



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**  
**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

**L'IMPORTANZA DEGLI SPAZI PER UNA CORRETTA GESTIONE DELLA  
LOGISTICA INTERNA: IL CASO DELLA SELETTRA S.R.L**

**THE IMPORTANCE OF SPACES FOR A CORRECT MANAGEMENT OF  
INTERNAL LOGISTICS: THE CASE OF SELETTRA S.R.L**

Relatore: Chiar.mo/a  
Prof. Maurizio Bevilacqua

Tesi di Laurea di:  
Andrea Moretti

**A.A. 2021/ 2022**



# INDICE

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITOLO 1: LA LOGISTICA.....</b>	<b>7</b>
1.1 DEFINIZIONE .....	7
1.2 LE AREE DELLA LOGISTICA .....	8
1.3 I FLUSSI LOGISTICI .....	9
1.3.1 I FLUSSI LOGISTICI ESTERNI.....	12
1.3.2 I FLUSSI LOGISTICI INTERNI.....	12
1.3.2.1 FLUSSI DI MATERIALI.....	13
1.3.2.2 FLUSSI DI AUTOMEZZI.....	14
<b>CAPITOLO 2: I MAGAZZINI .....</b>	<b>15</b>
2.1 LE TIPOLOGIE DI MAGAZZINO .....	16
2.1.1 MAGAZZINI DI CONSOLIDAMENTO.....	16
2.1.2 MAGAZZINI DI CROSS DOCK.....	17
2.1.3 MAGAZZINI DI BREAK BULK.....	17
2.2 IMMAGAZZINAMENTO DELLE UNITÀ DI CARICO.....	18
2.2.1 SOVRAPPOSIZIONE DIRETTA DELLE UNITÀ DI CARICO.....	18
2.2.2 SCAFFALATURE.....	19
2.2.2.1 SCAFFALATURE A RIPIANI.....	19
2.2.2.2 SCAFFALATURE DRIVE IN.....	20
2.2.2.3 SCAFFALATURE DINAMICHE.....	22
2.2.2.4 SCAFFALATURE FLOW RAIL.....	22
2.2.2.5 SCAFFALATURE PER PICKING CON	

COMMISSIONATORI.....	23
2.2.2.6 SCAFFALATURE COMPATTABILI.....	24
2.2.2.7 SOPPALCHI.....	25
2.2.2.8 PASSERELLE.....	25
2.2.2.9 MAGAZZINI A CAROSELLO.....	26
2.2.2.10 SCAFFALATURE CANTILEVER.....	26
2.2.2.11 MAGAZZINI INTENSIVI AUTOMATIZZATI.....	27
2.3 GLI INDICATORI DI MAGAZZINO .....	28
2.4 LA PROGETTAZIONE .....	32
2.4.1 LE INFORMAZIONI NECESSARIE.....	34
2.4.2 LA PROGETTAZIONE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO.....	35
2.5 IL PICKING .....	39
2.5.1 LE CLASSIFICAZIONI.....	39
2.5.2 LE LOGICHE DI PICKING.....	43
2.5.3 LE MODALITÀ DI PERCORRENZA.....	45
<b>CAPITOLO 3: I LAYOUT .....</b>	<b>48</b>
3.1 LE TIPOLOGIE.....	48
3.1.1 LAYOUT PER PRODOTTO.....	48
3.1.2 LAYOUT PER PROCESSO.....	49
3.1.3 LAYOUT CELLULARE.....	50
3.1.4 LAYOUT A POSTAZIONE FISSA.....	51
3.1.5 LAYOUT IBRIDO.....	51
3.2 LE FASI TEMPORALI DELLA SCELTA DI UN LAYOUT .....	52
3.3 IL PROGETTO DEL LAYOUT.....	52

3.3.1 ANALISI P-Q.....	53
3.3.2 ANALISI DEL FLUSSO DEI MATERIALI.....	54
3.3.3 ANALISI DEI RAPPORTI FRA LE ATTIVITÀ.....	58
3.3.4 PROGRAMMI DI CALCOLO PER LA SCELTA DEL LAYOUT.....	60
3.3.4.1 ALDEP.....	60
3.3.4.2 CORELAP.....	61
3.3.4.3 CRAFT.....	62
3.4 SCELTA DEL LAYOUT OTTIMALE.....	63
<b>CAPITOLO 4: LA SELETTRA SRL .....</b>	<b>67</b>
4.1 IL PROCESSO PRODUTTIVO .....	68
4.1.1 LE MATERIE PRIME.....	68
4.1.2 IL SEMILAVORATO.....	71
4.1.3 IL PRODOTTO FINITO.....	73
4.2 IL FLUSSO LOGISTICO.....	75
4.2.1 L'APPROVVIGIONAMENTO.....	75
4.2.2 L'ARRIVO DEI MATERIALI.....	76
4.2.3 LO STOCCAGGIO.....	78
4.2.4 LA PRODUZIONE.....	78
4.2.5 L'ASSEMBLAGGIO E L'INVIO AL CLIENTE.....	80
4.3 GLI SPAZI ATTUALI .....	81
<b>CAPITOLO 5: LA MANCANZA DI SPAZI .....</b>	<b>83</b>
5.1 L'ANALISI DI MAGAZZINO .....	83
5.1.1 MAGAZZINO S03.....	85
5.1.2 MAGAZZINO S04.....	88

5.1.3 STRUTTURA TELONATA T.....	90
5.2 L'ANALISI DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE.....	91
5.2.1 STABILIMENTO PRODUTTIVO S01.....	93
5.2.2 STABILIMENTO PRODUTTIVO S02.....	95
5.3 CONSIDERAZIONI.....	97
<b>CAPITOLO 6: L'AMPLIAMENTO PRODUTTIVO .....</b>	<b>99</b>
6.1 IL NUOVO LAYOUT DI S01 .....	100
6.2 IL NUOVO LAYOUT DI S02 .....	101
6.3 STABILIMENTO S05.....	101
6.3.1 ALTERNATIVA A.....	102
6.3.2 ALTERNATIVA B.....	103
6.3.3 ALTERNATIVA C.....	104
6.3.4 ALTERNATIVA D.....	105
6.3.5 ALTERNATIVA E.....	107
6.4 VALUTAZIONE ALTERNATIVE CON SUPERDECISION.....	108
6.4.1 STRUTTURA GERARCHICA.....	108
6.4.2 INSERIMENTO DEI PESI.....	110
6.4.3 LA CLASSIFICA FINALE.....	114
6.5 SVILUPPI FUTURI .....	114
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....</b>	<b>116</b>
<b>RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>117</b>

## INTRODUZIONE

I sistemi logistici, con le infrastrutture, i processi e le strategie hanno un'importanza fondamentale nella vita economica di un'impresa. Proprio per questa loro rilevanza nel ciclo economico ed industriale, negli ultimi venti anni si è assistito ad una continua serie di innovazioni relative alle strategie industriali, alle opzioni organizzative, ai processi aziendali ed ai sistemi gestionali. Lo scopo di tutti i cambiamenti verificatisi nei diversi processi della logistica è sempre stato quello di contribuire in misura rilevante all'abbassamento dei livelli di costo del ciclo produttivo e distributivo, per aumentare la competitività in un mercato sempre più complesso.

La continua e costante tensione verso il raggiungimento di questi obiettivi ha portato ad un'analoga attenzione verso tutti gli elementi di costo di ciascuna fase del processo logistico, inducendo una serie di ottimizzazioni tecnico-organizzative, ben supportate da una tecnologia sempre più efficace e disponibile a basso costo. Si tratta allora di ripensare l'azienda per renderla capace di individuare e ridurre al minimo le attività a basso valore aggiunto, di analizzare ed eliminare gli sprechi, di ottimizzare i processi interni, di soddisfare le aspettative del cliente, di perseguire il "miglioramento continuo".

L'obiettivo di questa tesi sarà quello di illustrare l'importanza degli spazi nella rimozione delle inefficienze del processo logistico. Per razionalizzare lo stoccaggio, i layout e il flusso dei materiali è fondamentale avere a disposizione strutture ed aree della giusta dimensione, compatibilmente con la grandezza del proprio business.

La tesi è composta da 6 capitoli e sarà divisa in due parti: i primi tre capitoli forniranno le basi teoriche per comprendere al meglio le analisi che verranno effettuate nei successivi tre, dedicati all'attività di tirocinio svolta in azienda, la Selettra srl.

