che dipende dall'utilizzo di lamiere. In particolare, tramite ispezioni settimanali il responsabile di reparto verifica la quantità di pallet stoccati e comunica la quantità da ordinare all'ufficio acquisti.

Data la bassa rotazione dei pallet delle lamiere grezze, la rilevazione è stata effettuata con frequenza bisettimanale.

Di seguito si illustrano i dati rilevati.

Formato	1500x1000	1600x1000	1800x1250	1800x1500	2000x1000	2000x1500	2100x1000
Q.tà	4	2	2	2	33	4	2

Formato	2100x1500	2200x1000	2500x1000	2500x1250	2500x1500	2800x1000	3000x1500
Q.tà	1	1	4	5	2	1	23

Seguendo il flusso fisico dei materiali, la seconda area da valutare è il buffer interoperazionale tra taglio laser e piegatura.

Una volta determinato l'ingombro delle varie unità di carico utilizzate in azienda, la valutazione delle aree è stata effettuata tramite 15 rilevazioni (3 settimane lavorative) sul campo.

Nonostante l'azienda sia dotata di software gestionali, tale scelta deriva dall'impossibilità di risalire al numero di Udc circolanti per una serie di motivi. In particolare, il programma funziona per commessa, dunque non è possibile distinguere quantità e tipologia di Udc utilizzate e inoltre non è in grado di considerare se il materiale straborda o meno dall'Udc.

Le unità di carico utilizzate in carpenteria per il trasporto interno del materiale sono:

STANDARD	Pallet	TRA neriG	TRA neri P	TRA blue	Carrellino	Cesti	Carrello G	Carrello M	Carrello P
Dimensioni	0,8x1,2	1,15x1,95	1,15x1,45	0,96x1,26	0,8x0,9	0,90x1,35	0,8x1,6	0,7x1,7	0,6x1,5
Area (m ²)	0,96	2,24	1,67	1,21	0,72	1,22	1,28	1,19	0,9

STRABORDO	Pallet	TRA neriG	TRA neri P	TRA blue	Carrellino	Cesti	Carrello G	Carrello M	Carrello P
Dimensioni	1,2x2,0	1,3x2,2	1,3x1,8	0,96x1,26	0,8x0,9	0,9x2,0	1,2x1,6	0,7x1,7	1,2x1,5
Area (m ²)	2,4	2,86	2,34	1,21	0,72	1,8	1,92	1,19	1,8

Una volta raccolti i dati, dalla fase di elaborazione sono stati estrapolati:

pre-taglio	Area effettiva (m²)	Area (m²)	k1	Area cautelativa (m²)	k2
Media	27,35	21,55	1,2583	28,62	0,9462
MAX	38,90	29,46	1,4313	38,42	1,0789
Dev. St (σ)	6,66	4,35	0,1084	4,94	0,1261

L'area teorica non comprende l'interspazio necessario per lo stoccaggio ed è stata calcolata con l'ausilio di Excel. Nel foglio di calcolo sono state inserite le dimensioni sottoelencate e il numero di Udc presenti, mantenendo la distinzione tra materiale strabordante e non.

A vantaggio di sicurezza, le unità strabordanti sono state interamente considerate di dimensioni pari al caso peggiore riscontrato. È stato effettuato un ulteriore calcolo delle aree più cautelativo del precedente, considerando in questo caso tutte le unità di carico strabordanti. In aggiunta a questi due casi, è stata inoltre misurata l'area effettiva occupata dalle Udc tramite gli strumenti sopracitati.

Dal confronto tra i casi teorico, cautelativo e reale sono stati ricavati due coefficienti:

$$k_1 = \frac{\text{Area reale (m}^2\text{)}}{\text{Area teorica (m}^2\text{)}}, \quad k_2 = \frac{\text{Area reale (m}^2\text{)}}{\text{Area cautelativa (m}^2\text{)}}$$

L'obiettivo è quello di verificare di quanto si discostano le aree teoriche calcolate tramite Excel da quella reale ed ottenere una correlazione diretta tra area effettiva e numero di Udc da utilizzare in futuro per eventuali cambiamenti del mix produttivo.

Da notare la differenza tra l'area effettiva e quella calcolata tramite Excel, il dato è influenzato dalla distanza lasciata tra un'Udc ed è giustificato dallo spazio necessario per l'accesso tramite il carrello elevatore.

Le operazioni di raccolta ed elaborazione dati sono state ripetute per ogni singola fase di realizzazione del prodotto, ovviamente distinguendo le varie unità di carico riscontrate per ogni reparto.

In particolare, per lo stoccaggio del materiale tagliato si utilizzano:

- un carrellino a quattro ripiani per materiale da basso consumo con dimensioni irrisorie;
- i tre formati di trabattelli, il cui vantaggio è la possibilità di impilare fino a 7 Udc mantenendo un ingombro unitario (riducendo l'indice di selettività);
- pallet per i tubi tagliati.

Dopo il taglio laser segue la fase di piega, le unità di carico utilizzate per il materiale piegato sono:

- pallet;
- cesti;
- carrelli G, M e P.

Il materiale tagliato entra principalmente su trabattelli, viene piegato e stoccato su unità di carico differenti in modo tale da garantire una movimentazione semplificata.

pre-piega	Area effettiva (m ²)	Area (m ²)	k1	Area cautelativa (m ²)	k2
Media	48,20	45,11	1,0748	69,25	0,6968
MAX	63,10	59,92	1,2543	81,96	0,7884
Dev. St (σ)	8,34	8,61	0,0881	11,46	0,0510

Successivamente c'è la saldatura, dove si utilizzano le medesime Udc viste per la fase precedente. Dall'analisi dei dati raccolti emerge un forte incremento dei pallet conseguente alla riduzione dei carrelli; questo dipende sia dall'aumento delle dimensioni dei pezzi (spesso più lamiere piegate vengono unite tramite saldatura), sia da necessità relative alla fase successiva di finitura. Ad esempio, in alcuni casi risulta comodo avere i pezzi stoccati su pallet ed incrociati, in modo tale da poter levigare il materiale direttamente sull'unità di carico.

pre-saldatura	Area effettiva (m ²)	Area (m ²)	k1	Area cautelativa (m ²)	k2
Media	37,86	39,35	0,9842	51,22	0,7355
MAX	53,70	57,86	1,2844	70,92	0,9386
Dev. St (σ)	11,92	13,01	0,1661	14,45	0,0880

In finitura si verifica invece l'opposto, il materiale esce principalmente su cesti mentre solo una minima parte resta su pallet; ciò si verifica per questioni logistiche del magazzino di carpenteria, ad oggi i cesti possono essere facilmente sovrapposti a due livelli per ridurre l'ingombro, cosa difficilmente realizzabile con pallet, inoltre il materiale risulta più stabile durante la movimentazione.

	Area effettiva (m ²)	Area (m ²)	k1	Area cautelativa (m ²)	k2
Media	107,61	90,16	1,1974	134,92	0,8006
MAX	129,00	118,59	1,3730	186,00	0,9120
Dev. St (σ)	12,56	11,56	0,0884	17,75	0,0654

Dal reparto di finitura escono separatamente inox e ferro, il primo sosta provvisoriamente a ridosso della postazione di lavoro in attesa di essere ritirato dal magazziniere; il secondo viene stoccato in un buffer pre-verniciatura (in realtà a causa degli elevati volumi produttivi il buffer risulta spesso saturo e il materiale viene stoccato a ridosso delle postazioni di finitura occupando la corsia di passaggio).

Nel buffer sopracitato due corsie di deposito materiale sono dedicate ai cesti vuoti.

La rilevazione su tale buffer è avvenuta seguendo la logica di cui sopra.

Per quanto riguarda le Udc in inox, la rilevazione è stata effettuata con frequenza oraria per ottenere un dato attendibile (il magazziniere ritira la merce in base alla sua disponibilità); l'obiettivo è quello di avere un dato rappresentativo del caso peggiore e studiare un buffer in cui stoccare il materiale in attesa di prelievo del magazziniere. L'area massima riscontrata di cui si necessita per le Udc di inox è di 22,66 m².

Criticità per la carpenteria:

- l'insufficienza di spazio per ogni buffer porta all'occupazione di area a pavimento e corsie di passaggio che in teoria dovrebbero restare libere per garantire la sicurezza e un accesso ottimale alle macchine/postazioni dei vari reparti tramite i mezzi di movimentazione.

Successivamente c'è il reparto verniciatura, il materiale verniciato viene stoccato in un buffer nell'attesa che il magazziniere lo passi a ritirare (la frequenza di prelievo dipende molto da spazio e disponibilità del magazziniere).

Per la merce verniciata la rilevazione è stata effettuata con la stessa procedura usata per il materiale inox; anche qui per poter ragionare su un eventuale buffer tale da soddisfare lo stoccaggio provvisorio di materiale in attesa che il magazziniere venga a prelevarlo. L'area massima riscontrata durante le rilevazioni è stata di 15,15 m².

Un ulteriore monitoraggio è stato effettuato invece sul numero complessivo di Udc uscenti giornalmente dalla verniciatura. Per questa casistica, il dato è stato preso dal responsabile di verniciatura; l'idea è quella di valutare per il caso ideale un eventuale buffer a capienza giornaliera, in modo tale da procedere al prelievo del materiale in un momento dedicato della giornata. In questo caso l'area massima riscontrata è stata di 39,71 m².

Seguendo il flusso, l'area successiva è il magazzino di carpenteria. Le unità di carico riscontrate in quest'area sono varie; in particolare vengono utilizzati: pallet, cesti, box in cartone e bins in plastica. L'utilizzo di questi ultimi due è riservato al materiale a scarso ingombro che se stoccato su altri tipi di Udc risulterebbe instabile durante la movimentazione. Un ulteriore vantaggio con i bins in plastica è la possibilità di sovrapporre fino a 4 unità (peso permettendo) e mantenere ingombro unitario.

La rilevazione di quest'area è stata effettuata tramite un conteggio delle varie Udc, distinguendo il caso di strabordo e il caso di unità di carico sovrapposte; quest'ultima distinzione serve per calcolare il numero totale di unità di carico, utile successivamente nello studio del caso ideale per capire di quanto spazio effettivamente si necessita.

Durante le rilevazioni sono emersi alcuni casi anomali come: pallet sovrapposti su cesti e pallet sovrapposti su due piani di cesti (ridotta sicurezza).

Questo magazzino è stato ideato in funzione del tipo di Udc ed è diviso principalmente in tre macroaree:

- per i cesti sono state realizzate appositamente aree a forma di U, tali da garantire il minimo spazio interno di passaggio del muletto ed ottenere una rapida e semplice movimentazione del materiale con indici di selettività di 1 e 1/2.
- per lo stoccaggio di pallet a terra sono previste 15 corsie da 1,2x5 metri;
- per lo stoccaggio dei “particolari di carpenteria”, ovvero pallet, bins, bocche di lupo (BdL) e scatole per materiale a basso ingombro sono previste due scaffalature da 5 campate e 6 livelli.

Per semplificare, nei dati illustrati di seguito, i box e i bins sono stati inglobati nel numero di pallet in quanto caratterizzati dallo stesso ingombro, mentre non è presente la distinzione tra i cestri strabordanti e non in quanto presentano le stesse modalità di stoccaggio. L'area effettiva comprende l'ingombro delle Udc a pavimento.

	Pallet	Pallet+	Cesti	Area effettiva (m²)
Media	79,00	50,19	399,63	618,84
MAX	97,00	64,00	439,00	660
Dev. St (σ)	9,42	7,48	20,41	25,85

In aggiunta a questi, vanno considerati 56 Pallet e 20 Pallet+ (strabordanti) sovrapponibili; all'interno di questa categoria si trovano vari gruppi di Udc contenenti gli stessi pezzi e che avrebbe senso stoccare in corsie gestite con logica LIFO mantenendo comunque una rapida movimentazione.

Criticità di questa zona:

- La mancanza di spazio è stata sopperita smantellando una stazione di assemblaggio;
- Le aree destinate all'accesso interno alle zone di stoccaggio tramite muletto risultano sature. Di conseguenza, si ha un importante rallentamento della movimentazione del materiale per la preparazione delle commesse (si passa da un indice di selettività di 1/2 del caso teorico fino ad arrivare a 1/8 nel caso reale); si verifica quasi sempre che per il picking di una Udc occorre necessariamente prima spostarne un paio, aumentando così anche il rischio di danneggiamento dei materiali a causa dell'eccesso di movimentazioni;
- In origine ogni U era stata ideata per lo stoccaggio di 34 cestri sovrapposti su due livelli, ciò che si riscontra nella situazione attuale è una gestione senza regole;
- Le corsie dedicate ai pallet sono occupate da diversi tipi di Udc senza seguire un criterio di stoccaggio.

Di seguito è illustrata la comparazione tra come era stata ideata la U e come è diventata ad oggi.

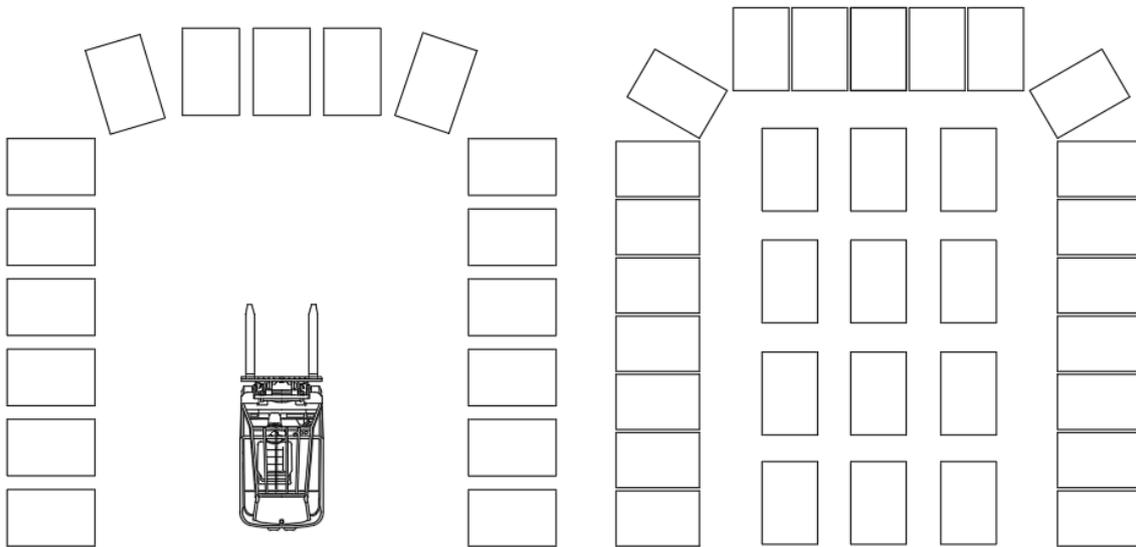


Fig. 3.2: comparazione U tra AS-IS teorico vs AS-IS reale.

Per la zona dedicata ai “particolari di carpenteria”, la rilevazione prevedeva il conteggio giornaliero dei pallet presenti e un unico conteggio delle bocche di lupo e scatole a causa della loro invariabilità di numero.

	Pallet	Pallet+	BdL G	BdL P	Scatole
Media	135,44	10,81	38,00	15,00	12,00
MAX	141,00	13	38,00	15,00	12,00
Dev. St (σ)	3,38	1,80	0,00	0,00	0,00

Criticità di questa zona:

- la presenza di pallet di motori e filtri genera come conseguenza la saturazione e dunque lo stock a terra di alcune Udc per mancanza di spazio;
- alcuni materiali strabordano dal pallet, altri sono stoccati in senso longitudinale alla scaffalatura a causa dell’ingombro elevato della merce presente sopra;

Per la preparazione delle commesse vengono utilizzati dei cesti classici e altri opportunamente modificati caratterizzati da più ripiani per la movimentazione delle bocche di lupo contenenti merce a scarso ingombro come viti, rivetti, piastrine etc.

Una volta prelevato tutto il materiale di carpenteria necessario per la realizzazione della commessa, le unità di carico vengono stoccate in un'area definita "zona delle commesse pronte" composta da 16 corsie lunghe 9 metri.

La valutazione di quest'area è stata eseguita come in precedenza; si è inoltre tenuto traccia del numero di commesse giornalmente presenti.