In particolare, nel primo capitolo verranno fornite le nozioni essenziali riguardanti la logistica. Nel secondo verranno trattate le tematiche relative ai magazzini, illustrando i vari sistemi di stoccaggio, la progettazione e le logiche di picking. Nel terzo invece si parlerà di layout, dalle varie tipologie fino alla procedura di scelta della planimetria ottimale. Con questo si concluderà la parte teorica della tesi e si aprirà quella dedicata all'attività di tirocinio svolta in azienda.

Il quarto capitolo, infatti, sarà dedicato alla presentazione della Selettra Srl, focalizzando l'attenzione sul processo produttivo, sul flusso di materiali e sulle strutture attualmente disponibili.

Nel quinto capitolo verrà fatta un'analisi complessiva dei magazzini e degli stabilimenti produttivi al fine di evidenziare le problematiche attuali derivanti dalla mancanza di spazio.

Infine, nel sesto capitolo verrà preso in esame il progetto di realizzazione di un nuovo stabilimento, illustrando lo stato attuale delle analisi che si stanno svolgendo a riguardo.



## CAPITOLO 1: LA LOGISTICA

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"; per i greci, infatti, i due concetti erano strettamente collegati ed espressi con la stessa parola.

Da *lógos* deriva anche "logica", cioè lo studio delle argomentazioni ed il modo in cui risultano corrette, quindi tale termine, come si vede, si rifà allo stesso concetto di "ordine".

### 1.1 DEFINIZIONE

Secondo la definizione data dall'Associazione Italiana di Logistica (AILOG), essa è *"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 definizione data dalla Society Of Logistic Engineers, (SOLE) la logistica è *"arte e scienza dell'organizzazione, della progettazione e dell'attività tecnica riguardante i requisiti, la definizione, la fornitura e le risorse necessarie a supportare obiettivi, piani ed operazioni"*.

In definitiva, possiamo dire che la logistica è la disciplina che si occupa di descrivere e studiare il trasporto di merce e prodotti da un luogo all'altro nei tempi previsti, nel modo più efficiente possibile e al minor costo possibile e comprende anche la gestione dei processi di scambio dei dati e informazioni relative al trasporto. Secondariamente, comprende anche la gestione dell'immagazzinamento della merce nei magazzini e alcuni elementi di commercio internazionale (esportazione e importazione) e tecnica

doganale, siccome bisogna produrre determinati documenti e effettuare determinati pagamenti per sdoganare la merce, ammesso che siano presenti (ad esempio nell'Unione europea non sono previsti dazi e tariffe doganali da pagare siccome, dentro i suoi confini politici, esiste un'unione doganale).

Infine, comprende anche l'individuazione di problematiche nel flusso logistico tale per cui aumentano costi logistici in termini di tempo e denaro: pertanto, contiene anche elementi di ottimizzazione e di risoluzione dei problemi.

## **1.2 LE AREE DELLA LOGISTICA**

Secondo la Society of Logistics Engineers (SOLE) la logistica ha sei aree:

- la logistica industriale (*business logistics*), che in un'azienda industriale ha come obiettivo la gestione fisica, informativa ed organizzativa del flusso dei prodotti dalle fonti di approvvigionamento ai clienti finali;
- la logistica dei grandi volumi (*bulk logistics*), che riguarda la gestione e la movimentazione di grandi quantità di materiali sfusi, generalmente materie prime (e.g. petrolio raffinato, carbone, cereali, farina, olio, cotone, tabacco, caffè, cacao, minerali, terre rare e simili commodity);
- la logistica di progetto (*project logistics*), che riguarda la gestione ed il coordinamento delle operazioni di progettazione e realizzazione dei sistemi complessi (quali grandi opere e infrastrutture, centrali elettriche, ecc.);
- la logistica di supporto (*RAM logistics*), che riguarda la gestione di prodotti ad alta tecnologia (linee aeree con aerei ed elicotteri o altri sistemi

complessi) per i quali siano essenziali affidabilità, disponibilità e manutenibilità.

- la logistica di ritorno/logistica inversa (*reverse logistics*), che è 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 riguadagnare valore da prodotti che hanno esaurito il loro ciclo di vita.
- la logistica militare, che è l'ambito in cui storicamente è nato il concetto originale di logistica.

Nell'ambito della gestione d'impresa, quando si parla di logistica si fa riferimento esclusivo alla logistica industriale o, con una dizione più moderna e corretta, alla logistica integrata.

### **1.3 I FLUSSI LOGISTICI**

La logistica integrata è il processo di pianificazione, organizzazione e controllo delle attività finalizzate all'efficiente ed efficace gestione del flusso:

- delle merci dai punti di acquisizione delle materie prime
- dei prodotti in corso di lavorazione attraverso il processo produttivo dell'azienda
- dei prodotti finiti sino al cliente finale
- delle informazioni relative allo scopo di soddisfare le esigenze dei clienti.

Da quanto affermato emerge chiaramente come i flussi aziendali possano essere suddivisi in flussi fisici e flussi informativi.



Fig. I.1

Il flusso fisico è l'aspetto operativo della logistica e comprende il trasporto, la movimentazione negli impianti e lo stoccaggio di materie prime, semilavorati e prodotti finiti. Il valore aggiunto su di esso è generato dalla riduzione dei costi di trasporto, di stoccaggio (efficienza che porta a minori costi) e da maggiori opportunità di mercato sia dal punto di vista degli acquisti che delle vendite (efficacia che porta a maggiori ricavi).

Il flusso fisico comprende le funzioni di:

- approvvigionamento
- supporto alla produzione
- distribuzione
- recupero

che vengono realizzate attraverso attività di trasporto, stoccaggio e movimentazione negli impianti.

Il flusso informativo invece riguarda l'informazione sulla domanda (vendite, prodotti, mercati), la pianificazione logistica, i programmi di produzione e il piano dei fabbisogni di materiali (informazioni per l'approvvigionamento).

Ottimizzare e razionalizzare tali flussi è indispensabile nelle aziende moderne per il raggiungimento di obiettivi di efficienza, razionalità, profitto e quindi di competitività

(la razionalizzazione consente infatti di ridurre i costi di trasporto, stoccaggio e movimentazione), soprattutto considerando il livello di concorrenza del mercato odierno caratterizzato da:

- Internazionalizzazione che comporta una crescita della concorrenza tra le imprese non solo a livello nazionale ma anche internazionale
- Riorganizzazione della produzione con la concentrazione in pochi luoghi produttivi destinati a servire più paesi e in cui sfruttare a pieno le economie di scala e di specializzazione delocalizzando parti/ fasi del processo produttivo, sia nel paese di origine, sia in paesi terzi dotati di vantaggi a livello di costo (in particolare costo del lavoro)
- Aumento delle specializzazioni
- Frammentazione dei cicli produttivi
- Aumento delle quantità trasportate
- Riduzione del ciclo di vita dei prodotti
- Gamma di prodotti in forte crescita
- Maggiore frequenza nel lancio di nuovi prodotti
- Compressione dei tempi di risposta alla domanda in quanto nei nuovi sistemi produttivi guidati dalla domanda il vantaggio competitivo si conquista rispondendo con rapidità alle pressioni dei clienti e mantenendo un rapporto qualità/ prezzo superiore in virtù di un attento controllo dei costi
- Incremento della frequenza delle consegne
- Crescente esigenza di puntualità

In un contesto di questo tipo la logistica assume quindi un ruolo più articolato e complesso rispetto al passato dato il suo forte impatto sul costo finale del bene, sulla qualità del servizio offerto e quindi sui ricavi ottenibili; essa risulta essere una funzione *super partes* di mediazione che ha l'obiettivo di ottimizzare l'intera impresa. Per rispondere alle nuove esigenze, le aziende si sono rivolte all'ICT<sup>1</sup> e si sono affidate all'esternalizzazione che permette di “variabilizzare” i costi.

### **1.3.1 FLUSSI LOGISTICI ESTERNI**

I flussi logistici esterni si possono dividere in: flusso di alimentazione e flusso di distribuzione. Il flusso di alimentazione riguarda la circolazione di materie e materiali di consumo dal fornitore al magazzino. Il flusso di distribuzione, invece, concerne la movimentazione dei prodotti finiti o semilavorati dal magazzino al cliente finale.

Il trasporto per il prelievo e la distribuzione dei prodotti gioca un ruolo fondamentale nella logistica in quanto mediamente assorbe la più alta percentuale dei costi rispetto ad ogni altra attività; le principali decisioni riguardano la scelta della modalità di trasporto, il consolidamento dei materiali stoccati, la pianificazione del carico dei veicoli e l'individuazione dei percorsi ottimali. Nello specifico, ottimizzare i percorsi significa ridurre i tempi di transito e di conseguenza il valore della merce presso i magazzini (di partenza e di destinazione) e lungo il tragitto, fatto questo che conduce ad una razionalizzazione dei costi.

### **1.3.2 FLUSSI LOGISTICI INTERNI**

Quando si parla di flussi interni è possibile distinguere tra il flusso di materiali che vengono prima stoccati e poi prelevati non appena richiamati dalla linea produttiva, e

---

<sup>1</sup> ICT: Information and Communication Technology

il flusso di mezzi che transitano all'interno del comprensorio per la consegna delle materie prime o il ritiro del prodotto finito. Di seguito una trattazione più dettagliata.

### **1.3.2.1 FLUSSI DI MATERIALE**

La gestione dei flussi di materiale coinvolge una molteplicità di aspetti:

- I) Definizione o ridefinizione del processo produttivo
- II) Disegno o ridisegno del layout aziendale
- III) Progettazione o riprogettazione del magazzino interno.

Un'attività strategica che deve essere svolta dalla totalità delle aziende è la definizione e la manutenzione del processo produttivo vero e proprio; al fine di creare valore per il cliente finale, infatti, è fondamentale che periodicamente vengano valutate opportunità di semplificazione e reingegnerizzazione dello stesso.

La semplificazione di un processo è volta a:

- Realizzare una produzione più flessibile e più efficace
- Ridurre le scorte
- Ridurre i tempi di attraversamento
- Ridurre il lead time

La reingegnerizzazione di un processo, invece, è volta a:

- Passare dal presidio alla risoluzione dei problemi
- Considerare le attività e le fasi dei processi
- Superare la visione funzionale
- Distinguere i processi primari da quelli secondari
- Porre al centro il cliente e la creazione di valore

La variazione dei volumi coinvolti nelle gestioni logistiche, le anagrafiche mutevoli dei prodotti e la numerosità degli articoli, comportano la necessità di effettuare

modifiche dei processi logistici e di conseguenza, molto spesso, anche dei layout interni per l'approntamento dei prodotti. Tutto ciò vale sia nel caso di definizione di un nuovo stabilimento, che per l'analisi del layout di uno stabilimento esistente.

Nel caso di un nuovo stabilimento è di estrema importanza effettuare un'analisi dei costi di ciascuna soluzione o ipotesi di layout prima di procedere con la sua realizzazione. È dimostrato infatti che i costi di movimentazione interna dipendono, in larga parte, dalle scelte fatte in fase di prima stesura del layout di massima.

Nel caso di riorganizzazione del layout interno uno studio accurato consente di scegliere tra le varie ipotesi quella più efficiente in termini di utilizzo dei mezzi di movimentazione, di tempistica di approntamento in ingresso e uscita, e di stoccaggio. Critico per la gestione dei flussi risulta poi il magazzino, dove la merce di continuo entra ed esce, tanto che la sua gestione è ormai attività specialistica né più né meno d'ogni altra attività commerciale ed industriale.

#### **1.3.2.2 FLUSSI DI AUTOMEZZI**

Sempre maggiore è il numero di aziende che pongono attenzione alla razionalizzazione dei transiti all'interno del proprio comprensorio al fine di conseguire obiettivi specifici:

- I) Incrementare la sicurezza interna
- II) Fluidificare i flussi di traffico
- III) Abbattere i tempi (quindi talvolta i costi) di percorrenza
- IV) Ridurre l'inquinamento
- V) Creare un ambiente ordinato ed esteticamente gradevole



## CAPITOLO 2: I MAGAZZINI

Il magazzino è una struttura logistica che, insieme alle attrezzature di stoccaggio e movimentazione, alle risorse umane e gestionali, consente alle aziende di ricevere, conservare e distribuire (o smistare) i materiali. Tali flussi solitamente sono coordinati e questo è uno dei motivi per i quali si ricorre allo stoccaggio.

Le principali funzioni dei magazzini sono:

- Contenere le scorte dei materiali
- Permettere il riassortimento dei materiali
- Permettere la formazione di nuovi lotti differenti per articolo e/o quantità
- Smorzare le irregolarità dei consumi
- Smorzare le irregolarità dei ricevimenti
- Ottenere flessibilità rispetto alle variazioni del mix produttivo e dei volumi
- Agevolare la distribuzione ed i trasporti
- Ovviare alla inaffidabilità degli impianti
- Attuire problemi dovuti a non conformità dei prodotti
- Cautelarsi per la variabilità della domanda
- Cautelarsi da fornitori non affidabili

Ogni azienda ha bisogno di un magazzino, sia che essa svolga un'attività industriale oppure commerciale, e gestire bene il proprio magazzino procura un vantaggio competitivo, sia in termini di servizio al cliente, sia nella performance economica dell'impresa. I magazzini a sostegno della produzione e quelli a supporto della distribuzione sono identici dal punto di vista operativo, in quanto i processi che

avvengono al loro interno sono uguali. Le differenze riguardano la rete logistica, i mercati serviti e la dimensione dei volumi movimentati. Una sostanziale differenza fra un'azienda manifatturiera e una esclusivamente commerciale è che, mentre la prima necessita di tre tipologie distinte di magazzino: uno per le materie prime, uno per i semilavorati e uno per i prodotti finiti, l'impresa commerciale ha bisogno di un unico magazzino in cui sostano solamente i prodotti finiti.

## 2.1 LE TIPOLOGIE DI MAGAZZINI

### 2.1.1 MAGAZZINI DI CONSOLIDAMENTO

Un magazzino di consolidamento è utilizzato per combinare carichi multipli in un carico unitario verso il cliente. In figura una schematizzazione del processo:

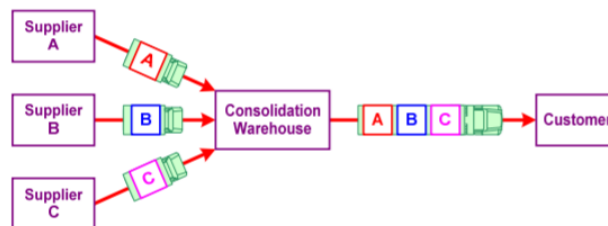


Fig. II.1

Il consolidamento delle merci è un'operazione fondamentale che serve per rendere più efficiente l'uso dello spazio e la gestione dei trasporti. Le merci possono essere infatti spedite in due modi:

- Invio di un carico completo: in questo caso un solo cliente occupa l'intero spazio di un rimorchio o di un container, ad esempio.
- Groupage: si aggruppano carichi provenienti da diversi mittenti allo scopo di riempire completamente il vettore.

Il consolidamento delle merci riduce i costi di invio, soprattutto quando si parla di spedizioni internazionali o invii che devono coprire lunghe distanze. Il groupage è quindi una tecnica che permette alle imprese che non hanno un volume di spedizioni elevato di inviare i proprio prodotti con costi relativamente contenuti.

### 2.1.2 MAGAZZINI DI CROSS-DOCK

Un magazzino di tipo cross-dock viene utilizzato per combinare il trasporto di merce in modo che spedizioni a pieno carico possano essere effettuate per tutti i trasporti dai fornitori ai clienti. Si disaggregano le forniture in entrata e vengono raggruppate quando sono in uscita verso i clienti. In figura una schematizzazione del processo.

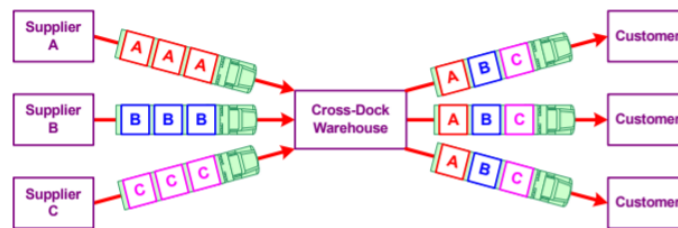


Fig. II.2

### 2.1.3 MAGAZZINI DI BREAK-BULK

In presenza di un magazzino multi-mercato una spedizione di tipo TL (Truck Load) su lunga distanza proveniente dal fornitore è suddivisa in carichi di minore dimensione che vengono inviati su brevi distanze ai clienti finali. Sono normalmente ubicati nelle vicinanze o presso ogni mercato di maggiore dimensione. In figura una schematizzazione del processo:

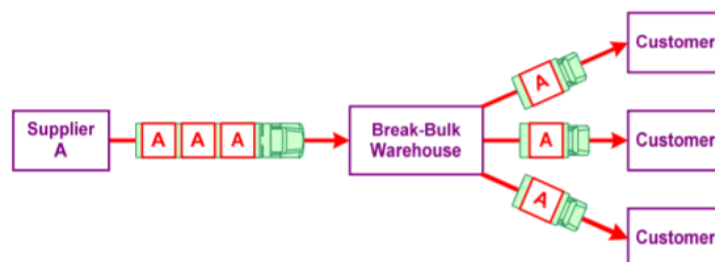


Fig. II.3

## **2.2 IMMAGAZZINAMENTO DELLE UNITÀ DI CARICO**

Con unità di carico o UdC si intende l'unità di base di stoccaggio e trasporto posizionata su un supporto o imballaggio modulare (cassa, pallet, contenitore ecc.) al fine di ottenere una movimentazione efficace. L'unità di carico che si andrà a stoccare in un magazzino influenza la scelta delle soluzioni logistiche e determina il progetto dell'impianto.