	Area effettiva (m ²)	Area (m ²)	N° commesse
Media	138,17	131,32	14,93
MAX	174,6	174,3	19
Dev. St (σ)	19,11	24,18	1,98

Criticità di questa zona:

- la mancanza di spazio porta come conseguenza allo stoccaggio di 4 o 5 commesse al di fuori del buffer dedicato;
- la larghezza delle corsie dovrebbe essere tale da permettere un rapido picking tramite carro elevatore, nella pratica invece si verificano casi in cui è necessario movimentare altra merce per il picking del materiale di interesse.

Proseguendo in avanti troviamo l'area vetri. L'unità di carico utilizzata per lo stoccaggio dei vetri è il trespolo, che troviamo in diversi formati precedentemente elencati.

STANDARD	Tre D	Tre Sg	Tre Sp	Tre rosso	Arpa	Tre legno	Unico
Dimensioni	0,9x1,3	0,9x2,0	0,9x1,5	1,1x1,5	1,05x1,65	0,95x2,0	1,0x5,0
Area (m ²)	1,17	1,8	1,35	1,65	1,73	1,9	5,0

STRABORDO	Tre D	Tre Sg	Tre Sp
Dimensioni	1,2x1,3	0,9x2,3	0,9x1,9
Area (m ²)	1,56	2,07	1,71

Il trespolo in legno è del fornitore, viene dunque utilizzato per il materiale entrante o per quello uscente (non conformità). Per lo stock del materiale vengono utilizzate tutte le altre Udc che avendo posizione fissa a terra ha semplificato il tutto ad un'unica rilevazione. Il

vantaggio dell'utilizzo dei trespolti D, Sg, ed Sp è la possibilità di sovrapposizione fino a tre livelli.

Quest'area è a forma di U, realizzata appositamente per il picking interno ed esterno dei trespolti; la larghezza della corsia centrale è studiata per garantire lo spazio sufficiente per una zona di preparazione e stoccaggio commesse e per la movimentazione dei trespolti tramite transpallet impilatore. Sono inoltre previste un'ulteriore zona per le commesse pronte con vetri di dimensioni rilevanti più altri spazi dedicati allo stoccaggio di vetri particolari.

Stock	Tre D	Tre Sg	Tre Sp	Tre rosso	Arpa	Tre legno	Unico	Tre D+	Tre Sg+	Tre Sp+
Q.tà	32,00	12,00	17,00	1,00	2,00	2,00	1,00	3,00	1,00	4,00

Le commesse vengono preparate con i vari vetri di cui necessitano le macchine. Per quanto riguarda la rilevazione sulle commesse pronte, è stata eseguita con frequenza giornaliera con le classiche modalità di esecuzione.

Commesse	Tre D	Tre Sg	Tre Sp	Tre D+	Tre Sg+	Tre Sp+
Media	9,47	0,87	0,40	2,67	0,73	0,40
MAX	12	2	3	5	2	1
Dev. St (σ)	2,13	0,74	0,83	1,50	0,59	0,51

Segue la zona dedicata a filtri e motori. Le unità di carico utilizzate per quest'area sono quelle dei fornitori.

La zona di stoccaggio è caratterizzata da cinque scaffali a quattro livelli per i pallet, pallet P ed M, più un'altra scaffalatura a tre livelli per i filtri di lunghezza superiore a 1,3 m per la quale si utilizzano i pallet G, G1, G2.

I filtri e motori necessari per le commesse di produzione vengono prelevati e stoccati su pallet in funzione dell'ingombro del materiale.

Stock	Pallet	Pallet P	Pallet M	Pallet G	Pallet G1	Pallet G2
Media	178,78	52,50	75,72	12,94	1,89	4,67
MAX	188,00	57,00	89,00	16,00	2,00	6,00
Dev. St (σ)	9,37	1,95	9,01	1,98	0,32	0,69

Commesse	Pallet	Pallet P	Pallet M	Pallet G	Pallet G1	Pallet G2
Media	7,17	2,17	5,89	4,00	0,17	0,00
MAX	11,00	4,00	11,00	6,00	2,00	0,00
Dev. St (σ)	2,36	1,20	2,19	1,53	0,51	0,00

Criticità di questa zona:

- a causa di mancanza di posti sugli scaffali, molti pallet vengono mediamente stoccati sotto la copertura all'esterno dello stabilimento. Di conseguenza, aumenta il rischio di danneggiamento per cause ambientali.

Si prosegue con l'area dedicata alle minuterie. Questa è caratterizzata da sei scaffalature per il picking manuale; la rilevazione per questo reparto è stata rivolta alla valutazione del materiale non rientrante all'interno delle scaffalature, come ad esempio scorte di sicurezza e Udc di commessa (carrelli e pallet che essendo di dimensioni simili sono stati sommati nei dati sotto riportati).

Nella tabella relativa alle commesse è presente solo il dato medio; infatti, le Udc piene si bilanciano con quelle vuote e quindi non avrebbe senso prendere i valori massimi.

Stock	Pallet	Pallet P	MiniPallet	Cesti
Media	47,73	3	17,07	18
MAX	52	3	20	18
Dev. St (σ)	3,37	0	1,62	0

Commesse	Pieni	Vuoti	Totale Udc
Media	14,13	8	22,13

Criticità della zona minuterie:

- il materiale a scorta viene stoccato in vari punti dell'azienda: fuori a terra sotto la copertura bloccando la serranda di accesso e all'interno della zona dedicata all'accettazione del materiale proveniente dai fornitori.

Le Udc di commessa con sopra il materiale da mandare in produzione vengono invece posizionate nel livello a terra degli scaffali e nell'area destinata all'accettazione commerciale del materiale proveniente dall'esterno.

Nelle aree precedentemente analizzate, in particolare per la carpenteria, vetri, motori, filtri e minuterie, la distinzione tra Udc a stock e Udc di commessa è stata mantenuta per valutare l'ipotesi di un unico buffer posizionato di fianco alla produzione e contenente tutto il materiale necessario per la realizzazione delle macchine finite.

L'area successivamente valutata è quella definita "Arredi e ricambi", all'interno si trovano: materiale di arredi, ricambi e imballo, quest'ultimo localizzato in questo reparto per la frequenza di utilizzo del materiale.

Le modalità di stoccaggio per quest'area sono tramite scaffalature: una profonda a 5 campate e 5 livelli, e 3 normali a 2 campate e 4 livelli, a cui si aggiungono due U fisse per cesti e trespoli a terra.

Poiché quest'area non presenta criticità nella gestione del materiale, la rilevazione si è soffermata sulla valutazione della saturazione degli scaffali e sul conteggio delle Udc per le zone di stoccaggio a terra.

	Scaffale profondo	Scaffale
Campate	25	24
Campate occupate	25	21
Saturazione (%)	100,00%	87,50%

	Cesti	Tre D	Tre Sg	Tre Sp	Cesti +	Tre D+
Q.tà	30	1	8	11	20	1

In questo caso i cestì vengono utilizzati per il materiale proveniente dalla carpenteria, mentre i trespòli per i piani in gres destinati agli arredi.

Proseguendo in ordine di flusso, l'area successivamente valutata è stata il buffer del collaudo.

Nella situazione AS-IS, si ha un'unica area che include separatamente tre tipologie di materiale:

- Macchine finite da collaudare e macchine non finite ma che possono comunque essere collaudate;
- Macchine non finite a cui mancano pezzi funzionali che ne impossibilitano il collaudo;
- Macchine già collaudate in attesa di essere prelevate ed imballate.

Quest'area è in continuo cambiamento a causa dell'alta rotazione del materiale che sosta; infatti, i tre buffer sono separati da paletti di delimitazione e catene invece che da linee di delimitazione a terra per avere maggior flessibilità nella gestione degli spazi.

La rilevazione dei dati per quest'area è stata effettuata a fine giornata lavorativa per considerare il momento peggiore comprendente tutte le macchine finite uscite dalla produzione in giornata prima che avvenga il carico del collaudo.

	Da collaudare	Incomplete	Da imballare	Totale
Media (m ²)	18,29	36,66	70,48	125,43
MAX (m ²)	21,79	26,90	102,96	151,65
Dev. St (σ)	13,82	7,14	13,63	-

Totale	Area disponibile (m ²)	Area reale (m ²)	Saturazione (%)
Media	167,5	125,43	74,88%
MAX	167,5	151,65	90,53%

Procedendo in ordine troviamo la zona dedicata all'imballo. Questa è caratterizzata da una zona fissa di stoccaggio cesti, una scaffalatura profonda a 5 livelli e 4 campate e due scaffalature a 5 livelli e 3 campate per i pallet dei piani di lavoro.

Anche qui, la scaffalatura profonda è saturata al 100% in quanto dedicata completamente allo stoccaggio dei cartoni utilizzati per l'imballo dei prodotti finiti.

STOCK	Pallet	Cesti
Media	65	38
MAX	70	41
Dev. St (σ)	4.16	1.86

Criticità di quest'area è lo stoccaggio di cesti e pallet fuori dalla zona dedicata a causa della saturazione della stessa.

Una volta imballate, le macchine vengono trasportate e stoccate nell'area destinata alle spedizioni. Le unità di carico utilizzate per i prodotti finiti sono varie. Per questioni di semplicità sono state approssimate a cinque tipologie. Tutte le Udc di dimensioni maggiori sono state conteggiate come somma di queste sottostanti.

Lo stoccaggio avviene su scaffalature dove i pallet vengono posizionati di pancia (in senso longitudinale rispetto allo scaffale) più un'area di allocazione a terra, utilizzata per le Udc "XXL", per le macchine a stock e per più macchine con lo stesso destinatario di spedizione.

	Smartfast	Pallet 36"	Pallet 48"	Pallet 72"	Cassa frigo
Dimensioni	0,85x0,95	0,9x1,15	0,9x1,5	0,9x2,1	1,0x1,0
Area (m ²)	0,81	1,04	1,35	1,89	1,00

Durante le rilevazioni è stata mantenuta la distinzione tra macchine finite, macchine a stock, pallet di arredi e ricambi.

Macchine finite	Smartfast	Pallet 36"	Pallet 48"	Pallet 72"	Cassa frigo	Lunghezza (m)
Media	6,87	15,33	72,73	58,80	1,87	266,38
MAX	17,00	23,00	94,00	103,00	3,00	393,30
Dev. St (σ)	5,45	2,79	16,55	21,80	0,74	61,53

Stock	Smartfast	Pallet 36"	Pallet 48"	Pallet 72"	Cassa frigo	Lunghezza (m)
Media	10,00	4,13	31,87	10,13	10,13	96,78
MAX	10,00	5,00	36,00	12,00	11,00	103,65
Dev. St (σ)	0,00	0,52	2,70	0,52	0,99	5,06

Arredi	Smartfast	Pallet 36"	Pallet 48"	Pallet 72"	Lunghezza (m)
Media	0,40	1,80	10,93	26,40	72,43
MAX	1,00	2,00	13,00	36,00	95,85
Dev. St (σ)	0,51	0,41	1,44	5,97	15,25

Ricambi	Smartfast	Pallet 36"	Pallet 48"	Pallet 72"	Lunghezza (m)
Media	10,07	7,53	8,13	2,73	37,59
MAX	12,00	11,00	11,00	5,00	43,60
Dev. St (σ)	1,03	2,47	1,41	0,96	5,25

Totale	Smartfast	Pallet 36"	Pallet 48"	Pallet 72"	Cassa frigo	Lunghezza (m)
Media	27,33	28,80	123,67	98,07	12,00	477,02
MAX	37,00	33,00	147,00	152,00	14,00	623,65
Dev. St (σ)	5,26	2,91	17,65	23,72	1,20	67,68

Non si evidenziano problematiche per quest'area, tuttavia, la volontà dell'azienda è quella di stoccare tutte le Udc di spedizione (dimensioni permettendo) all'interno di scaffalature, poiché le Udc vengono allocate di pancia, il calcolo è stato eseguito sulla lunghezza totale di scaffali necessari considerando uno spazio tra i pallet di 5 cm.

Visto l'andamento di continua crescita dell'azienda e l'intenzione futura di aumento di fatturato, si è deciso di prendere come valore di riferimento di progettazione il massimo riscontrato durante le rilevazioni.

La comparazione tra l'area/capacità di stoccaggio prevista in origine e la situazione AS-IS reale riscontrata durante le rilevazioni tramite il calcolo della saturazione delle

aree/posti pallet in questione, ha permesso di evidenziare quali sono le zone critiche da riprogettare.

3.8 Focus sulle criticità dell'AS-IS

Di seguito si illustrano le aree più problematiche sulla quale avverrà la reingegnerizzazione.

Mag. lamiere	Posti necessari	Posti disponibili	Saturazione (%)
Pallet	86	39	220,51%

Carpenteria	AS-IS originale (m ²)	AS-IS reale (m ²)	Saturazione (%)
Piegatura	14,5	38,9	268,30%
Saldatura	21,8	63,1	289,40%
Finitura	33,9	53,7	158,40%
Verniciatura	63,8	129	202,20%

Mag. Carpenteria	AS-IS originale	AS-IS reale	Saturazione (%)
Pallet	45	237	526,67%
Cesti	338	439	129,90%
Pallet particolari	150	154	102,70%

Comm. Carpenteria	AS-IS originale (m ²)	AS-IS reale (m ²)	Saturazione (%)
Area (m ²)	132,3	174,6	131,97%

Motori e filtri	AS-IS originale	AS-IS reale	Saturazione (%)
Pallet	236	360	152,5%
Pallet G/G1/G2	24	32	133,3%

Minuterie	AS-IS originale	AS-IS reale	Saturazione (%)
Pallet	non previsto	55	-
MiniPallet	non previsto	20	-
Cesti	9	18	200,00%

Imballo	AS-IS originale	AS-IS reale	Saturazione (%)
Pallet	62	114	183,9%
Cesti	22	41	186,4%

Nella figura sotto riportata (Fig. 3.3), si illustra una raffigurazione della situazione attuale. Le aree evidenziate in giallo rappresentano lo stoccaggio di materiale nelle zone che dovrebbero essere mantenute libere e che invece risultano ad oggi occupate. Da notare come la situazione attuale sia ben lontana da quella ideale generando dunque le criticità precedentemente esposte.

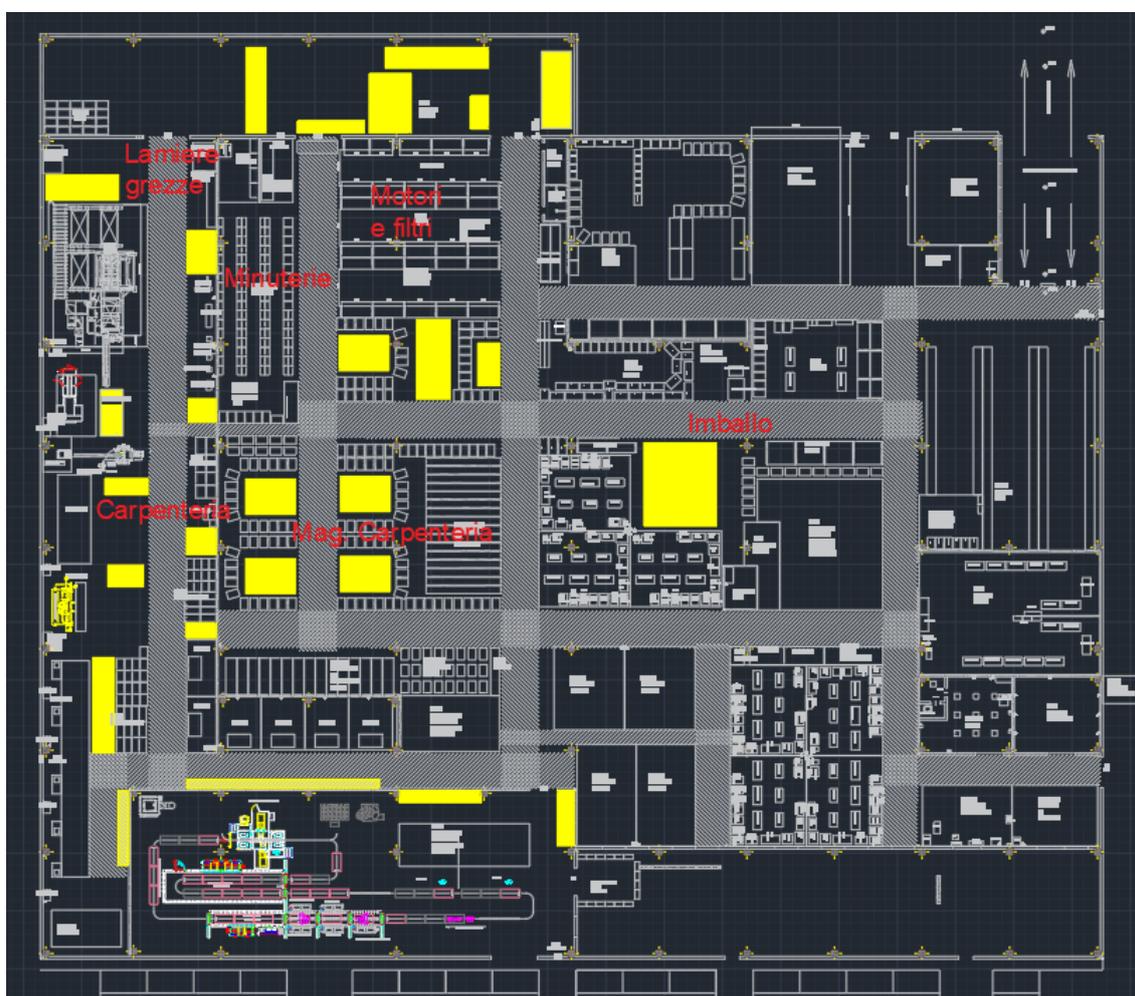


Fig. 3.3: raffigurazione del layout attuale con le varie zone critiche.