L'immagazzinamento delle unità di carico può avvenire in due modi:

### **2.2.1 SOVRAPPOSIZIONE DIRETTA DELLE UNITÀ DI CARICO**

Tipica per materiali leggeri e non danneggiabili movimentabili con carrelli elevatori o transpallet a forche. Forma e dimensione delle UdC possono non consentire pile di sufficiente stabilità ed altezza.

I pallet vengono accatastati in blocchi monoprodotto separati dai corridoi necessari per la movimentazione. Al crescere delle dimensioni dei blocchi migliora la saturazione superficiale ma peggiora il livello di selettività. Lo sviluppo in altezza della catasta richiede la sovrapposibilità dei pallet (si possono ottenere in tal caso buoni coefficienti di utilizzazione superficiale). Questo sistema risulta il più flessibile ed il meno costoso in quanto non presuppone l'acquisto di nessuna attrezzatura e la superficie dedicata alla catasta può velocemente essere resa disponibile.

## 2.2.2 SCAFFALATURE

In questo caso possiamo prendere in esame una vasta tipologia di scaffalature possibili:

### 2.2.2.1 SCAFFALATURE A RIPIANI

È la scaffalatura porta pallet convenzionale. È idonea per quei magazzini in cui è necessario stoccare prodotti pallettizzati di molteplici tipologie. I vantaggi più evidenti di un magazzino convenzionale sono:

- Favorire la movimentazione delle merci, poiché si può accedere direttamente a ciascun pallet senza dover muovere o spostare gli altri.
- Perfetto controllo degli stock; ogni vano vuoto è un pallet.
- Massima adattabilità a qualsiasi tipo di carico, sia per peso che per volume.

La distribuzione normalmente si effettua con scaffalature laterali ad accesso mono-fronte e scaffalature centrali ad accesso bifronte. La larghezza delle corsie e l'altezza dell'ultimo livello di carico dipendono dalle caratteristiche dei carrelli o mezzi di sollevamento, e dalle dimensioni del magazzino.



Fig. II.4

Per poter stoccare un numero maggiore di pallet e in base al peso e al numero dei pallet per tipo, si possono montare scaffalature con profondità doppia che permettono di stoccare un pallet davanti all'altro in ciascun lato della corsia. L'accesso diretto si ha

solo ai primi pallet, per cui questo sistema è consigliato solo per prodotti con elevati quantitativi di pallet per tipologia in modo da evitare di raddoppiare in numero le movimentazioni e quindi i tempi.

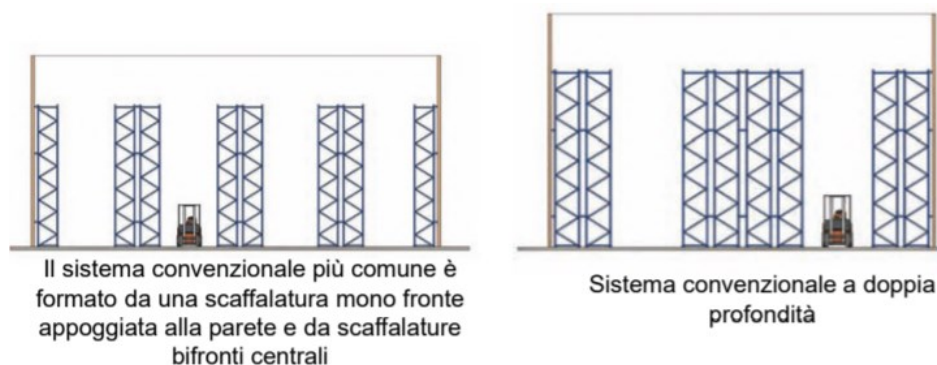


Fig. II.5

Per definire la corsia libera minima tra i carichi è necessario conoscere il tipo e il modello del carrello elevatore. L'altezza libera tra i livelli di carico si ottiene come: altezza del pallet + altezza del carico + la tolleranza. Anche le altezze di sollevamento sono diverse a seconda del tipo di carrello

#### 2.2.2.2 SCAFFALATURE DRIVE IN

Il sistema drive-in è stato progettato per immagazzinare prodotti omogenei, con un gran numero di pallet per articolo. È il sistema che permette il massimo utilizzo dello spazio disponibile, sia in superficie sia in altezza. È composto da una scaffalatura che forma una serie di tunnel interni di carico, con binari di appoggio per i pallet.

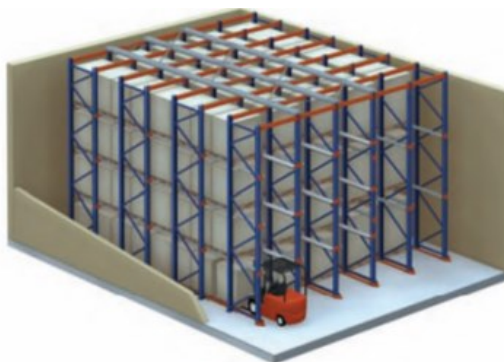


Fig. II.6

I carrelli entrano in questi tunnel interni con il carico elevato al di sopra del livello in cui va depositato.

Ogni tunnel di carico è dotato, su entrambi i lati, di binari di appoggio disposti a diversi livelli, sui quali si depositano i pallet. La grande resistenza dei materiali che costituiscono questo tipo di scaffalature consente l'immagazzinaggio di carichi molto pesanti. Generalmente, il sistema drive-in ammette tanti tipi di articoli quanti sono i tunnel di carico esistenti. La quantità di pallet dipenderà dalla profondità e dall'altezza dei tunnel di carico. È consigliabile che tutti i prodotti immagazzinati in un tunnel di carico siano dello stesso articolo, per evitare movimentazioni non necessarie dei pallet. La capacità d'immagazzinaggio del sistema drive-in è superiore a quella dei porta pallet convenzionali.

Esistono, tuttavia, due modi per gestire il carico nel sistema drive-in:

- Drive-in tradizionale: Le scaffalature fungono da magazzino di deposito. Dispongono di una sola corsia di accesso, dove il carico e lo scarico vengono eseguiti in ordine inverso. La logica usata è quella LIFO<sup>2</sup>.
- Drive through: In questo caso, il carico viene gestito utilizzando le scaffalature come magazzino distributore, con due accessi al carico, uno su ciascun lato della scaffalatura (il tunnel è accessibile da entrambe le estremità, da una parte si entra per caricare e dall'altra per scaricare). La logica usata è quella FIFO<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> LIFO: Last In First Out, cioè le ultime merci entrate saranno anche le prime ad uscire

<sup>3</sup> FIFO: First In First Out, cioè le prime merci entrate saranno anche le prime ad uscire

### 2.2.2.3 SCAFFALATURE DINAMICHE

Le scaffalature dinamiche per lo stoccaggio di prodotti pallettizzati sono strutture compattabili dotate di rulliere disposte in leggera pendenza per consentire il movimento dei pallet. I pallet vengono inseriti dalla parte più alta delle rulliere e si muovono per gravità e a velocità controllata fino a giungere all'estremità opposta pronti per essere estratti. La logica usata è quella FIFO.



Fig. II.7

Esistono anche scaffalature dinamiche di tipo push-back in cui la merce viene caricata e scaricata dalla stessa corsia. Il primo pallet viene depositato nella prima ubicazione di ogni tunnel; con il carrello si inserisce il secondo pallet, che spinge quello precedente in modo da occuparne la posizione, e così via. Naturalmente, l'ultimo pallet a entrare è il primo a uscire. In questo caso la logica è LIFO.

### 2.2.2.4 SCAFFALATURE FLOW RAIL

Particolarmente adatta allo stoccaggio di merci collocate su pallet in legno, consente lo spostamento delle singole unità di carico mediante l'utilizzo di meccanismi a catena dentata. La gestione avviene con logica LIFO. Analogamente al magazzino a gravità pesante in contropendenza, necessita di un unico fronte sia per il carico che per lo scarico dei pallet.



### 2.2.2.5 SCAFFALATURE PER PICKING CON COMMISSIONATORI

Le operazioni di picking mediante macchine che preparano gli ordini o commissionatori facilitano all'operatore tutti i suoi compiti giacché l'aiutano ad accedere ai livelli e trasportano la merce. La cabina con l'operatore sale insieme alle forche e si ferma all'altezza di lavoro.



Fig. II.8

I vantaggi più importanti sono:

- Massimo sfruttamento dell'altezza.
- Accesso facile e rapido a qualsiasi merce.
- La stessa macchina trasporta il carico e l'operatore.
- Minimo sforzo nell'accedere al prodotto stoccato, giacché l'operatore si colloca all'altezza adeguata.
- Gran capacità di carico delle macchine, cosa che favorisce la preparazione multipla o il raggruppamento degli ordini.
- La stessa macchina può depositare la merce nelle zone di groupage.
- Il riapprovvigionamento si effettua usando la stessa macchina.

Ogni modello di macchina richiede un tipo di binario ed una larghezza di corsia differente. La larghezza della corsia è definita dalla distanza tra le guide e la distanza fra i livelli di carico.

#### **2.2.2.6 SCAFFALATURE COMPATTABILI**

L'impianto compattabile è costituito da scaffalature metalliche porta pallets fissate su basi mobili scorrevoli su rotaie incassate a pavimento. Si elimina lo spazio superfluo mantenendo un unico corridoio di accesso creato opportunamente all'interno del blocco di elementi mobili in corrispondenza del fronte di scaffali sul quale deve essere effettuata l'operazione di deposito-prelievo del pallet.



Fig. II.9

L'apertura del corridoio nella posizione desiderata può avvenire manualmente, agendo sul fronte di ciascun scaffale mobile, oppure in semiautomatico premendo un pulsante su una tastiera a bordo carrello elevatore, nella versione più evoluta, interfacciando il sistema con un PC che aziona automaticamente il comando di apertura e movimentazione delle basi mobili e contemporaneamente trasmette in real time in radiofrequenza al carrellista, dotato di opportuno terminale radio, le informazioni necessarie in sequenza ottimizzata.

### 2.2.2.7 SOPPALCHI

I soppalchi permettono di sfruttare al massimo l'altezza utile di un locale, duplicandone o triplicandone la superficie, e di creare aree dedicate a magazzini, guardaroba, uffici, ecc. L'installazione di un soppalco rappresenta la migliore soluzione per sfruttare lo spazio disponibile. È possibile occupare tutta la superficie o sfruttare solo le zone più alte del locale.

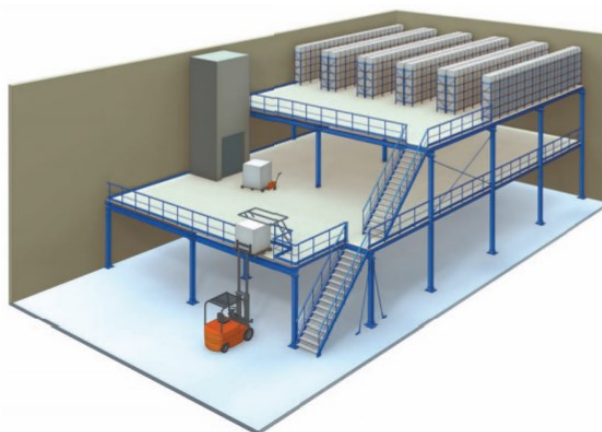


Fig. II.10

### 2.2.2.8 PASSERELLE

L'importanza di sfruttare al massimo lo spazio del magazzino richiede soluzioni che permettano di accedere ai livelli più alti. Una di queste soluzioni consiste nell'installare scaffalature alte con uno o vari livelli di passerelle o corridoi sopraelevati appoggiati nelle scaffalature stesse. Si accede ai diversi livelli di passerelle con scale adeguatamente posizionate in funzione dell'accessibilità e della sicurezza.

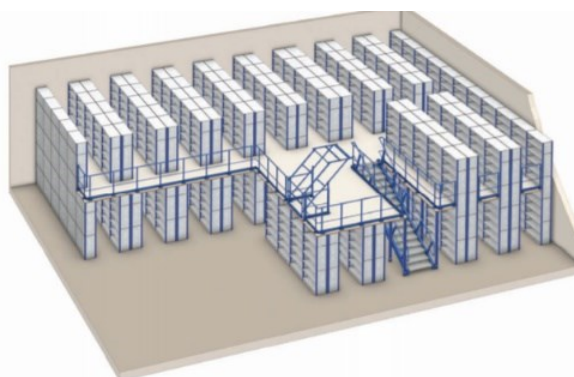


Fig. II.11

### 2.2.2.9 MAGAZZINI A CAROSELLO

La scaffalatura è rotante e quando il pacco arriva in posizione l'operatore può prelevare. Ci possono essere anche due punti di accesso, uno di deposito e uno di prelievo.

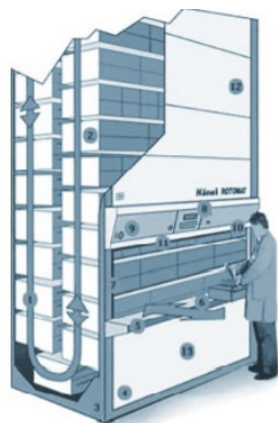


Fig. II.12

È possibile trovarlo sia in strutture verticali (come in figura), sia in strutture orizzontali. I principali usi sono: preparazione degli ordini, attrezzaggio di parti per l'assemblaggio, assemblaggio progressivo con stazioni di montaggio posizionate lungo il carosello ecc.

### 2.2.2.10 SCAFFALATURE CANTILEVER

Sono ideali per il magazzinaggio di pezzi di grande lunghezza o con misure variabili come, ad esempio, profilati metallici, tubi, listelli, tavole di legno, lastre metalliche o di materiale plastico, ecc. Si tratta di un sistema composto essenzialmente da colonne, formate da un profilato verticale e uno o due profilati orizzontali posti alla base per conferire stabilità. A queste colonne si fissa una serie di bracci sporgenti sopra i quali si deposita il carico. La movimentazione del carico può essere effettuata manualmente, quando il peso è ridotto, o con carrelli e mezzi di sollevamento adeguati quando si tratta di oggetti pesanti.

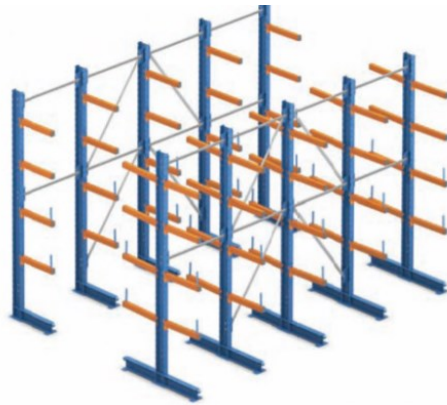


Fig. II.13

### **2.2.2.11 I MAGAZZINI INTENSIVI AUTOMATIZZATI**

Un magazzino intensivo è costituito da una serie di scaffalature, trasloelevatori in grado di muoversi fra gli scaffali ed effettuare le operazioni di prelievo ed immissione. I magazzini automatici a trasloelevatore sono la soluzione perfetta per quegli impianti in cui le altezze iniziano a essere importanti e in cui è richiesto un certo grado di intensità delle operazioni. I magazzini automatici a trasloelevatore sono infatti in grado di movimentare (e stoccare) diverse tipologie di merce: da colli di dimensioni ridotte a pallet, passando anche per merce fuori forma. In generale, la logica di impiego di un magazzino automatico a trasloelevatore è quella del goods to man, ossia la merce che va verso l'operatore, sgravandolo da operazioni dispendiose in termini di tempo e di fatica. Il che significa che il lavoro duro viene fatto dall'automazione e l'operatore, dotato di postazioni funzionali ed ergonomiche, lavora in un'ottica di efficienza. Con i magazzini automatici, infatti, e più in generale con l'automazione, si eliminano i tempi morti di percorrenza, l'ambiente risulta più sicuro e, in generale, il rendimento delle persone è più costante.

I trasloelevatori non sono tutti uguali e vengono normalmente selezionati in base alla capacità di carico che devono sopportare, alle dimensioni del magazzino, alla sua altezza massima e ai tempi richiesti dallo stoccaggio.