Sistemando il materiale delle zone critiche secondo una logica di stoccaggio ideale, è possibile calcolare l'area mancante allo stabilimento attuale, pari a 1740 m² (Fig. 3.4).

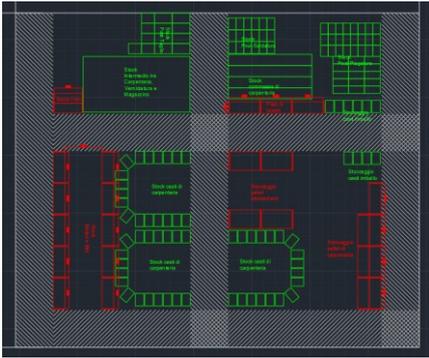


Fig. 3.4: raffigurazione dell'area attualmente mancante allo stabilimento.

La situazione AS-IS risulta particolarmente critica. Infatti, l'azienda, spinta dalla volontà di una crescita economica e consapevole dei problemi presenti, ha già provveduto qualche anno fa all'acquisto di terreno di fianco per la costruzione di un nuovo capannone. Tuttavia, non esiste ancora un progetto per la costruzione dello stabilimento e, dunque, prima di una sua realizzazione e messa in opera passeranno minimo tre anni all'interno della struttura attuale.

Per eliminare le problematiche esposte, rimanendo all'interno del capannone attuale per il maggior tempo possibile, sono state analizzate alcune delle possibili alternative percorribili.

Le soluzioni proposte sono: AS-IS 2 turni e AS-IS ottimale.

Capitolo 4: Analisi delle soluzioni proposte

4.1 Analisi dell'AS-IS 2 turni.

La prima soluzione proposta consiste in più punti fondamentali:

1. Passaggio da 1 a 2 turni lavorativi: offre la possibilità di recuperare spazio eliminando cinque stazioni di assemblaggio, tre postazioni di finitura e due di saldatura;
2. Rifacimento delle linee di delimitazione e cambiamento di alcune aree di stoccaggio;
3. Realizzazione di un soppalco industriale sopra la zona dedicata alle minuterie;
4. Acquisto di scaffalature per lo stoccaggio del materiale pallettizzato.

L'orario lavorativo attuale va dalle 8:00 fino alle 17:00 con un'ora di pausa pranzo dalle 13:00 alle 14:00 e due pause da 8 minuti durante la giornata. Con l'introduzione dei due turni gli orari diventerebbero dalle 6:00 alle 13:45 il primo e dalle 14:00 alle 21:45 il secondo. Poiché i due turni lavorativi comportano un incremento dei costi del personale, questo passaggio è limitato per le sole zone d'interesse.

Carpenteria

Seguendo l'ordine di scorrimento del flusso dei materiali, la prima zona sulla quale si necessita un intervento è lo stoccaggio delle lamiere.

Per questo magazzino si prevede l'acquisto di 2 cantilever a 8 livelli (incluso il livello a terra), di cui uno per lamiere con lunghezza da 1500 fino a 2100mm, l'altro per lamiere da 2100 fino a 3000mm.

Considerando 3 bancali per livello, si arriva in totale ad una capacità di stoccaggio di 87, tale dunque da soddisfare tutto il fabbisogno manifestatosi durante le rilevazioni.

	Posti necessari	Posti disponibili	Saturazione (%)
Bancali	86	87	98,85%

In tal modo si registra una riduzione significativa dell'indice di selettività dei bancali e si ottiene un recupero dell'area occupata di 22,1 m² che potrà comunque essere sfruttato nel caso in cui aumenterà il numero o la tipologia di formati.

Per la carpenteria il passaggio a due turni presenta un duplice vantaggio:

1. Il recupero delle aree dedicate alle postazioni di lavorazione, circa 135 m²;
2. Poiché il buffer è un polmone interoperazionale di stoccaggio materiali destinati al processo successivo, dimezzando la potenzialità produttiva di ogni reparto, è possibile ridurre fino al 50% l'area necessaria per ogni buffer.

In aggiunta, il rifacimento delle linee di delimitazione dei buffer e corsie, permette un aumento dell'area disponibile per ogni zona di stoccaggio grazie ad una gestione più efficiente degli spazi;

Di seguito si illustra una tabella comparativa tra l'area destinata ai nuovi buffer con l'effettivo fabbisogno di spazio (dimezzato) a seguito del passaggio a due turni.

	Area necessaria (m ²)	Area disponibile (m ²)	Saturazione (%)
Piegatura	19,45	44,8	43,42%
Saldatura	31,55	67,7	46,60%
Finitura	26,85	68,5	39,20%
Verniciatura	64,5	85,2	75,70%

Magazzino di carpenteria

Quest'area è stata la più critica da gestire; lo dimostrano gli elevati indici di saturazione registrati nello studio dell'AS-IS ed elencati nel capitolo 3.

Per i pallet precedentemente definiti “sovrapponibili” sono previste 13 corsie da 1,2x5,0 metri tali da garantire lo stoccaggio di 6 pallet ciascuna per arrivare ad un totale di 78. Le restanti corsie rimaste vuote vengono eliminate e grazie al rifacimento delle linee di delimitazione è possibile ricavare un'altra U per i cesti.

Dal confronto con gli operatori addetti al magazzino della carpenteria, è stato stabilito un numero massimo di cesti stoccabili all'interno di ogni U pari a 36.

L'eliminazione delle stazioni di assemblaggio permette un recupero di 390 m², che unita alla riorganizzazione e allo spostamento di alcune aree, hanno reso possibile in questa configurazione lo stoccaggio di 378 cesti di cui una metà con indice di selettività unitario e l'altra metà con indice di selettività 1/2 a cui si aggiungono un blocco da 4x8x2 = 64 cesti caratterizzato però da indici di selettività bassissimi (fino a 1/8).

Per lo stoccaggio di pallet e pallet+ (strabordanti) si prevede l'acquisto di scaffalature con le seguenti caratteristiche:

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	5
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da acquistare	7

Campo singolo profondo	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	5
Portata per spalla (kg)	17600
Portata per coppia di correnti (kg)	4080
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	2500
Q.tà da acquistare	4

Questa soluzione garantirà lo stoccaggio di 105 pallet e 60 pallet+. Per la scelta delle scaffalature si è fatto riferimento a quelle già presenti nel magazzino attuale.

Per il materiale definito “Particolare di carpenteria” l'unico intervento richiesto riguarda lo spostamento dei pallet appartenenti ad altre categorie del magazzino (motori e filtri) presenti su quelle scaffalature, in questo modo si recuperano circa 39 posti pallet.

Mag. Carpenteria	Posti necessari	Posti disponibili	Saturazione (%)
Pallet	161	165	97,58%
Cesti	439	442	99,32%
Pallet particolari	154	190	81,05%

Commesse di carpenteria

La zona destinata alle commesse pronte di carpenteria è un vero e proprio buffer, dunque, la scelta dei due turni ha permesso anche qui di dimezzare l'area necessaria. L'eliminazione delle stazioni di assemblaggio ha come conseguenza l'allontanamento dei FCP¹⁰ interessati, per questo motivo la collocazione di questo buffer è stata modificata per contenere i costi dovuti ai flussi.

Quest'area è stata dimensionata con 11 corsie da 1,2x8,5 metri.

Comm. Carpenteria	Area necessaria (m ²)	Area disponibile (m ²)	Saturazione (%)
Valore	87,15	112,2	77,67%

Motori e filtri

Per lo stoccaggio di motori e filtri, si prevede l'acquisto di scaffalature. Questa soluzione permette un maggior sfruttamento dell'altezza disponibile dello stabilimento, una riduzione degli sprechi di tempo grazie ad un aumento della velocità di movimentazione del materiale e un azzeramento del rischio di danneggiamento per cause ambientali dei pallet stoccati all'esterno del capannone.

¹⁰ Flow Control Point, indicato anche con FCP, è il punto nel quale si ipotizza che il materiale venga depositato e successivamente prelevato.

Gli scaffali presentano le seguenti caratteristiche:

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	4
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da acquistare	13

Campo singolo profondo	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	4
Portata per spalla (kg)	17600
Portata per coppia di correnti (kg)	4080
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	2500
Q.tà da acquistare	1

Motori e Filtri	Posti necessari	Posti disponibili	Saturazione (%)
Pallet, P, M	360	392	91,84%
Pallet G, G1, G2	32	36	88,89%

Minuterie

Il sistema dedicato al prelievo manuale della merce non risulta sottodimensionato; i problemi riscontrati riguardano pallet, minipallet e cesti a stock.

Poiché quest'area è caratterizzata da scaffalature basse, per sfruttare al meglio l'altezza disponibile della struttura, si propone la realizzazione di un soppalco industriale caricabile con il muletto e gestito tramite un transpallet; questa soluzione presenta la possibilità di aumentare del 100% l'area dedicata allo stoccaggio delle minuterie.

Le caratteristiche sono le seguenti:

Altezza dal pavimento (m)	3,8
Larghezza (m)	8
Lunghezza (m)	30
Posizionamento scala	Interno

Minuterie	Posti necessari	Posti disponibili	Saturazione (%)
Pallet/Cesti	64	84	76,19%
MiniPallet	20	26	76,92%

Imballo

Per l'imballo si sfrutta il recupero di spazio ottenuto dalla riduzione del numero di stazioni di assemblaggio che ha permesso di realizzare una mezza U per lo stoccaggio dei cesti.

Per i pallet si prevede invece l'acquisto di scaffalature con le seguenti caratteristiche:

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	6
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3000
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da acquistare	3

	Posti necessari	Posti disponibili	Saturazione (%)
Pallet	111	116	95,69%
Cesti	16	24	66,67%

4.2 Analisi degli investimenti AS-IS 2 turni

Il calcolo dei costi è stato svolto:

- tramite l'ausilio di un configuratore di un'azienda trovata online per tutte le tipologie di scaffali necessari;
- tramite preventivo effettuato da varie aziende per la realizzazione del soppalco e il rifacimento delle linee di delimitazione.

Investimenti	
Scaffali	65.983,27 €
Cantilever	13.041,92 €
Rifacimento linee	5.950,00 €
Soppalco	72.221,10 €
TOTALE	157.196,29 €

Di seguito si riporta un'illustrazione sull'evoluzione del layout per la soluzione analizzata.

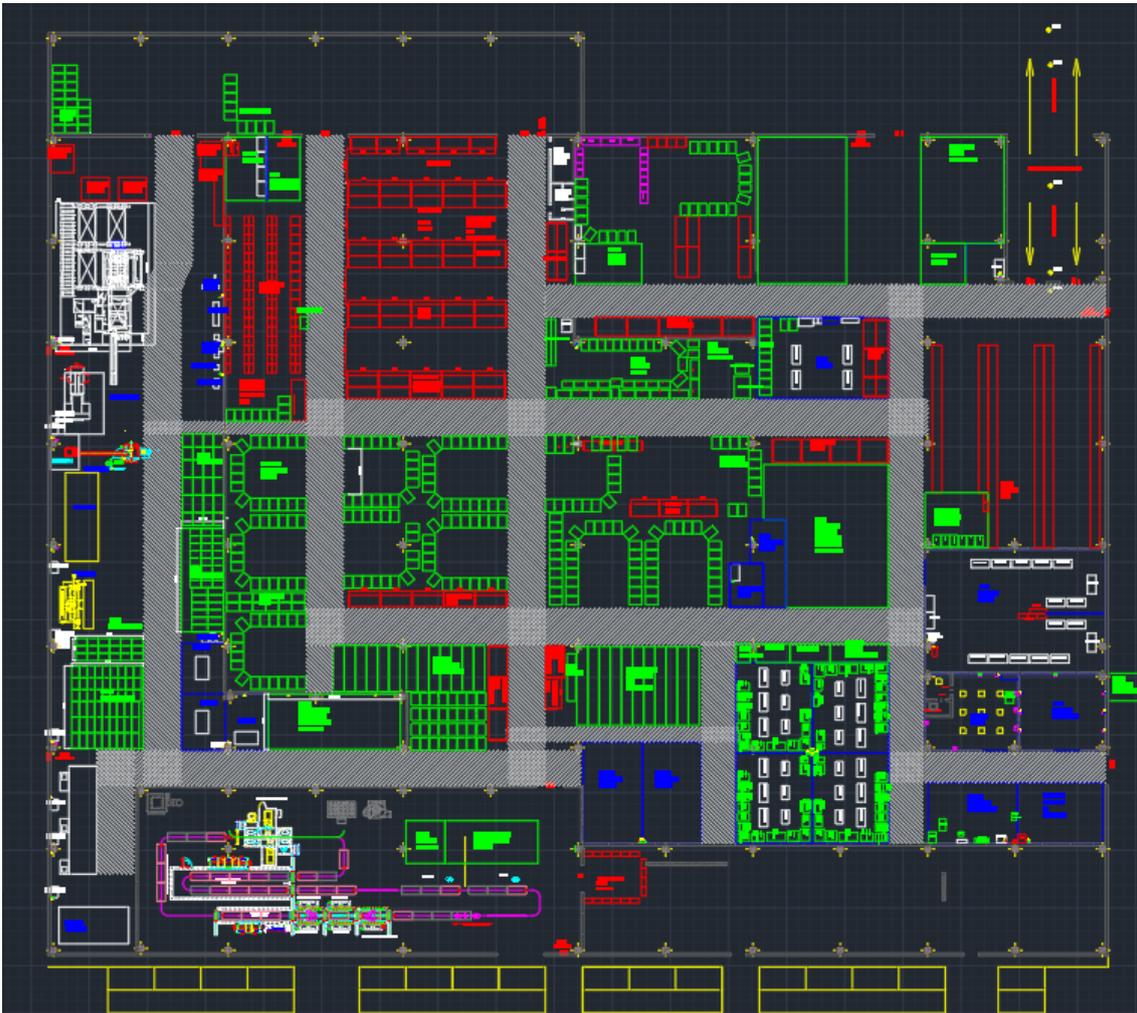


Fig. 4.1: raffigurazione del layout proposto per la soluzione AS-IS 2 turni.

I vantaggi di questa configurazione sono:

1. Aumento della velocità di movimentazione del materiale;
2. Investimenti limitati;
3. Capacità di stoccaggio tale da risolvere a pieno le problematiche attuali dell'azienda;

I limiti sono invece:

1. Saturazione completa del piano pavimento (ad esclusione della carpenteria);
2. Il blocco da 64 cesti è caratterizzato da indici di selettività bassi;
3. Per ottimizzare le aree a disposizione, alcune scaffalature dedicate al magazzino di carpenteria dovranno essere disposte lungo i lati della corsia di transito, poiché il tratto interessato è di collegamento per diverse funzioni aziendali, si potrebbero generare problemi di congestione del flusso.

4.3 Analisi dell'AS-IS ottimale

I cesti ad oggi utilizzati in azienda non sono certificati; dunque, anche l'attuale sovrapposizione su due livelli non rispetterebbe le normative sulla sicurezza.

La soluzione proposta in questo paragrafo si differenzia dalla precedente per un solo punto: l'acquisto o la realizzazione interna di cesti certificabili per la sovrapposizione su tre livelli. Dunque, anche per questo caso si prevedono le migliorie apportate nella soluzione precedente: scaffalature, cantilever, soppalco e rifacimento linee a terra.

Questa configurazione permette lo stoccaggio di un maggior numero di cesti.

	Posti necessari	Posti disponibili	Saturazione (%)
Cesti	439	468	93,80%

Questo investimento permetterebbe:

- Aumento del 33% della capacità di stoccaggio dei cesti grazie al miglior sfruttamento dell'altezza dello stabilimento e recupero di 238,5 m²;
- Incremento della sicurezza: i cesti utilizzati ad oggi non sono certificati, dunque, nelle condizioni attuali, anche lo stoccaggio su due livelli non sarebbe a norma;
- Possibilità di reingegnerizzare i cesti per adattarli alle esigenze del mix produttivo attuale.

Il guadagno di aree ottenuto da questa soluzione è stato utilizzato per riorganizzare al meglio il layout e risolvere le problematiche della soluzione precedente.

4.4 Analisi degli investimenti AS-IS ottimale

Dal punto di vista dei costi, l'impatto di questa scelta è notevole. Tuttavia, anche in ottica futura e di crescita del fatturato appare indispensabile il passaggio a questa tipologia di stoccaggio per sfruttare al meglio l'altezza dello stabile e massimizzare gli indici di utilizzazione del piano pavimento.

Il numero massimo di cesti presenti in azienda è stato ricavato dalle rilevazioni effettuate per i vari reparti; si stima la presenza di circa 630 cesti.

La valutazione dei costi tiene aperte due possibilità percorribili:

1. L'acquisto dei cesti dai fornitori esterni (buy);
2. La realizzazione dei cesti internamente all'azienda (make).

Costo al pezzo	Realizzazione	Verniciatura
Buy	442,00 €	30,00 €
Make	240,00 €	15,00 €

	Certificazione	Costo Cesti	Costo Totale
Buy	10.000,00 €	297.360,00 €	307.360,00 €
Make	10.000,00 €	160.650,00 €	170.650,00 €

Investimenti	Variante 1	Variante 2
Scaffali	65.983,27 €	65.983,27 €
Cantilever	13.041,92 €	13.041,92 €
Rifacimento linee	5.950,00 €	5.950,00 €
Soppalco	72.221,10 €	72.221,10 €
Realizzazione cesti	307.360,00 €	170.650,00 €
TOTALE	464.556,29 €	327.846,29 €

La realizzazione dei cesti rappresenta l'investimento più oneroso da effettuare, incide infatti al 52% dei costi totali per la realizzazione interna e al 66% per quella esterna.

Di seguito si riporta un'illustrazione dell'evoluzione del layout per la soluzione analizzata; le aree evidenziate in giallo rappresentano spazi non occupati e quindi potenzialmente utilizzabili per lo stoccaggio di materiale.

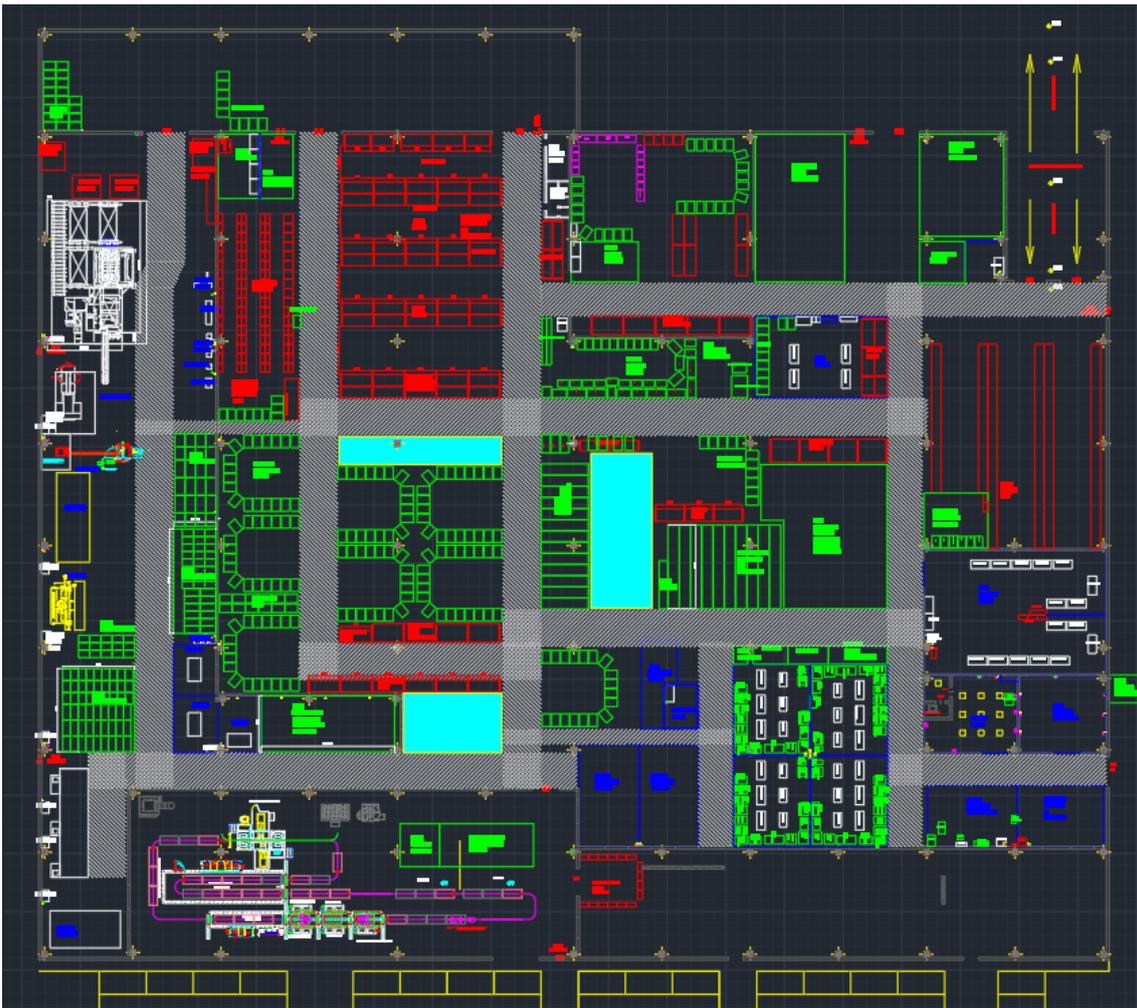


Fig. 4.2: raffigurazione del layout proposto per la soluzione AS-IS ottimale.

I vantaggi di questa configurazione sono:

1. Movimentazione rapida di tutto il materiale;
2. Nessuna zona di stoccaggio è caratterizzata da indici di selettività sotto 1/3;

3. Capacità di stoccaggio tale da risolvere a pieno le problematiche attuali dell'azienda;
4. Disponibilità di 238,5 m² (le zone evidenziate in celeste) per tamponare le necessità future di stoccaggio dovute ad un incremento del fatturato;
5. Il posizionamento delle scaffalature per il magazzino di carpenteria lungo una corsia in cui il passaggio è necessario ai soli operatori di quest'area, permette di evitare possibili problemi di congestione dei flussi rispetto alla soluzione precedentemente esposta.

Gli svantaggi invece:

1. Maggiori investimenti;
2. Riduzione per il 33% dei costi da un indice di selettività di 1/2 a 1/3.

4.5 Confronto tra i vari AS-IS

È possibile realizzare una tabella riassuntiva riguardante la somma delle aree a pavimento dedicate a minuterie, motori e filtri, magazzino di carpenteria e imballo ed effettuare il confronto tra l'AS-IS e le soluzioni proposte.

	Area disponibile (m ²)	Area occupata (m ²)	Saturazione (%)
AS-IS	1421,6	2412,9	169,7%
AS-IS 2 turni	2073,5	2073,5	100,0%
AS-IS ottimale	2073,5	1830,2	88,27%

4.6 Risultati e conclusioni studio delle aree

In ottica futura, la soluzione migliore è l'AS-IS ottimale per tutti i vantaggi sopraelencati. Concentrandoci su questa soluzione e riassumendo gli effetti sulla capacità di stoccaggio delle zone critiche è possibile ricavare la seguente tabella.

Zona	Tipologia	AS-IS reale	AS-IS ottimale	Saturazione AS-IS (%)	Saturazione AS-IS ottimale (%)	Variazione (%)	Livello di servizio (%)
Mag. lamiere	Pallet lamiere	86	87	377,50%	98,85%	-73,81%	95,22%
Piegatura	Area (m ²)	19,5	44,8	268,30%	43,42%	-83,82%	100,00%
Saldatura	Area (m ²)	31,6	67,7	289,40%	46,60%	-83,90%	100,00%
Finitura	Area (m ²)	26,9	68,5	158,40%	39,20%	-75,25%	100,00%
Verniciatura	Area (m ²)	64,5	85,2	202,20%	75,70%	-62,56%	100,00%
Mag. Carpenteria	Pallet	161	165	526,67%	97,58%	-81,47%	98,30%
	Cesti	439	442	129,90%	99,32%	-23,54%	98,11%
	Pallet particolari	154	190	102,70%	81,05%	-21,08%	100,00%
Comm. Carpenteria	Area (m ²)	87,2	112,2	131,97%	77,67%	-41,15%	100,00%
Motori e Filtri	Pallet,P,M	360	392	152,50%	91,84%	-39,78%	99,97%
	Pallet G, G1, G2	32	36	133,30%	88,89%	-33,32%	100,00%
Minuterie	Pallet	55	70	non prevista	78,57%	-	100,00%
	MiniPallet	20	26	non prevista	76,92%	-	100,00%
	Cesti	18	23	200%	78,26%	-60,87%	100,00%
Imballo	Pallet	111	116	183,90%	95,69%	-47,97%	99,19%
	Cesti	41	66	186,40%	66,67%	-64,23%	100,00%

Il livello di servizio indica la distribuzione di probabilità calcolata con la capacità di stoccaggio che la soluzione AS-IS ottimale è in grado di garantire. Rappresenta dunque la probabilità di soddisfare la richiesta di stoccaggio attuale con la soluzione ottimale.

Da considerare che, come parametri di dimensionamento degli impianti di stoccaggio, sono stati presi i massimi valori riscontrati durante le rilevazioni. In linea con le esigenze dell'azienda, il dimensionamento è stato volto all'ampia soddisfazione delle richieste di stoccaggio attuali cercando di limitare gli investimenti al minimo necessario.

Tutti gli investimenti proposti sono indispensabili per massimizzare l'efficienza operativa ed ambire ad una crescita economica.

4.7 Problematiche ed eventuali contromisure

Essendo in fase preliminare, è molto difficile stimare eventuali problemi che potrebbero venir fuori in fase di adozione. L'obiettivo di questo paragrafo, dunque, è quello di analizzare le possibili criticità che la soluzione AS-IS ottimale potrebbe generare.

L'azienda lavora con pezzi da carpenteria realizzati principalmente da lamiera tagliate, piegate, saldate e finite. L'utilizzo dei cesti come Udc rappresenta dunque la scelta più corretta per garantire la sicurezza durante la movimentazione del materiale di carpenteria.

Tuttavia, per caratteristiche geometriche di alcuni pezzi, spesso è necessario lo stoccaggio su pallet. Per questi tipi di Udc la soluzione trovata prevede l'utilizzo di scaffalature a semplice profondità.

L'altezza di stoccaggio di queste Udc potrebbe arrivare a 5,5 / 6 metri di altezza. Poiché ogni materiale viene attualmente distinto tramite il foglio della commessa posato al di sopra del pezzo, per le Udc stoccate in alto potrebbero verificarsi problemi durante le fasi di ricerca del materiale.

Per risolvere questa problematica, l'azienda potrebbe realizzare degli appositi cartellini con codice univoco da attaccare sul lato in vista del pallet. Integrando il gestionale con un software di tipo MES (Manufacturing Execution System), potrebbe monitorare, tracciare, documentare e controllare il processo di produzione dei beni, dalle materie prime ai prodotti finiti. In questo modo si potrebbe conoscere l'esatta posizione del materiale sulla scaffalatura o nel magazzino ed evitare rallentamenti dovuti ad una sua ricerca.

Capitolo 5: Studio dei flussi

Dopo l'analisi sulle aree, la valutazione dell'AS-IS prosegue sull'identificazione e quantificazione dei flussi aziendali.

La stesura dello studio dei flussi è avvenuta seguendo varie modalità di raccolta dati in funzione dell'area oggetto di studio.

Come descritto nel capitolo 3, tra carpenteria ed il resto dell'azienda avviene una netta separazione a livello di flussi fisici e informativi; proprio per questo lo studio dei flussi è stato suddiviso in due parti.

5.1 Studio dei flussi di carpenteria

Per la carpenteria è stato svolto un periodo di osservazione e raccolta su sette giorni lavorativi. La rilevazione comprendeva la distinzione di cinque tipologie principali di flussi, etichettati come segue:

- Carrello: il flusso è necessario per recuperare il mezzo operativo di trasporto collocato in un altro reparto di lavorazione;
- Informativo: riguarda lo scambio di informazioni relativo a lavorazioni o commesse da prendere in carico;
- Vuoti: rappresenta il flusso relativo al recupero di una Udc vuota;
- Pieni: riguarda il flusso fisico dei materiali che si sposta tra buffer e reparti di lavorazione;
- Utensili: rappresenta il flusso necessario al recupero di utensili collocati in altri reparti;

La distinzione tra queste varie casistiche è stata mantenuta per evidenziare eventuali movimenti non giustificati e ricercare soluzioni che potessero migliorare i flussi.

La rilevazione comprende anche la distinzione tra i vari operatori protagonisti del flusso in questione, questo per mettere in luce l'importanza di alcuni flussi informativi rispetto ad altri.

In 7 giorni è stato possibile osservare 669 flussi differenti, da qui è avvenuta poi l'estrapolazione dei dati.

Di seguito si riportano alcuni esempi della tabella utilizzata per la rilevazione dati.

Commessa	Partenza	Destinazione	Operatore	Dest. Op	Tipologia	Motivazioni
212431673	Saldatura	Buffer finitura	.....	.....	Pieni	movimentazione commessa
-	Buffer verniciatura	Finitura	.....	.....	Vuoti	prelievo pallet vuoto
-	Saldatura	Taglio laser	.....	.....	Informativo	info su commessa
-	Finitura	Finitura	.....	.....	Utensili	prelievo utensili
-	Piegatura	Taglio laser	.....	.....	Carrello	prelievo transpallet impilatore

5.1.1 Individuazione dei Flow Control Point

La matrice delle distanze è stata calcolata tramite l'utilizzo di AutoCAD seguendo il metodo dei baricentri che prevede la determinazione dei Flow Control Point tramite media pesata.