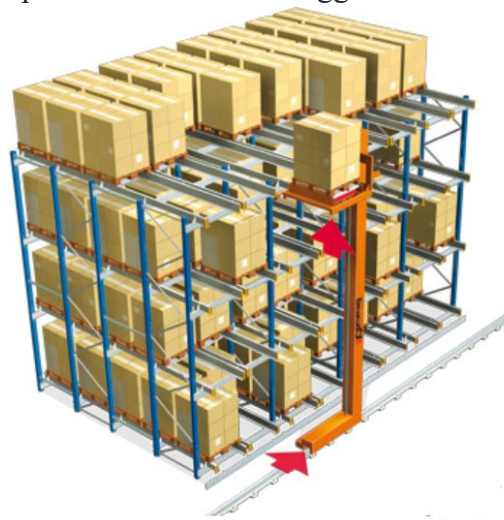


Fig. II.14

### 2.3 GLI INDICATORI DI MAGAZZINO

Gli indicatori di magazzino sono valori sintetici espressi sotto forma di percentuali o *ratio*<sup>4</sup> elaborati in base alle caratteristiche uniche di ogni impianto. In un magazzino vengono usati principalmente per:

- Controllare l'evoluzione di un processo determinato in un arco di tempo preciso.
- Prendere decisioni strategiche basate sui numeri e vincolate a una funzione.
- Analizzare l'andamento del magazzino in relazione agli obiettivi presenti e futuri.

Gli indicatori che si possono utilizzare sono molteplici, tra i principali possiamo elencare:

---

<sup>4</sup> Ratio: rapporto

- **Indice di selettività:**

La selettività rappresenta uno dei parametri per valutare le prestazioni di un sistema di stoccaggio ed è definita come il rapporto tra il numero di Unità di Carico direttamente accessibili e la capacità di stoccaggio installata. Essa, quindi, può assumere valori compresi tra 0 (escluso) e 1 (incluso). Pertanto, se la selettività è pari a 1 è possibile accedere direttamente ad ogni singola UdC, ottenibile con scaffalature a singola profondità. Mentre se la selettività è minore di uno vuol dire che non tutte le UdC sono accessibili direttamente e quindi, in alcuni casi, sarà necessario spostarne alcune per poter prelevare quelle necessarie. Le scaffalature drive in sicuramente presenteranno selettività minore di uno.

$$S = \frac{\text{UdC accessibili direttamente}}{\text{UdC totali}}$$

- **Indice di saturazione superficiale**

È dato dal rapporto tra la superficie realmente utilizzata per lo stoccaggio delle unità di carico e la superficie totale dell'area dedicata allo stoccaggio dei materiali. Permette di conoscere il reale utilizzo della superficie delle aree di stoccaggio disponibili dall'azienda. L'indice deve tendere ad uno, in modo da sfruttare al massimo gli spazi dedicati allo stoccaggio della merce.

$$IS = \frac{\text{Superficie utilizzata}}{\text{Superficie totale}}$$

- **Indice di saturazione volumetrica**

È dato dal rapporto tra il volume realmente utilizzato per lo stoccaggio delle unità di carico e il volume totale dell'area dedicata allo stoccaggio dei materiali.

Permette di conoscere il reale utilizzo del volume delle aree di stoccaggio disponibili dall'azienda.

$$Iv = \frac{\text{Volume utilizzato}}{\text{Volume totale}}$$

- **Indice di saturazione delle scaffalature**

La saturazione degli scaffali misura il livello di carico delle scaffalature. Nei magazzini dove la superficie scaffalata utilizza una parte importante della superficie del magazzino è utile calcolare anche questo indice, anche perché solitamente è più facile calcolarlo rispetto all'indice volumetrico.

La capacità totale può essere espressa in numero di ubicazioni disponibile a scaffale, magari facendo distinzione sulla tipologia di locazione:

- ubicazione porta pallet
- ubicazioni per contenitori utilizzati in magazzino
- cassette
- ubicazioni cantilever
- altro..

In fase di progettazione del magazzino è importante tenere a mente questo dato, e quindi usarlo per ottimizzare la disposizione dei posti vuoti. Il numero totale dei posti disponibili può variare a seconda del tipo di scaffalatura utilizzata e delle modalità di stoccaggio. Di seguito una formula:

$$\text{Indice saturazione scaffalature} = \frac{\text{N}^\circ \text{ ubicazioni occupate}}{\text{N}^\circ \text{ ubicazioni disponibili}}$$



- **Indice di rotazione**

L'indice di rotazione di un determinato articolo esprime il numero di volte in cui, in un certo periodo di tempo, il materiale si "rinnova" o "ruota" in magazzino. Ad esempio, un indice di rotazione annuale pari a 3 significa che il materiale ruota tre volte in dodici mesi: dopo un primo carico a magazzino ed un successivo scarico, vi è un secondo ricevimento con conseguente scarico ed infine un terzo carico e scarico.

Un elevato numero dell'indice di rotazione significa che le scorte ruotano molte volte (o velocemente); un indice di rotazione basso, significa invece che le scorte rimangono più "ferme" o ruotano più lentamente.

L'indice di rotazione si può calcolare in due modi, cioè a quantità:

$$IR_q = \frac{\text{Quantità venduta annua (unità/anno)}}{\text{Giacenza media (unità/anno)}}$$

oppure a valore:

$$IR_v = \frac{\text{Vendite annue (€/anno)}}{\text{Giacenza media (€/anno)}}$$

Parlare di indice di rotazione equivale a parlare di tempo di giacenza media di un articolo, conoscendo l'indice di rotazione si riesce a sapere quanto tempo quel prodotto rimane in media in magazzino dal suo ricevimento fino alla vendita:

$$\text{Tempo medio di permanenza: } \frac{365}{IR}$$

Conoscendo le rotazioni di ogni materiale si possono allocare a magazzino i materiali in maniera tale da minimizzare gli spostamenti per i prelievi, seguendo la regola banale di posizionare gli alto-rotanti in aree facilmente accessibili e più vicine.

Se pensiamo ad un magazzino a scaffali, si potrebbe pensare di posizionare gli alto rotanti più in basso.

- **Indice di movimentazione**

Corrisponde al numero di prelievi, anche relativi a unità di carico non complete. Tiene conto di eventuali ricircoli e può, pertanto, differire dal flusso di unità in uscita.

$$IM_{i,T} = (UdC\ movimentate)_{i,T^*}$$

In cui l'indice  $i$  indica l'articolo e  $T^*$  il periodo di riferimento.

- **Indice di accesso**

Rappresenta il numero medio di accessi nel periodo fissato relativi a un singolo vano ed è quindi proporzionale alla probabilità che un accesso generico sia riferito al vano considerato

$$IA_{i,T} = (IM_i / Celle\ dedicate_i)_{T^*}$$

In cui l'indice  $i$  indica l'articolo e  $T^*$  il periodo di riferimento.

## 2.4 LA PROGETTAZIONE

Nei magazzini manuali per unità di carico, in genere, è possibile individuare diverse aree funzionali:

- Area di ricevimento e accettazione della merce: in cui vengono scaricate le materie prime e i prodotti in arrivo, accompagnati dal Documento di Trasporto (DDT) che contiene il dettaglio del materiale trasportato. In fase di scarico avviene un primo rapido controllo che permette di verificare che la consegna sia corretta;
- Area di controllo qualità: in cui un campione rappresentativo della merce viene verificato con maggiore accuratezza: se i prodotti rispettano le specifiche vengono stoccati ed entreranno in produzione, in caso contrario vengono

posizionati in un'apposita scaffalatura per essere rispediti al fornitore attivando la procedura di non conformità della merce;

- Area di stoccaggio: ossia l'area principale in cui il materiale viene posizionato, con o senza scaffalatura, dove si fa l'inventario e la verifica della giacenza della merce, confrontandola con i dati informatici presenti in azienda. Da quest'area possono partire le spedizioni di intere unità di carico dello stesso codice e lotto;
- Area di picking: è il termine con cui si indica la zona destinata al prelievo frazionato dei singoli colli. Quest'area è alimentata da quella di stoccaggio con le unità di carico intere; quando viene confermato l'ordine del cliente, il magazziniere, dotato della lista di prelievo corrispondente, avvia la sua missione di prelevamento dalle diverse unità di carico mono-prodotto. L'attività di picking è sempre associata a quella di refilling, ossia il ripristino/rifornimento delle unità di carico ove si è verificato il prelievo;
- Area di imballo e spedizione: è lo spazio dedicato alle attività di pesatura, filmatura ed etichettatura del pallet. Una volta che il pallet è pronto qui si redige la documentazione per il trasporto e tramite le baie di carico si spedisce la merce al destinatario della merce. Un esempio di posizionamento delle aree funzionali di un magazzino con flusso lineare è rappresentato nella figura seguente:

seguinte:

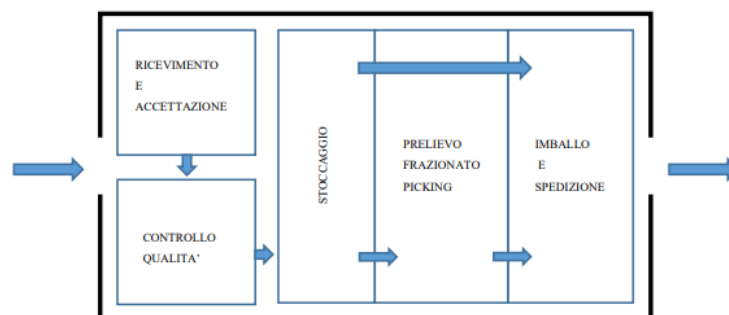


Fig. II.15

### 2.4.1 INFORMAZIONI NECESSARIE

Per la progettazione di un magazzino occorre conoscere:

- Le caratteristiche generali: riguardano il settore merceologico, la collocazione nella rete logistica, tipologia di magazzino (centrale, periferico, distributivo, transit point ecc.), localizzazione, vincoli urbanistici, caratteristiche del fabbricato, espansione futura ecc.
- Le caratteristiche del prodotto: riguardano la densità, durabilità, deperibilità, esigenze di climatizzazione, infiammabilità, tossicità e aggressività.
- Informazioni sulle UdC: tipo e dimensione dei pallet, dimensioni e peso dell'unità di carico, dimensione e peso dei colli, numero di colli per pallet, sovrapposibilità dei cartoni e/o dei pallet
- Potenzialità ricettiva: numero di voci a magazzino, giacenza minima, media, massima (espressa in UdC) per ogni voce, potenzialità ricettiva richiesta per le diverse classi a differente indice di rotazione
- Entità dei flussi dei materiali: indice di rotazione delle voci a magazzino, ripartizione delle voci in classi a differente indice di rotazione, incidenza di ciascuna classe sul flusso complessivo di materiali, dimensione e frequenza dei lotti in arrivo
- Informazioni sul picking: occorre conoscere le caratteristiche degli ordini, n° ordini al giorno, colli per ordine, incidenza percentuale di ordini urgenti
- Informazioni sul ricevimento merci: numero medio e massimo di unità di carico in arrivo per giorno, controlli, incidenza delle operazioni di

ripallettizzazione, tipologia degli automezzi in arrivo, frequenza di arrivo dei mezzi

- Informazioni sulle spedizioni: occorre conoscere dimensione e portata degli automezzi, ripartizione dei carichi, tipologia di imballi, unità spedite nell'unità di tempo
- Necessità di servizi ausiliari: uffici, officine manutenzione, aree di carico ecc.

#### **2.4.2 LA PROGETTAZIONE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO**

I valori richiesti di potenzialità ricettiva <sup>5</sup>e potenzialità di movimentazione <sup>6</sup>sono noti. A partire da questi si procede alla progettazione della zona di stoccaggio, che possiamo suddividere in fasi:

- I) Scelta della tipologia di layout e posizionamento dei punti di input e output. Le scaffalature possono essere posizionate in senso longitudinale oppure trasversale rispetto al punto di I/O. Per quanto riguarda il posizionamento del punto di I/O possiamo avere due casi:
  - L'ingresso e l'uscita dalla zona di stoccaggio coincidono in un unico punto.
  - Le posizioni di input e output sono distribuite lungo il fronte della zona di stoccaggio.

---

<sup>5</sup> La potenzialità ricettiva di un'area di stoccaggio rappresenta la misura della sua "capacità statica" totale: quante unità di carico si riesce ad ospitare, in situazione di massima saturazione e nelle condizioni ideali di utilizzo dello spazio. È un dato di input della progettazione.

<sup>6</sup> La potenzialità di movimentazione è un parametro che esprime la "capacità dinamica" del magazzino e può essere espresso in termini quantitativi come numero massimo di unità di carico in transito (throughput) attraverso l'impianto di stoccaggio nell'unità di tempo. È un dato di input della progettazione

II) Determinazione della forma ottimale: l'obiettivo è quello di stabilire il rapporto ottimale fra larghezza U e profondità V minimizzando la percorrenza attesa del mezzo di movimentazione. L'area A sarà  $A = U \times V$

In base a dove è posizionato il punto di I/O, il valore atteso del percorso di andata e ritorno dalla posizione di I/O è:

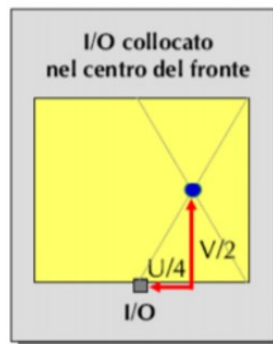
$$\text{Percorrenza attesa (A + R): } P = 2 \cdot \left( \frac{U}{k} + \frac{V}{2} \right)$$

Per trovare la relazione ottima tra U e V possiamo fare la derivata di P e porla uguale a zero:

$$\frac{dP}{dU} = 0 \rightarrow \frac{d\left(\frac{U}{k} + \frac{A}{2U}\right)}{dU} = 0 \rightarrow \frac{1}{k} - \frac{A}{2U^2} = 0 \rightarrow U_{ott} = \frac{k}{2} V_{ott}$$

Possiamo avere 3 casi differenti a seconda del posizionamento del punto I/O:

- I/O collocato nel centro del fronte:



$$P = 2(U/4 + V/2)$$

$$\rightarrow U_{ott} = 2V_{ott}$$

Fig. II.16

- I/O collocato nel vertice del fronte:



$$P = 2(U/2 + V/2)$$

$$\rightarrow U_{ott} = V_{ott}$$

Fig. II.17

- I/O distribuito lungo il fronte:



$$P = 2(U/3 + V/2)$$

$$\rightarrow U_{\text{ott}} = 1,5V_{\text{ott}}$$

Fig. II.18

III) Determinazione del numero di livelli di stoccaggio: il numero massimo di livelli di stoccaggio (NL) del magazzino è funzione dell'altezza massima di sollevamento delle forche del carrello e dell'altezza utile dell'edificio

IV) Dimensionamento del modulo unitario: il modulo unitario è l'elemento che replicato consente di riprodurre l'intera zona di stoccaggio

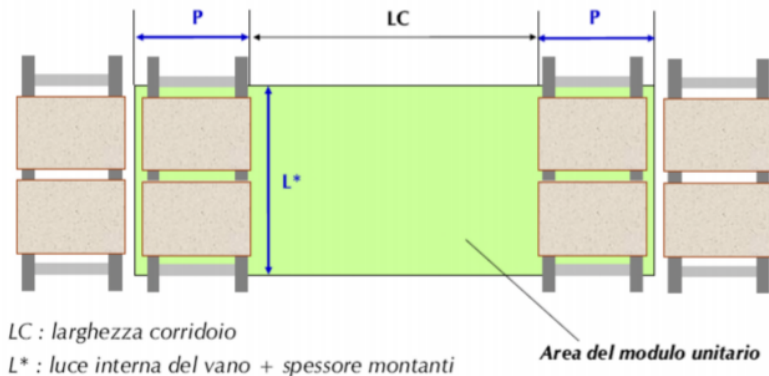


Fig. II.19

L'area del modulo unitario sarà:

$$A = (2P + LC) \cdot L^*$$

V) Determinazione della superficie necessaria:

Si parte dal calcolo del coefficiente di utilizzazione superficiale (CUS)

$$CUS = \frac{\text{Numero di UdC stoccate}}{\text{Area del modulo unitario}} \text{ [UdC/m}^2\text{]}$$