In particolare, per determinare il Flow Control Point dei vari reparti di lavorazione (taglio laser, piegatura, saldatura e finitura), sono stati presi come pesi il numero di postazioni/macchine.

$$x_G = \frac{\sum_i N_i \cdot x_{G_i}}{\sum_i N_i}$$

$$y_G = \frac{\sum_i N_i \cdot y_{G_i}}{\sum_i N_i}$$

D'altra parte, invece, per il Flow Control Point dei buffer si è utilizzato come pesi l'area delle singole zone di stoccaggio.

$$x_G = \frac{\sum_i A_i \cdot x_{G_i}}{\sum_i A_i}$$

$$y_G = \frac{\sum_i A_i \cdot y_{G_i}}{\sum_i A_i}$$

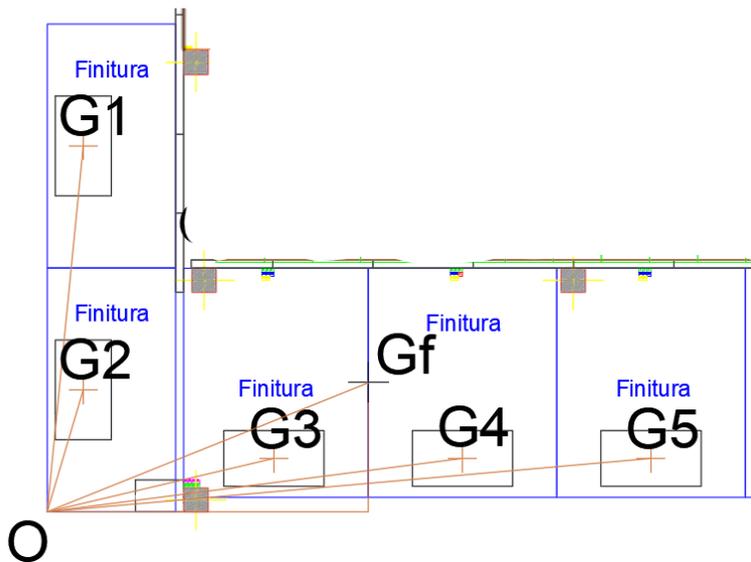


Fig. 5.1: esempio grafico d'individuazione del Flow Control Point di finitura.

Una volta determinati i vari FCP, calcolando tramite AutoCAD (vedi Fig. 5.2) la distanza reale (considerando il tragitto lungo le corsie di passaggio) tra i vari punti, è stato possibile ricavare la matrice delle distanze.

Matrice delle distanze	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura
Taglio laser		27,52	38,35	38,97	66,97	52,92	71,37	91,6
Buffer piega	27,52		19,2	19,81	47,81	33,76	52,2	72,44
Piegatura	38,35	19,2		13,84	41,84	27,79	46,24	66,48
Buffer saldatura	38,97	19,81	13,84		35,16	21,11	39,56	59,8
Saldatura	66,97	47,81	41,84	35,16		20,9	26,06	46,3
Buffer finitura	52,92	33,76	27,79	21,11	20,9		26,05	46,29
Finitura	71,37	52,2	46,24	39,56	26,06	26,05		30,54
Buffer verniciatura	91,6	72,44	66,48	59,8	46,3	46,29	30,54	

5.1.2 Determinazione dei From-To Chart

Terminata la fase di rilevazione dati, sono stati estrapolati tre differenti From-To Chart rappresentativi dei soli flussi di andata:

1. Matrice dei flussi fisici: comprende le etichette “pieni” in quanto rappresenta i flussi che prevedono l’utilizzo di mezzi operativi come muletto o transpallet impilatore;
2. Matrice dei flussi informativi: comprende le etichette “informativo” e “utensili” in quanto sono flussi che avvengono manualmente senza l’utilizzo di mezzi logistici;
3. Matrice dei flussi “carrello” e “vuoti”: rappresenta i flussi che avvengono tramite transpallet.

I dati sono stati precedentemente pesati su 5,5 giorni per considerare eventuali fenomeni di disturbo come scioperi o assenza del personale e poi moltiplicati per 220 giorni lavorativi per ricavare il flusso annuo.

From-To Fisico	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura	Totale
Taglio laser		840	160	120	80			40	1240
Buffer piega			1080		40		40		1160
Piegatura	440			1240	80	40	80	40	1920
Buffer saldatura			160		1200	40	40	40	1480
Saldatura	40		40			1880	40		2000
Buffer finitura					80		1080		1160
Finitura	80		40	160	360	120		1520	2280
Buffer verniciatura			80			40	600		720
Totale	560	840	1560	1520	1840	2120	1880	1640	11960

From-To Informativo	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura	Totale
Taglio laser		40	520		360		520		1440
Buffer piega			40						40
Piegatura	240			40	400		40		720
Buffer saldatura									0
Saldatura	720	40	160	80		200	1400		2600
Buffer finitura									0
Finitura	680				1480	120			2280
Buffer verniciatura									0
Totale	1640	80	720	120	2240	320	1960	0	7080

From-To Carrello/Vuoti	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura	Totale
Taglio laser			160						160
Buffer piega			160						160
Piegatura	520	40		80	40		40		720
Buffer saldatura			320		240	40	40		640
Saldatura			40	40		280	120		480
Buffer finitura			120		200		80		400
Finitura	40		120	80	120	240		120	720
Buffer verniciatura			120		80	40	600		840
Totale	560	40	1040	200	680	600	880	120	4120

Poiché l'obiettivo dello studio è ricavare il costo totale derivante dai flussi, la distinzione delle tre matrici è stata necessaria per una corretta valutazione che tenesse conto delle varie voci di costo.

	Carrello/vuoti	Muletto	Informativo /materiale	Transpallet elettrico
Costo Manodopera (euro/h)	35	35	35	35
Costo Mezzo Operativo (euro/h)	0	3,75	0	1,25
Velocità (km/h)	3	6	4	3
Tempo di Carico (sec)	0 / 5	5	0	5
Tempo di Scarico (sec)	0 / 5	5	0	5

Per la matrice dei flussi fisici, negli spostamenti tra il reparto di taglio e il buffer pre-finitura viene utilizzato il muletto, mentre per tutti gli altri si utilizza il transpallet impilatore. Dunque, il calcolo del costo per ogni singola casella della From-To Chart include il costo del mezzo operativo utilizzato, della manodopera e quello relativo al carico e allo scarico delle Udc.

$$C = 2 \cdot \left[\frac{N_{\text{flussi}} \cdot d}{v_m \cdot 1000} \cdot (C_u + C_m) + \frac{N_{\text{flussi}}}{3600} \cdot (t_c + t_s) \cdot (C_u + C_m) \right] \text{ (euro/anno);}$$

Per la matrice dei flussi informativi, le uniche voci di costo da considerare sono quelle relative al costo della manodopera, di conseguenza l'equazione diventa:

$$C = 2 \cdot \left[\frac{N_{\text{flussi}} \cdot d}{v_m \cdot 1000} \cdot C_u \right] \text{ (euro/anno);}$$

Infine per la matrice dei flussi “carrello” e “vuoti”, si considera come mezzo operativo il transpallet tradizionale, il quale risulta trascurabile come voce di costo oraria.

$$C = 2 \cdot \left[\frac{N_{\text{flussi}} \cdot d}{v_m \cdot 1000} \cdot C_u + \frac{N_{\text{flussi}}}{3600} \cdot (t_c + t_s) \cdot C_u \right] \text{ (euro/anno);}$$

dove:

- 2 = fattore moltiplicativo per considerare anche il ritorno;
- N_{flussi} = N° di viaggi effettuati;
- d = distanza tra i FCP (m);
- v_m = velocità del mezzo operativo utilizzato (km/h);
- C_u = costo uomo (euro/h);
- C_m = costo mezzo operativo (euro/h);
- t_c = tempo di carico Udc (sec);
- t_s = tempo di scarico Udc (sec);

Svolgendo il prodotto tra le matrici e inserendo le varie voci di costo, si ricavano tre diverse tabelle relative alle tre casistiche rilevate. Dalla somma di queste, si arriva, infine, ad un'unica matrice rappresentante i costi totali annui dovuti ai flussi della carpenteria.

From-To Costi Carpenteria	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura	Totale
Taglio laser		498,69	605,86	86,24	508,34		649,47	55,94	2404,53
Buffer piega			803,74		54,27		58,52		916,53
Piegatura	473,75	17,92		677,07	425,59	33,72	177,40	69,83	1875,26
Buffer saldatura			186,12		1414,71	47,18	81,62	63,59	1793,23
Saldatura	887,03	33,47	203,03	82,04		1492,07	743,54		3441,18
Buffer finitura			77,81		152,10		915,09		1145,00
Finitura	1006,89		180,41	252,65	1036,83	296,86		1464,22	4237,84
Buffer verniciatura			325,80		86,43	94,19	971,79		1478,19
Totale	2367,67	550,08	2382,76	1098,00	3678,26	1964,01	3597,41	1653,57	17291,76

Per completezza, poiché la valutazione del costo per unità di lunghezza è sempre critica, si riporta anche la From-To dei km percorsi all'anno. Il calcolo è stato effettuato tramite il prodotto tra la matrice delle distanze e la matrice ottenuta dalla somma dei flussi delle 3 casistiche moltiplicata per 2 (andata e ritorno).

From-To km Carpenteria	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura	Totale
Taglio laser		48,44	64,43	9,35	58,93	0,00	74,22	7,33	262,70
Buffer piega	0,00		49,15	0,00	3,82	0,00	4,18	0,00	57,15
Piegatura	92,04	1,54		37,64	43,51	2,22	14,80	5,32	197,07
Buffer saldatura	0,00	0,00	13,29		101,26	3,38	6,33	4,78	129,04
Saldatura	101,79	3,82	20,08	8,44		98,65	81,31	0,00	314,10
Buffer finitura	0,00	0,00	6,67	0,00	11,70		60,44	0,00	78,81
Finitura	114,19	0,00	14,80	18,99	102,16	25,01		100,17	375,31
Buffer verniciatura	0,00	0,00	26,59	0,00	7,41	7,41	73,30		114,70
Totale	308,03	53,80	195,01	74,42	328,80	136,66	314,57	117,60	1528,89

5.2 Studio dei flussi della restante parte dell'azienda

La stesura dello studio dei flussi per la restante parte dell'azienda è stata svolta su 14 giorni lavorativi di rilevazioni, suddivisi rispettivamente in 7 giorni per "Arredi e Ricambi" e 7 giorni per "Ufficio Minuterie".

In aggiunta ai dati raccolti sul campo, i flussi relativi alla verniciatura e produzione-collaudo-imballo-spedizione sono stati ricavati con il contributo degli operatori.

5.2.1 Individuazione dei Flow Control Point

Il calcolo dei Flow Control Point è avvenuto tramite il metodo dei baricentri, i pesi utilizzati in questo caso sono:

- Il numero di stazioni di assemblaggio per la produzione;
- Il numero di scaffalature per motori e filtri, minuterie e spedizione;
- L'area delle macro-aree per magazzino di carpenteria e per i vari buffer interoperazionali;

Una volta determinati i vari FCP, calcolando tramite AutoCAD la distanza tra i vari punti (considerando il tragitto reale lungo le corsie di passaggio), è stato possibile ricavare le matrici delle distanze.

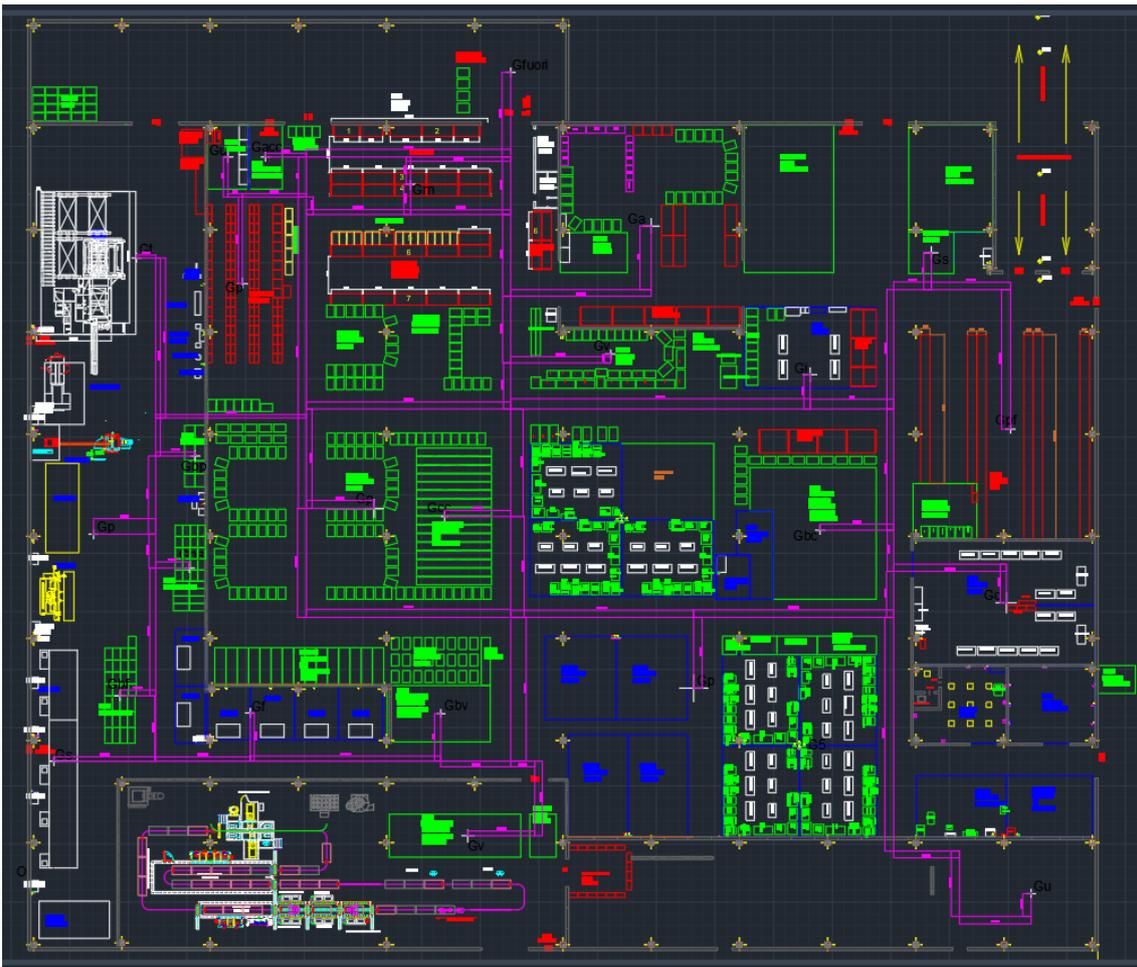


Fig. 5.1: rappresentazione dei percorsi inerenti ai flussi misurati (color magenta).

Matrici delle distanze:

"Arredi e Ricambi"	Arredi	Mag. Mag. Carpenteria	Collaudo	Fuori	Imballo	Minuteria	Motori e filtri	Produzione	Spedizione	Ufficio acquisti	Ufficio minuteria	Verniciatura	Vetri
Arredi		73,61	108,33	46,86	69,01	70,39	44,49	83,41	95,53	146,35	66,89	89,49	39,78
Mag. Mag. Carpenteria	73,61												
Collaudo	108,33						109,24						90,99
Fuori	46,86												42,86
Imballo	69,01												
Minuteria	70,39												
Motori e filtri	44,49		109,24										
Produzione	83,41												66,07
Spedizione	95,53												
Ufficio acquisti	146,35												
Ufficio minuteria	66,89												63,89
Verniciatura	89,49												
Vetri	39,78		90,99	42,86				66,07			63,89		

"Ufficio Minuterie"	Accettazione	Arredi	Collaudo	Comm. Carpenteria	Fuori	Imballo	Mag. Carpenteria	Minuterie	Motori e filtri	Produzione	Taglio	Ufficio	Ufficio acquisti	Verniciatura	Vetri
Accettazione			127,64		32,25		49,36			102,72			165,66	101,68	
Arredi								70,39	44,49			66,89			
Collaudo	127,64							135,14	109,24			131,64			
Comm. Carpenteria							75,86			44,99					
Fuori	32,25							51,33	23,47			47,83			
Imballo									70,41			92,82			
Mag. Carpenteria	49,36			75,86								53,36			
Minuterie		70,39	135,14		51,33					110,22	89,94		177,52		
Motori e filtri		44,49	109,24		23,47	70,41				84,35			28,9		
Produzione	102,72			44,99				110,22	84,35			106,72			66,07
Taglio								89,94				86,44			
Ufficio		66,89	131,64		47,83	92,82	53,36		28,9	106,72	86,44		174,02		63,89
Ufficio acquisti	165,66							177,52							
Verniciatura	101,68														
Vetri										66,07		63,89			

"Verniciatura"	Buffer verniciatura	Verniciatura	Mag. Carpenteria	Arredi	Imballo
Buffer verniciatura		30,28			
Verniciatura			73,88	89,51	91,19
Mag. Carpenteria					
Arredi					
Imballo					

"Prod-Coll-Imb-Sped"	Produzione	Buffer collaudo	Collaudo	Imballo	Spedizione
Produzione		46,13			
Buffer collaudo	43,13		28,44	33,46	
Collaudo		28,44			
Imballo		33,46			52,86
Spedizione				52,86	

5.2.2 Determinazione dei From-To Chart

Per la parte riguardante “Arredi e Ricambi” e “Ufficio Minuterie”, la rilevazione dei dati è avvenuta con le stesse modalità esposte per lo studio dei flussi di carpenteria; le differenze si riscontrano nelle etichette utilizzate.

Per questo caso è stata mantenuta la distinzione di quattro tipologie principali di flussi, etichettati come segue:

- Muletto: rappresenta gli spostamenti fisici che avvengono tramite carrello elevatore;
- Informativo: rappresenta gli spostamenti uomo necessari per il flusso informativo;
- Materiale: rappresenta gli spostamenti relativi al prelievo manuale di materiale;
- Carrello: rappresenta gli spostamenti tramite transpallet o carrelli appositi utilizzati per il picking di minuterie, motori e filtri.

Di seguito si illustra un esempio di tabella utilizzata per la raccolta dati.

Commesse	Partenza	Destinazione	Tipologia	Motivazioni	Q.tà
442	Minuterie	Produzione	Carrello	commessa in produzione	1
442	Comm. carpenteria	Produzione	Muletto	commessa in produzione	4
	Acquisti	Ufficio	Informativo	controllo bolle	1
	Motori e filtri	Produzione	Materiale	prelievo valvole	1

Il periodo di osservazione nei due reparti ha permesso di raccogliere 739 flussi, pesati successivamente e moltiplicati per 220 giorni lavorativi annui.

Da qui è stato possibile estrapolare tre differenti From-To Chart rappresentativi dei soli flussi di andata:

1. Matrice dei flussi fisici: comprende le etichette “fisico” in quanto rappresenta i flussi che prevedono l’utilizzo del carrello elevatore;
2. Matrice dei flussi informativi: comprende le etichette “informativo” e “materiale” in quanto rappresenta i flussi che avvengono manualmente senza l’utilizzo di mezzi logistici;
3. Matrice dei flussi “carrello”.

From-To Chart “Arredi e Ricambi”.

	Arredi	Mag. Carpenteria	Collaudo	Fuori	Imballo	Minuteria	Motori e filtri	Produzione	Spedizione	Ufficio acquisti	Ufficio minuteria	Verniciatura	Vetri	Totale
From-To fisico														
Arredi	110			587	293	37	183	37	953					2200
Mag. Carpenteria	37													37
Collaudo														0
Fuori	477												110	587
Imballo	183													183
Minuteria	37													37
Motori e filtri	183													183
Produzione	37													37
Spedizione	73													73
Ufficio acquisti														0
Ufficio minuteria													37	37
Verniciatura	37													37
Vetri			37	37										73
Totale	1063	110	37	623	293	37	183	37	953	0	0	0	147	3483

From-To informativo	Arredi	Mag. Carpenteria	Collaudo	Fuori	Imballo	Minuteria	Motori	Produzione	Spedizione	Ufficio acquisti	Ufficio acquisti	Verniciatura	Vetri	Totale
Arredi	110	73	110	660	477	73	147	550					953	3153
Mag. Carpenteria	293													293
Collaudo	73													73
Fuori	110													110
Imballo	403													403
Minuteria	843													843
Motori e filtri	110													110
Produzione	367													367
Spedizione	110													110
Ufficio acquisti	73													73
Ufficio minuteria													73	73
Verniciatura	37													37
Vetri	110							37						147
Totale	2530	110	73	110	660	477	73	183	550	0	0	0	1027	5793

From-To carrello	Arredi	Mag. Carpenteria	Collaudo	Fuori	Imballo	Minuteria	Motori e filtri	Produzione	Spedizione	Ufficio acquisti	Ufficio minuteria	Verniciatura	Vetri	Totale
Arredi				110	330	73		37	110				220	880
Mag. Carpenteria														0
Collaudo														0
Fuori													110	110
Imballo	440													440
Minuteria	220													220
Motori e filtri	293		37											330
Produzione	110													110
Spedizione														0
Ufficio acquisti														0
Ufficio minuteria														0
Verniciatura	37													37
Vetri	257							623						880
Totale	1357	0	37	110	330	73	0	660	110	0	0	0	330	3007

From-To Chart “Ufficio Minuterie”.

	Accettazione	Arredi	Collaudo	Comm. Carpenteria	Fuori	Imballo	Mag. Carpenteria	Minuterie	Motori e filtri	Produzione	Taglio	Ufficio	Ufficio acquisti	Verniciatura	Vetri	Totale
From-To fisico																
Accettazione	0															0
Arredi		0														0
Collaudo			40						40							40
Comm. Carpenteria				2400						2400						2400
Fuori	280				40				360							640
Imballo						40			40							40
Mag. Carpenteria	40			2400	40		40									2480
Minuterie								0								0
Motori e filtri		160	160							880						1200
Produzione									80							80
Taglio											0					0
Ufficio							40					40				40
Ufficio acquisti													0			0
Verniciatura														0		0
Vetri															0	0
Totale	320	160	160	2400	40	0	40	0	520	3280	0	0	0	0	0	6920

	Accettazione	Arredi	Collaudo	Comm. Carpenteria	Fuori	Imballo	Mag. Carpenteria	Minuterie	Motori e filtri	Produzione	Taglio	Ufficio	Ufficio acquisti	Verniciatura	Vetri	Totale
From-To informativo																
Accettazione	80		40										40			80
Arredi		440						40				440				480
Collaudo			440					40				440				480
Comm. Carpenteria				0												0
Fuori	160				80							80				240
Imballo						160						160				160
Mag. Carpenteria							1560					1560				1560
Minuterie		600	160					360		4880	200		320			6160
Motori e filtri		80	40		40				40	200						360
Produzione								160				680				840
Taglio											120					120
Ufficio		80	80				40	40	160			80			40	520
Ufficio acquisti	120							120				480				720
Verniciatura														0		0
Vetri												320				320
Totale	280	760	320	0	40	0	40	360	40	5240	200	4280	440	0	40	12040

From-To carrello	Accettazione	Arredi	Collaudo	Comm. Carpenteria	Fuori	Imballo	Mag. Carpenteria	Minuterie	Motori e filtri	Produzione	Taglio	Ufficio	Ufficio acquisti	Verniciatura	Vetri	Totale
Accettazione														80		80
Arredi									40							40
Collaudo																0
Comm. Carpenteria																0
Fuori	240							80								320
Imballo																0
Mag. Carpenteria																0
Minuterie		396								640						1036
Motori e filtri		280														280
Produzione								40				40				80
Taglio																0
Ufficio													40			40
Ufficio acquisti								40								40
Verniciatura																0
Vetri										560						560
Totale	240	676	0	0	0	0	0	160	40	1200	0	40	40	80	0	2476

From-To Chart “Verniciatura” e “Produzione-Collaudo-Imballo-Spedizione”

I dati ricavati con la collaborazione degli operatori includono solo il flusso fisico dei materiali. Gli spostamenti avvengono tramite muletto per i flussi della verniciatura e per quelli tra imballo e spedizione, mentre con transpallet impilatore per produzione-collaudo-imballo.

From-To fisico	Buffer verniciatura	Verniciatura	Mag. Carpenteria	Arredi	Imballo	Totale
Buffer verniciatura		1751				1751
Verniciatura			1580	142	28	1751
Mag. Carpenteria						0
Arredi						0
Imballo						0
Totale	0	1751	1580	142	28	3501

From-To fisico	Produzione	Buffer collaudo	Collaudo	Imballo	Spedizione	Totale
Produzione		1979				1979
Buffer collaudo	481		1896	1987		4364
Collaudo		1896				1896
Imballo					2065	2065
Spedizione						0
Totale	481	3875	1896	1987	2065	10304

Il calcolo delle matrici dei costi caso per caso è avvenuto seguendo le stesse modalità di calcolo previste per la carpenteria; dunque, le equazioni utilizzate sono le medesime del paragrafo 5.1.2.

Dall'unione delle matrici dei costi, eliminando i tratti in comune delle diverse rilevazioni e sistemando le voci in ordine di scorrimento del flusso, è stata ricavata la matrice dei costi complessivi rappresentativa della situazione AS-IS.

From-To Costi	Ufficio acquisti	Ufficio	Taglio	Accettazione	Buffer verniciatura	Verniciatura	Arredi	Fuori	Mag. Carpenteria	Minuterie	Motori e Filtri	Vetri	Comm. Carpenteria	Produzione	Buffer Collaudo	Collaudo	Imballo	Spedizione	Totale
Ufficio acquisti	1919,15						193,52		649,14										193,52
Ufficio		190,86						73,18	1654,70										73,18
Taglio			476,29						34,11	330,35									330,35
Accettazione				205,36				506,93											506,93
Buffer verniciatura					1061,52														1061,52
Verniciatura						388,90			1848,16										388,90
Arredi							1211,71		721,96	1565,62									1211,71
Fuori								47,81	111,37	206,18									47,81
Mag. Carpenteria													2324,59						2324,59
Minuterie														11994,45					11994,45
Motori e Filtri														1563,39					1563,39
Vetri														1127,40					1127,40
Comm. Carpenteria														1911,36					1911,36
Produzione															3092,54				3092,54
Buffer Collaudo																3369,92			3369,92
Collaudo																	2006,88		2006,88
Imballo																			1854,48
Spedizione																			1854,48
Totale	0,00	1919,15	190,86	476,29	0,00	1266,88	1231,57	1791,82	4306,75	3581,93	1037,71	2032,74	2324,59	19536,08	3092,54	5924,57	5647,72	4763,62	59134,81

5.3 Studio dei flussi AS-IS ottimale

Analizzando la soluzione migliore proposta nei capitoli precedenti (AS-IS ottimale) e valutato il relativo layout ottenuto tramite AutoCAD, è possibile riformulare il calcolo dei flussi per considerare i cambiamenti dovuti alle scelte effettuate.

5.3.1 Studio dei flussi di carpenteria

Per lo studio dei flussi relativo alla carpenteria, l'eliminazione delle postazioni di lavorazione genera una variazione significativa delle distanze, tale da rendere necessario un ricalcolo dei Flow Control Point per il buffer pre-saldatura, saldatura e finitura.

La matrice delle distanze e quella dei costi diventano rispettivamente:

Matrice delle distanze	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura
Taglio laser		27,52	38,35	38,97	72,95	56,43	58,24	78,3
Buffer piega	27,52		19,2	19,81	54,06	37,26	34,98	72,44
Piegatura	38,35	19,2		13,84	48,1	31,31	29,02	53,18
Buffer saldatura	38,97	19,81	13,84		41,4	24,62	22,33	46,49
Saldatura	72,95	54,06	48,1	41,4		31,14	27,75	38,97
Buffer finitura	56,43	37,26	31,31	24,62	31,14		12,33	36,49
Finitura	58,24	34,98	29,02	22,33	27,75	12,33		24,16
Buffer verniciatura	78,3	72,44	53,18	46,49	38,97	36,49	24,16	

From-To Costi Carpenteria	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura	Totale
Taglio laser		498,69	605,86	86,24	552,19		529,98	49,07	2322,02
Buffer piega			585,46		36,54		26,68		648,69
Piegatura	939,06	17,92		524,14	448,52	24,79	94,61	36,09	2085,12
Buffer saldatura			166,39		1131,87	44,31	40,99	32,63	1416,19
Saldatura	965,47	37,84	213,04	96,60		1473,34	780,52		3566,82
Buffer finitura			87,67		194,72		427,52		709,91
Finitura	824,82		104,86	122,28	1002,96	139,89		869,21	3064,01
Buffer verniciatura			221,08		72,74	61,52	654,65		1009,99
Totale	2729,35	554,45	1984,35	829,25	3439,55	1743,85	2554,96	987,00	14822,75

La soluzione proposta genera una riduzione dei costi relativi ai flussi di carpenteria pari a 2.469,01 euro/anno. Il risultato ottenuto è coerente in quanto deriva dalla compattazione delle singole aree della carpenteria.

La From-To dei km percorsi annualmente diventa:

From-To km Carpenteria	Taglio laser	Buffer piega	Piegatura	Buffer saldatura	Saldatura	Buffer finitura	Finitura	Buffer verniciatura	Totale
Taglio laser		48,44	64,43	9,35	64,20	0,00	60,57	6,26	253,25
Buffer piega	0,00		49,15	0,00	4,32	0,00	2,80	0,00	56,28
Piegatura	92,04	1,54		37,64	50,02	2,50	9,29	4,25	197,29
Buffer saldatura	0,00	0,00	13,29		119,23	3,94	3,57	3,72	143,75
Saldatura	110,88	4,32	23,09	9,94		146,98	86,58	0,00	381,79
Buffer finitura	0,00	0,00	7,51	0,00	17,44		28,61	0,00	53,56
Finitura	93,18	0,00	9,29	10,72	108,78	11,84		79,24	313,05
Buffer verniciatura	0,00	0,00	21,27	0,00	6,24	5,84	57,98		91,33
Totale	296,11	54,30	188,03	67,65	370,23	171,10	249,40	93,48	1490,29

Da notare una riduzione della strada percorsa pari a 38,6 km/anno rispetto all'AS-IS attuale.

5.3.2 Studio dei flussi della restante parte dell'azienda

Per quanto riguarda il resto dell'azienda, i FCP da ricalcolare sono solo quelli della produzione e del buffer dedicato alle commesse pronte di carpenteria, per tutti gli altri è possibile considerare in via approssimativa la situazione invariata rispetto al caso AS-IS.

Di seguito si riporta la variazione di distanza tra i FCP delle aree coinvolte e la conseguente matrice dei costi totali.

From	To	AS-IS (m)	AS-IS ott. (m)
Buffer verniciatura	Verniciatura	30,28	43,34
Mag. Carpenteria	Comm. Carpenteria	75,86	76,46
Produzione	Ufficio	106,72	121,55
Produzione	Arredi	83,41	98,25
Produzione	Minuterie	110,22	125,05
Produzione	Motori e Filtri	84,35	99,15
Produzione	Vetri	66,07	79,94
Produzione	Comm. Carpenteria	44,99	28,67
Produzione	Buffer Collaudo	46,13	58,62

From-To Costi ott.	Ufficio acquisti	Ufficio	Taglio	Accettazione	Buffer verniciatura	Verniciatura	Arredi	Fuori	Mag. Carpenteria	Minuterie	Motori e Filtri	Vetri	Comm. Carpenteria	Produzione	Buffer Collaudo	Collaudo	Imballo	Spedizione	Totale
Ufficio acquisti	1919,15			476,29			193,52			1574,59	23,34								4163,55
Ufficio		1919,15					649,14	73,18	1654,70		430,51			1973,34		1238,37	272,34		6505,79
Taglio			130,86							330,35									330,35
Accettazione				205,36				506,93	34,11							92,46			838,86
Buffer verniciatura					1356,82														1356,82
Verniciatura						388,90		1848,16					2886,92				39,54		2276,60
Arredi						1211,71		721,96	1565,62	808,19	1358,07			1396,14		289,45	3283,97	2909,14	13544,25
Fuori						47,81		111,37	206,18	244,17									609,52
Mag. Carpenteria													2886,92						2886,92
Minuterie								13597,76						1798,70		488,55			14086,31
Motori e Filtri														1338,04		404,84	44,99		2248,53
Vetri														1405,44		50,99			1389,03
Comm. Carpenteria														3092,54					1405,44
Produzione														3092,54					3092,54
Buffer Collaudo															3843,12	2006,88			5850,00
Collaudo																			0,00
Imballo																		1854,48	1854,48
Spedizione																			0,00
Totale	0,00	1919,15	130,86	476,29	0,00	1562,18	1038,05	1791,82	4306,74	3581,93	1037,71	2032,74	2886,92	21509,42	3092,54	6407,77	5647,72	4763,62	62458,98

Da notare in questo caso invece un aumento dei costi pari a 3304,17 euro/anno, dovuto principalmente all'allontanamento del baricentro di produzione rispetto a tutte le altre aree interconnesse.

La From-To dei km percorsi annualmente diventa:

From-To km	Ufficio acquisti	Ufficio	Taglio	Accettazione	Buffer verniciatura	Verniciatura	Arredi	Fuori	Mag. Carpenteria	Minuterie	Motori e Filtri	Vetri	Comm. Carpenteria	Produzione	Buffer Collaudo	Collaudo	Imballo	Spedizione	Totale
Ufficio acquisti	208,82						21,46												453,72
Ufficio		20,75					69,57												701,83
Taglio			53,01																35,98
Accettazione				16,27				43,86	3,95	35,98									74,29
Buffer verniciatura					151,74														151,74
Verniciatura						25,41			233,49										264,08
Arredi							130,58		80,97										264,08
Fuori								6,07											55,06
Mag. Carpenteria									8,21										282,15
Minuterie																			1484,63
Motori e Filtri																			288,10
Vetri																			112,19
Comm. Carpenteria																			137,62
Produzione																			288,41
Buffer Collaudo																			348,66
Collaudo																			0,00
Imballo																			218,31
Spedizione																			218,31
Totale	0,00	208,82	20,75	53,01	0,00	168,01	116,44	182,10	499,50	452,06	96,13	190,52	282,15	2261,76	288,41	507,75	492,31	561,58	6381,30

Dal punto di vista del costo per unità di lunghezza, si registra un aumento di 301,22 km/anno.

5.4 Proposta migliorativa dei flussi

Il periodo di osservazione e raccolta dati sul campo ha permesso di mettere alla luce alcune problematiche direttamente collegate allo studio dei flussi.

Dopo una prima analisi casella per casella sulle possibili motivazioni celate dietro ogni costo, si è pervenuti ad alcuni dati sui quale è possibile intervenire, ovvero quelli relativi ai flussi tra minuterie e motori/filtri verso la produzione. Su tutti gli altri valori di costo risulta difficile intervenire in quanto si tratta di flussi non riducibili poiché necessari ed indispensabili.

In particolare, si verificano frequentemente anomalie nella gestione dei materiali di minuteria e motori/filtri destinati alle commesse di produzione.

I problemi possono essere di tre tipi:

1. Il componente consegnato è errato;
2. Il componente non è stato consegnato;
3. Il componente risulta danneggiato.

Conseguenza di queste anomalie è l'elevato numero di flussi visibile nelle From-To Chart dei paragrafi precedenti. Questo flusso coinvolge direttamente gli operatori di assemblaggio che lasciano la propria postazione per andare a recuperare i componenti necessari generando così attività non a valore aggiunto.

L'idea è quella di valutare la convenienza di un carrello a guida autonoma (AGV) che permetterebbe di eliminare i costi derivanti dalle perdite di tempo dovute ai flussi e le conseguenti perdite di produzione.

L'AGV di riferimento è un carrello impilatore automatico in grado di garantire sia il trasporto che lo stoccaggio di pallet/carrelli fino ad altezze di 4,5 metri, con portate massime di 1,6 tonnellate e velocità di movimentazione di 2,2 km/h.

L'AGV permetterebbe inoltre di gestire il trasporto delle commesse di minuteria e motori/filtri verso la produzione nonché i flussi fisici verso il collaudo dovuti alle difettosità dei componenti rilevate durante i test.

Nella tabella sottoriportata si illustrano i viaggi che l'AGV può prendere in carico e il relativo risparmio economico annuale rispetto all'AS-IS attuale.

	Materiale (viaggi/anno)	Muletto (viaggi/anno)	Carrello (viaggi/anno)	Risparmio (euro/anno)
Minuteria-Produzione	4760	0	640	390,84 €
Motori e Filtri-Produzione	200	840	0	404,84 €
Minuteria-Collaudo	160	200	0	12.838,75 €
Motori e Filtri-Collaudo	40	0	0	1.619,18 €
Totale	5160	1040	640	15.253,60 €

Con i seguenti valori è inoltre possibile valutare la convenienza economica dell'investimento tramite il metodo del VAN¹¹ (Valore Attuale Netto).

I dati utilizzati per il calcolo sono:

OCC (costo opportunità del capitale)	5%
Costo d'acquisto	100.000,00 €
Ricavi annui	15.253,60 €
Costo manutenzione annuo	1.000,00 €
Costo sostituzione batteria (al decimo anno)	4.000,00 €

Anno	Ricavi	Costi	Flussi	VAN
0	- €	- €	- 100.000,00 €	- 100.000,00 €
1	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 86.425,14 €
2	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 73.496,70 €
3	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 61.183,90 €
4	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 49.457,43 €
5	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 38.289,36 €
6	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 27.653,10 €
7	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 17.523,33 €
8	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	- 7.875,93 €
9	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	1.312,07 €
10	15.253,60 €	5.000,00 €	10.253,60 €	7.606,90 €
11	15.253,60 €	1.000,00 €	14.253,60 €	15.940,68 €

¹¹ Il valore attuale netto (VAN), è definito come il valore attuale di una serie attesa di flussi di cassa connessi alle entrate future di un investimento al netto delle uscite monetarie (costi). Tale metodologia, tramite la quale vengono valutati i flussi di cassa attesi futuri al netto dell'uscita monetaria al tempo iniziale dell'investimento, è basata sul principio del costo opportunità, e costituisce un criterio fondamentale nell'analisi finanziaria per determinare se perseguire o meno un investimento.

Dunque, il break even point ovvero il punto in cui l'investimento si ripaga è individuabile tra l'anno 8 e l'anno 9.

Dai dati sui flussi, considerando le distanze tra i FCP, la velocità e i tempi di scarico/carico materiale dell'AGV, è possibile ricavare le ore effettive di utilizzo sotto le ipotesi fatte.

Specifiche AGV	
Velocità (km/h)	2,2
Tempo di Carico (sec)	5
Tempo di Scarico (sec)	5

$$t_u = 2 \cdot \left[\frac{N_{\text{flussi}} \cdot d}{v_m \cdot 1000} + \frac{N_{\text{flussi}}}{3600} \cdot (t_c + t_s) \right] \text{ (h/anno);}$$

	t_u (h/anno)
Minuteria-Produzione	643,88
Motori e Filtri-Produzione	96,63
Minuteria-Collaudo	44,23
Motori e Filtri-Collaudo	3,97

Si ricava dunque, un tempo di utilizzo totale del carrello AGV pari a 788,71 h/anno.

Considerando le ore effettive di lavoro annuo con le ipotesi effettuate nella soluzione AS-IS ottimale (2 turni lavorativi da 8 h/gg), è possibile risalire al coefficiente di utilizzo del carrello.

$$t_{\text{disp}} = 2 \cdot 8 \cdot 220 = 3520 \left(\frac{\text{h}}{\text{anno}} \right) \rightarrow K_u = \frac{t_u}{t_{\text{disp}}} = \frac{788,71}{3520} = 22,40 \%;$$

Il coefficiente ricavato è un dato di massima. Esiste infatti la possibilità di ottimizzare i viaggi per i mancanti di minuteria: nel caso in cui ci fossero contemporaneamente più

richieste di mancanti provenienti da diverse stazioni di assemblaggio, con 1 solo flusso sarebbe possibile soddisfarle tutte.

Da una parte avere un coefficiente di utilizzo basso è necessario in quanto il 70% dei flussi che l'AGV prenderà in carico, riguarda i mancanti di minuterie e motori/filtri verso la produzione. Dunque, poiché il mancante rappresenta un'urgenza che va gestita al più presto, massimizzare l'utilizzazione del carrello significherebbe ridurre la disponibilità dello stesso e aumentare le possibilità di fermo produzione.

La scelta dell'utilizzo dell'AGV solo per i flussi sopra elencati, dipende dal fatto che non si necessita di una grande flessibilità nei compiti assegnati, rispetto ad altre mansioni in cui la rigidità del sistema ne renderebbe inefficiente il suo utilizzo.

Nonostante ciò, con la costruzione del nuovo stabilimento di fianco a quello attuale, si genererà inevitabilmente un incremento complessivo dei costi dovuto all'aumento delle distanze tra i FCP. Dunque in futuro, un riadattamento dell'utilizzo del carrello AGV per collegare i due capannoni potrebbe aiutare a contenere i costi di gestione riducendo di conseguenza il payback period dell'investimento.

5.5 Conclusioni studio dei flussi

L'obiettivo principale della tesi è la reingegnerizzazione logistica delle aree, tuttavia lo studio dei flussi risulterà particolarmente utile per la valutazione futura del layout del nuovo stabilimento industriale.

In particolare, lo studio fornirà un supporto fondamentale su alcune decisioni legate alla minimizzazione dei costi derivanti dai flussi:

1. Quali aree trasferire nel nuovo capannone e quali mantenere nel vecchio;
2. Come riorganizzare le aree ravvicinando quelle maggiormente collegate;
3. Quali mezzi di movimentazione utilizzare per la gestione del flusso.

Capitolo 6: Studio del TO-BE

Le volontà di Faster è quella di una continua crescita economica. In ottica di espansione, è stato infatti acquistato il terreno di fianco allo stabilimento attuale per la realizzazione di un nuovo capannone. Da una serie di considerazioni, si pensa che la dimensione massima ottenibile dalla nuova costruzione sia di circa 8000 m².

Lo studio riportato nel seguente capitolo ha come obiettivo una stima utopistica e ideale sull'area aggiuntiva di cui l'azienda necessita per arrivare ad un target di fatturato pari a 40.000.000,00 €.

La domanda a cui questo studio vuole rispondere è se 8000 m² siano sufficienti per arrivare al fatturato obiettivo o se l'azienda deve rivisitare i propri target a valori più abbordabili.

6.1 Analisi del fatturato

Lo studio parte dall'analisi del fatturato, in particolare dall'incremento di valore stimato per ogni tipologia di prodotto che l'azienda fornisce ai clienti.

Tipologia	Fatturato 2024	Fatturato obiettivo
TOT F0010 LAF	7.100.000 €	10.000.000 €
TOT F0030 INDUSTRIALE	900.000 €	2.000.000 €
TOT F0050 ISOLATORI	2.815.000 €	7.000.000 €
TOT F0090 SPECIALI	1.350.000 €	3.000.000 €
TOT F0070 RICAMBI	1.300.000 €	3.000.000 €
TOT F0080 ACCESSORI	2.300.000 €	4.600.000 €
TOT U0010 ULTRAFREEZER	100.000 €	
TOT F0060 SERVIZI E ASSISTENZA	350.000 €	
TOT F0020 CHIMICHE	1.620.000 €	5.200.000 €
TOT ARR ARREDI	1.165.000 €	5.200.000 €
TOTALE	19.000.000 €	40.000.000 €

Successivamente sono stati analizzati tutti i reparti dell'azienda per verificare l'incidenza dell'incremento di ogni tipologia di prodotto.

Tipologia	Zone interessate
TOT F0010 LAF	Carpenteria, Verniciatura, Magazzino, Assemblaggio, Collaudo, Imballo, MAG PF
TOT F0030 INDUSTRIALE	Carpenteria, Magazzino, Assemblaggio, Collaudo, Imballo, MAG PF
TOT F0050 ISOLATORI	Carpenteria, Verniciatura, Magazzino, Assemblaggio, Collaudo, Imballo, MAG PF
TOT F0090 SPECIALI	Carpenteria, Verniciatura, Magazzino, Assemblaggio, Collaudo, Imballo, MAG PF
TOT F0070 RICAMBI	Magazzino, Area Ricambi/Arredi, MAG PF
TOT F0080 ACCESSORI	Carpenteria, Verniciatura, Magazzino, Assemblaggio, Collaudo, Imballo, MAG PF
TOT U0010 ULTRAFREEZER	Nessuna incidenza
TOT F0060 SERVIZI E ASSISTENZA	Nessuna incidenza
TOT F0020 CHIMICHE	Carpenteria, Verniciatura, Magazzino, Assemblaggio, Collaudo, Imballo, MAG PF
TOT ARR ARREDI	Carpenteria, Verniciatura, Area Ricambi/Arredi, magazzino prodotti finiti.

Da questa selezione è stato possibile ricavare l'incremento economico previsto per ogni singolo reparto dell'azienda.

Di seguito si riporta un esempio del calcolo dell'incremento eseguito per ogni reparto.

Carpenteria	Fatturato 2024	Fatturato obiettivo
TOT F0010 LAF	7.100.000 €	10.000.000 €
TOT F0030 INDUSTRIALE	900.000 €	2.000.000 €
TOT F0050 ISOLATORI	2.815.000 €	7.000.000 €
TOT F0090 SPECIALI	1.350.000 €	3.000.000 €
TOT F0080 ACCESSORI	2.300.000 €	4.600.000 €
TOT F0020 CHIMICHE	1.620.000 €	5.200.000 €
TOT ARR ARREDI	1.165.000 €	5.200.000 €
TOTALE	17.250.000 €	37.000.000 €

$$\text{Incremento di fatturato} = \frac{37.000.000 - 17.250.000}{37.000.000} = 114,49\%$$

Indicando con:

- $k_1 = 1 + \text{Incremento di fatturato} = \text{coefficiente moltiplicativo aree e numero di Udc}$;
- $k_2 = \text{coefficiente di sicurezza per considerare la variazione futura del mix produttivo dell'azienda}$;

Nell'esempio sul calcolo della carpenteria:

$$k_1 = 1 + 114,49 = 2,1449 ;$$

Eseguendo le stesse operazioni per tutta l'azienda si ricava:

	Incremento di fatturato	k_1	k_2
Carpenteria	114,49%	2,1449	1,1
Verniciatura	114,07%	2,1406	1,1
Magazzino	100,17%	2,0017	1,1
Area Arredi/Ricambi	232,66%	3,3265	1,1
Assemblaggio	100,17%	2,0017	1,1
Collaudo	97,70%	1,9770	1,1
Imballo	97,70%	1,9770	1,1
Magazzino PF	115,63%	2,1563	1,1
Ricambi	130,77%	2,3076	1,1

Ad oggi, l'azienda viene interamente gestita con scorta di sicurezza secondo il modello di Wilson. Questo ha agevolato il calcolo, infatti, poiché i lead time di fornitura (interno ed esterno) non variano, l'aumento di fatturato è direttamente proporzionale all'aumento della velocità di consumo dei materiali, di conseguenza si genera un pari incremento dello stock.

Il calcolo sulla necessità di stoccaggio futuro è stato effettuato prendendo i dati rilevati nella situazione AS-IS moltiplicandoli per i coefficiente k_1 e k_2 .

6.2 Analisi macchine e postazioni

Lo studio del TO-BE comprende anche la valutazione approssimata del numero di macchine, postazioni di lavorazione e stazioni di assemblaggio basata sui coefficienti precedentemente calcolati e sull'AS-IS reale.

Ipotesi del calcolo:

- Il numero degli operatori e delle macchine necessarie è basato sull'analisi dell'AS-IS attuale in cui il doppio turno non è ancora stato introdotto;

- La macchina per il taglio laser delle lamiere è utilizzata al 40% della sua potenzialità;
- Il robot saldatore è utilizzato solo il 20% delle ore totali di lavorazione disponibili;
- La piegatrice Colgar vale 0.6 a causa della ridotta velocità di produzione;
- Il dato ricavato nella tabella sottostante relativa al TO-BE fa riferimento al doppio turno di lavoro.

N° di macchine	AS-IS (1 turno)	TO-BE (2 turni)
Taglio	0,4	0,47
Piegatura	1,6	1,89
Robot	0,5	0,59

N° di postazioni	AS-IS (1 turno)	TO-BE (2 turni)
Saldatura	5	5,9
Finitura	5	5,9

N° di stazioni di assemblaggio	AS-IS (1 turno)	TO-BE (2 turni)
Produzione	13,0	14,0

L'azienda prevede inoltre l'acquisto di una macchina per il taglio laser dei tubi con un magazzino di carico automatico.

Consultando dei cataloghi, si stima un'area necessaria pari a 12,0x22,0 metri che comprende: macchina per il taglio, magazzino automatico, baia di carico tramite muletto.

Inoltre, nel calcolo del TO-BE le stazioni di assemblaggio sono state ridimensionate in ottica del perseguimento dei principi lean all'interno dell'azienda. In particolare, durante le rilevazioni le commesse standard di produzione erano composte da sei macchine da assemblare.

L'obiettivo dell'azienda nel breve termine è quello di passare a quattro macchine per commessa e se possibile, arrivare fino a due nel lungo termine. In questo modo ci si avvicina alla logica lean di one piece flow, ovvero lavorazione di lotti piccoli tendenti a uno.

Per non sottostimare l'area necessaria del nuovo stabilimento, le stazioni di assemblaggio sono state dimensionate su lotti da quattro macchine lavorate però due per volta.

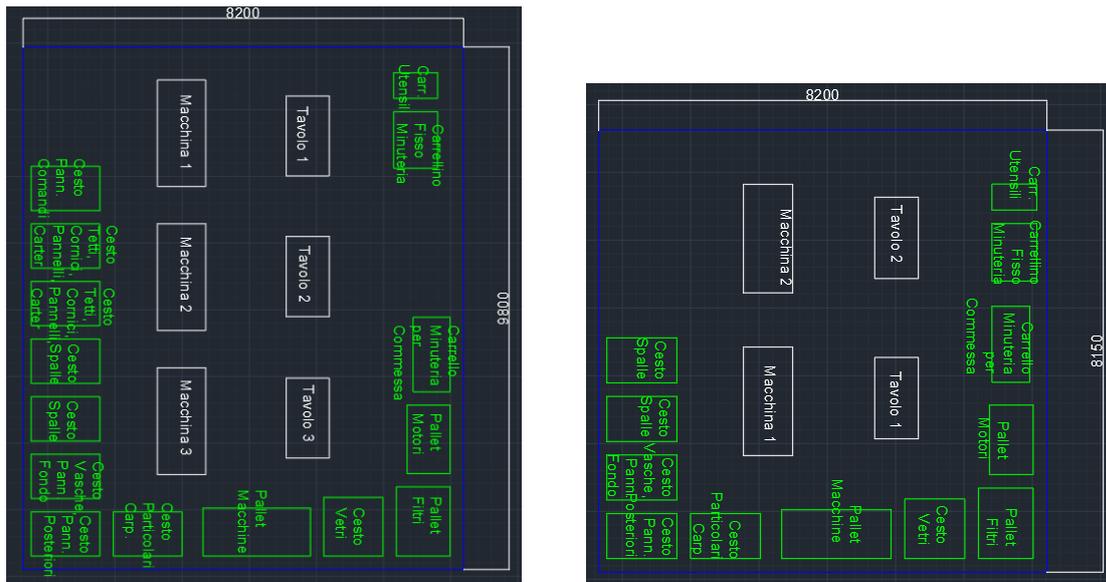


Fig. 6.1: confronto delle stazioni di assemblaggio AS-IS vs TO-BE.

6.3 Calcolo della richiesta di stoccaggio

Le ipotesi di partenza per lo studio del TO-BE coincidono con le migliori apportate nell'AS-IS ottimale:

- Due turni lavorativi;
- Stoccaggio cesti su 3 livelli;
- Zona delle minuterie con soppalco industriale.

Nel paragrafo sotto riportato, il calcolo delle aree necessarie per i vari buffer include già il dimezzamento dovuto al doppio turno.

Procedendo in ordine di flusso:

Magazzino lamiere grezze

Formato	1500x1000	1600x1000	1800x1250	1800x1500	2000x1000	2000x1500	2100x1000
Pallet	11	5	5	5	89	11	5

Formato	2100x1500	2200x1000	2500x1000	2500x1250	2500x1500	2800x1000	3000x1500	TOT.
Pallet	3	3	11	14	5	3	62	232

Buffer carpenteria

	Piegatura	Saldatura	Finitura	Verniciatura
Area (m ²)	44,8	74,44	63,35	152,18

Magazzino di carpenteria e buffer delle commesse

Mag. Carpenteria	Pallet	Pallet+	Cesti
Q.tà	336,89	184,96	966,63
Sovrapponibili	123,31	44,04	0
Particolari	310,47	28,62	0

Comm. Carpenteria	Area buffer (m ²)
Valore	205,6

Vetri

Vetri	Tre D	Tre Sg	Tre Sp	Tre D+	Tre Sg+	Tre Sp+	Tre rosso	Tre arpa	Unico
Stock	74,86	26,42	37,43	6,61	2,20	8,81	2,20	4,40	2,20
Commesse	13,21	2,20	3,30	5,50	2,20	1,10	0	0	0

Motori e filtri

	Pallet	Pallet P	Pallet M	Pallet G	Pallet G1	Pallet G2
Q.tà	438,18	134,32	220,19	48,44	8,81	13,21

Minuterie

Minuterie	Pallet	Pallet P	miniPallet	Cesti	Carrelli pieni	Carrelli vuoti
Stock	114,50	6,61	44,04	39,63	0,00	0,00
Commesse	0,00	0,00	0,00	0,00	15,56	8,81

Arredi e ricambi

Stock su scaffali	Scaffale	Scaffale profondo
N° campate	76,84	91,48

Stock a terra	Cesti	Tre D	Tre Sg	Tre Sp
Q.tà	182,96	7,32	29,27	40,25

Buffer collaudo-imballo

	Da collaudare	Incomplete	Da imballare	Totale
Area (m ²)	23,69	29,25	111,95	164,90

Imballo

Imballo	Pallet	Cesti
Q.tà	241,4	76,1

Magazzino prodotti finiti

	Smartfast	Pallet 36"	Pallet 48"	Pallet 72"	Frigoriferi	Lunghezza (m)
Macchine finite	36,97	50,02	204,42	223,99	6,52	855,31
Arredi	3,66	7,32	47,57	131,73	0	350,75
Ricambi	30,46	27,92	27,92	12,69	0	110,68
TOTALE	71,09	85,26	279,91	368,42	6,52	1316,73

6.4 Calcolo delle aree TO-BE

Il calcolo delle aree per il caso TO-BE considera gli stessi sistemi di stoccaggio analizzati nella situazione AS-IS e descritti nel capitolo 3.

I sistemi di movimentazione del materiale restano: transpallet, transpallet impilatore e carrello elevatore frontale per garantire massimo margine di sicurezza nel calcolo delle aree.

I valori sottoriportati escludono i sistemi di stoccaggio considerati nella soluzione AS-IS ottimale, dunque, riguardano tutto il necessario in più per la transizione da 19 a 40 milioni di fatturato.

Seguendo il flusso dei materiali:

Per il magazzino dei materiali grezzi, si prevede l'acquisto di sette cantilever a otto livelli (incluso il pavimento):

- 4 per le lamiere con lunghezza da 1500 fino a 2100mm;
- 2 per le lamiere da 2100 fino a 3000mm;
- 1 per i tubolari di lunghezza fino a 6000mm.

Il layout della carpenteria è stato modificato e riadattato al meglio (Fig. 6.2).

Prolungando la zona dedicata fino al pelo della copertura esterna, è stato possibile incrementare le aree a disposizione per i vari buffer ed aggiungere le macchine/postazioni mancanti calcolate.

Per il magazzino di carpenteria, si aggiungono:

- 15 corsie da 1,2x5,0 metri per lo stoccaggio dei pallet “sovrapponibili”;
- 9 U per lo stoccaggio dei cesti;
- 10 campi per lo stoccaggio dei pallet;
- 5 campi per lo stoccaggio dei pallet+ (con strabordo);
- 10 campi per lo stoccaggio dei pallet “particolari di carpenteria”.

Le caratteristiche delle scaffalature sono:

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	5
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da aggiungere	20

Campo singolo profondo	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	5
Portata per spalla (kg)	17600
Portata per coppia di correnti (kg)	4080
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	2500
Q.tà da aggiungere	5

Per il magazzino di carpenteria è stata considerata anche l'aggiunta di un ufficio (ad oggi non esistente) dedicato agli operatori di questo reparto, dunque 16,4 m² in più.

Per il buffer dedicato alle commesse di carpenteria è necessario aggiungere cinque corsie da 1,2x9,0 metri.

Per le commesse dei vetri, la soluzione proposta nell'AS-IS ottimale è sufficiente per soddisfare la necessità di stoccaggio. Dunque, è necessario considerare solo lo spazio occupato dai trespoli aggiuntivi che, stoccati seguendo una forma ad U, occuperanno un'area di 125,4 m².

Per lo stoccaggio delle Udc dedicate a motori e filtri si prevede l'aggiunta di scaffalature:

- 46 campi dedicati ai pallet, P, M;
- 4 campi dedicati ai pallet G, G1, G2;

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	4
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da aggiungere	46

Campo singolo profondo	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	4
Portata per spalla (kg)	17600
Portata per coppia di correnti (kg)	4080
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	2500
Q.tà da aggiungere	4

Per la zona dedicata alle minuterie, si aggiungono:

- 1 U per lo stoccaggio dei cestì;
- 3 campi per lo stoccaggio di pallet, minipallet e carrelli dedicati alle commesse (al livello inferiore).

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	4
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3600
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da aggiungere	3

Per gli arredi e i ricambi, è necessario aggiungere:

- 2 U per lo stoccaggio dei cestì;
- 1 U per lo stoccaggio dei trespòli contenenti i piani in gres;
- 15 campi per i pallet degli arredi e dei ricambi;
- 13 campi profondi per lo stoccaggio di pallet lunghi;

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	5
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da aggiungere	15

Campo singolo profondo	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	5
Portata per spalla (kg)	17600
Portata per coppia di correnti (kg)	4080
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	2500
Q.tà da aggiungere	13

L'imballo necessita l'aggiunta di:

- 1 U per lo stoccaggio dei cestì;
- 5 campi per lo stoccaggio dei pallet contenenti i piani di lavoro;
- 5 campi profondi per lo stoccaggio dei cartoni per l'imballo.

Campo singolo normale	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	6
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2040
Larghezza campata (mm)	3300
Profondità campata (mm)	1250
Q.tà da aggiungere	5

Campo singolo profondo	
Livelli di carico (incl. Pavimento)	5
Portata per spalla (kg)	8800
Portata per coppia di correnti (kg)	2080
Larghezza campata (mm)	3000
Profondità campata (mm)	2500
Q.tà da aggiungere	5

Per il collaudo non si necessita di aggiungere m² al buffer dedicato infatti, con il passaggio a due turni la richiesta di area risulterebbe ampiamente soddisfatta.

Per il magazzino dedicato ai prodotti finiti il dimensionamento degli scaffali è stato eseguito sul calcolo della lunghezza di ogni ripiano.

In particolare, considerando tre livelli di carico (incluso il pavimento) e una lunghezza di 22m , si necessita l'aggiunta di 14 scaffali.

Arrivati a questo punto, lo studio procede aggiungendo tutti i sistemi di stoccaggio calcolati alla soluzione AS-IS ottimale, riempiendo gli spazi lasciati liberi e ri-sistemando la carpenteria secondo opportuni criteri.

La stima delle dimensioni del nuovo stabilimento è stata effettuata sistemando tutto il materiale non entrante nel capannone attuale all'interno di un'ipotetica struttura inventata. La procedura di sistemazione è avvenuta in ordine di flusso seguendo una logica di stoccaggio che tenesse conto delle corsie di passaggio del carrello elevatore frontale.

Di seguito si riportano l'evoluzione del layout attuale e il nuovo stabile.



Fig. 6.2: evoluzione del layout per il caso TO-BE.

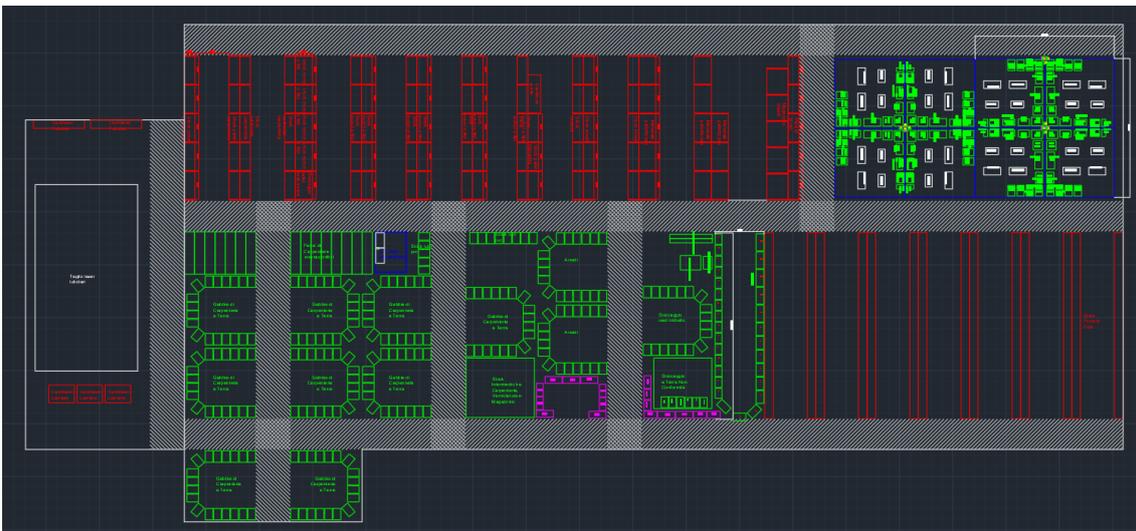


Fig. 6.3: stima delle dimensioni del nuovo capannone.

Nota: la stima delle aree è riducibile adottando sistemi di movimentazione del materiale più efficienti (possibilità di ridurre le corsie tra gli scaffali da 4,0 a 1,7 metri passando al carrello trilaterale).

In conclusione, considerando tutte le aree aggiuntive, è possibile affermare che 8000 m² sono più che sufficienti per la realizzazione del nuovo stabilimento. In particolare dallo studio emerge un fabbisogno di 6625 m².

CONCLUSIONE

Progettare il layout di un impianto industriale implica la valutazione di molteplici aspetti, sia produttivi che logistici. È fondamentale ottimizzare gli spazi, rendere più efficienti i flussi e analizzare le interazioni tra le diverse aree. In particolare, sono essenziali la flessibilità e l'attenzione ai dettagli, così come la capacità di adottare nuovi approcci, osservare con precisione lo stato attuale, capire e ascoltare le esigenze di ogni funzione aziendale sono imprescindibili per svolgere un buon lavoro.

Il lavoro descritto in quest'elaborato si è svolto in un arco temporale di 5 mesi. La necessità di reperire i dati sul campo ha influenzato tutto il corso del lavoro portando a dedicare un'ingente quantità di tempo a questa attività.

Consapevole che gli investimenti proposti risultano onerosi, le soluzioni riportate nell'AS-IS ottimale sono di fatto indispensabili per un'azienda moderna che punta alla lean manufacturing i cui obiettivi principali sono la massimizzazione dell'efficienza e la riduzione degli sprechi. In aggiunta, le soluzioni proposte sono necessarie in vista della crescita economica a cui Faster ambisce.

Gli elementi da riorganizzare e introdurre sono numerosi, ma in un periodo di forte incertezza economica è fondamentale che le imprese si tutelino e puntino all'ottimizzazione della gestione. Questo aspetto è cruciale per garantire la crescita e affrontare il futuro con una prospettiva positiva.

Bibliografia

- [1] A.Pareschi: "Impianti Industriali" - Progetto Leonardo, Società Editrice Esculapio - Bologna - 2° edizione - 2007.
- [2] A.Pareschi, E.Ferrari, A.Persona, A.Regattieri: " Logistica integrata e flessibile " - Progetto Leonardo, Società Editrice Esculapio - Bologna – 2° edizione - 2011.
- [3] G. Grappi: “Logistica” – Futura Editrice – Roma – 2016
- [4] A. Marra: “Ottimizzazione dei processi fisici e informativi di una linea di prodotto: il caso Faster” – Tesi di laurea in Manutenzione dei Sistemi di Produzione – Anno Accademico 2021/2022 – Sessione III

Sitografia

www.makeitlean.it	www.wikipedia.org
www.kanban.it	www.docs.dicatechpoliba.it
www.mmoperations.it	www.news.beta80group.it
www.problemsetting.it	www.integrosrl
www.stslab.it	www.logisticaefficiente.it
www.stslab.it	www.sap.com
www.leanmanufacturing.it	www.dasitgroup.it
www.tcemagazine.it	www.faster-air.com
www.studiobarale.it	www.topregal.it