Successivamente si procede a calcolare l'area della zona di stoccaggio come rapporto tra la potenzialità ricettiva richiesta e il CUS:

$$A = \frac{PR}{CUS} [m^2]$$

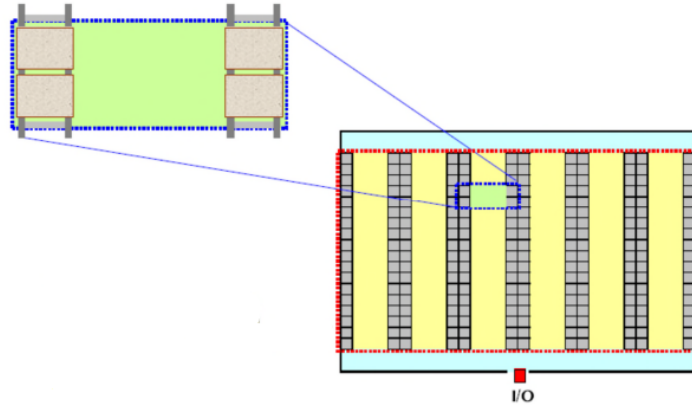


Fig. II.20

VI) Determinazione del numero di corridoi (NC): è indicatore del numero di volte che il magazzino si replica in larghezza:

$$U = NC \cdot (LC + 2 \cdot P) \quad [m]$$

$$NC = \frac{U_{ott}}{LC + 2P}$$

VII) Determinazione del numero di colonne di vani (NV): è indicatore del numero di volte che il magazzino si replica in profondità:

$$V = NV \cdot L \quad [m]$$

$$NV = \frac{PR}{2 \cdot k \cdot NC \cdot NL}$$

VII) Determinazione della potenzialità ricettiva effettiva:

$$PR_{eff} = 2 \cdot NC \cdot NV \cdot k \cdot NL$$



## 2.5 IL PICKING

Il picking è il prelievo frazionato di unità di carico di livello inferiore da unità di carico di livello superiore (es. prelievo di colli da pallet, di pezzi da scatole) al fine di allestire un ordine. Rappresenta uno dei costi maggiori dell'attività di magazzinaggio.

### 2.5.1 LE CLASSIFICAZIONI

È possibile suddividere i sistemi di picking in due tipologie, cioè manuali o automatizzati.

Quelli manuali si possono suddividere al loro volta in:

- **Sistemi “operatore verso materiali”**

L'operatore effettua una missione di prelievo nell'area di picking guidato da una distinta cartacea o da un terminale in radiofrequenza.

Tale sistema può essere utilizzato per UDC di grosse dimensioni poste in scaffalatura porta-pallet o canali a gravità (settore meccanico, alimentare, tessile...).

Ma può essere applicato anche ad UDC di piccole dimensioni poste in scaffalature a mensole, canali a gravità o cassettiere (settore elettronico, farmaceutico, abbigliamento...).

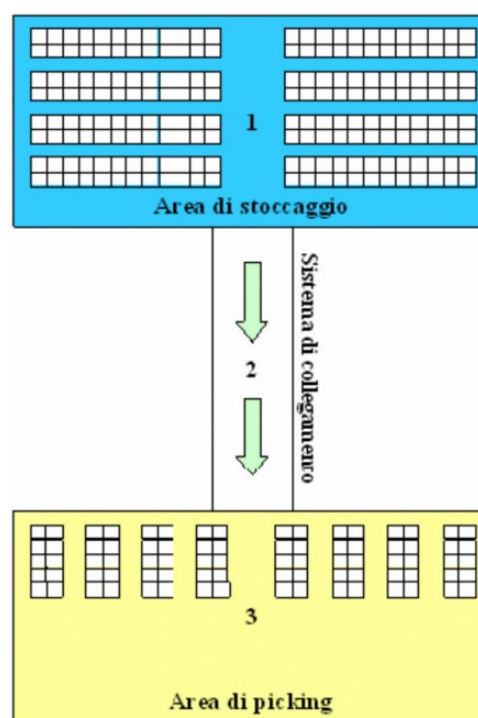


Fig. II.21

L'operatore può utilizzare un carrello a mano, motorizzato oppure può essere a bordo di un traslo-elevatore.

- **Sistemi “materiali verso operatore”**

Le UDC vengono prelevate da stock e arrivano nelle baie di picking e presentate in sequenza all’operatore il quale preleva il quantitativo specificato sulla packing list su terminale fisso. Il prelevato si dispone su pallet, roll container o carrelli.

Le UDC sono quindi reimmesse a stock o espulse.

Vengono usate per UDC di grandi dimensioni (prelievo da deposito automatizzato o prelievo

da deposito servito da carrelli a forche), o UDC di piccole dimensioni (caroselli verticali/orizzontali, AS/RS, vertical storage system).

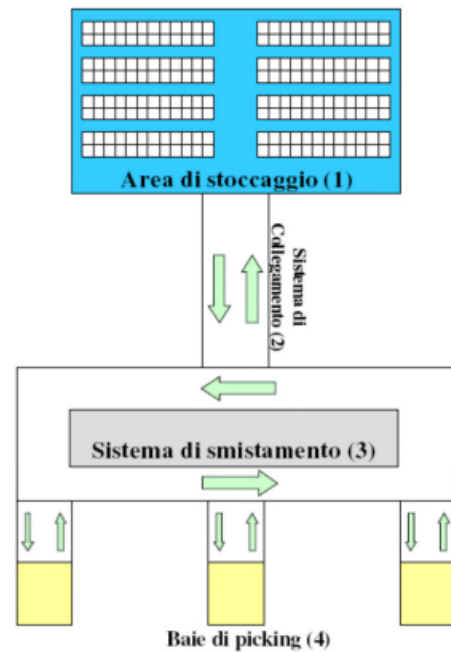


Fig. II.22

- **Sistemi di sorting**

Si prelevano dal reparto di stoccaggio intensivo delle UdC necessarie per il soddisfacimento dei vari ordini.

Successivamente c’è il trasferimento delle UdC all’area di prelievo, dove generalmente rimangono fino ad esaurimento dello stock. Uno o più operatori presenti in quest’area prelevano dall’area di picking un batch consistente di ordini e pongono il quantitativo prelevato su un secondo sistema di

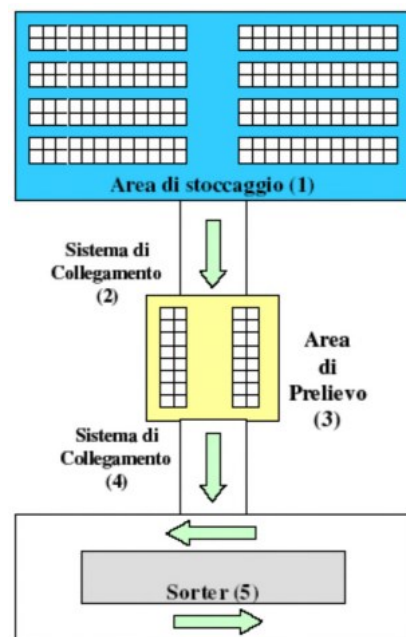


Fig. II.23

collegamento operante fra l'area di prelievo e l'area adibita alle operazioni di sorting (gli elementi prelevati vengono ripartiti fra i vari ordini).

- **Sistemi pick to box**

Ad ogni operatore viene assegnata una zona di prelievo all'interno dell'area di picking: le zone di prelievo sono collegate da un convogliatore (4) su cui scorrono contenitori, ciascuno corrispondente (parzialmente o completamente) a un ordine cliente (logica di prelievo "order picking").

L'operatore inserisce nel contenitore gli articoli prelevati dalla sua zona e il contenitore passa alla zona successiva.

Non è necessario uno smistamento a fine linea per singolo pezzo prelevato, ma è

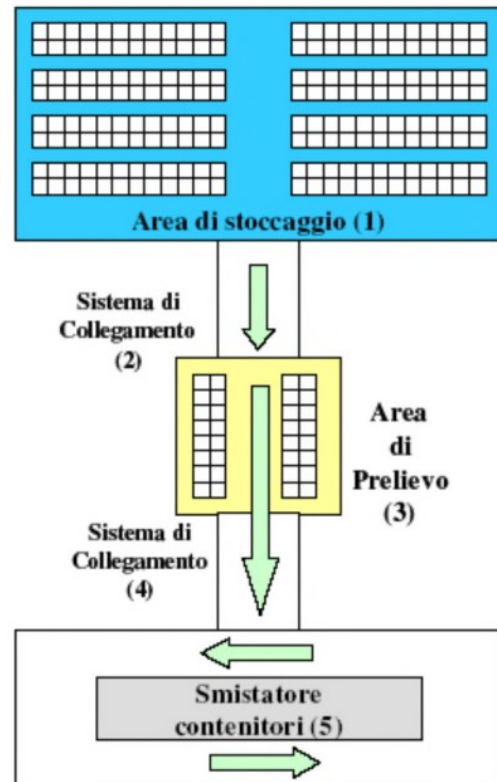


Fig. II.24

sufficiente essere in grado di smistare i contenitori in base alla destinazione, essendo l'ordine già allestito.

Possibilità di "guidare" l'operatore durante il prelievo con l'utilizzo di lista cartacea inserita nel contenitore, terminali RF o voice, display luminosi (sistema "picktolight": si accende la luce dello scaffale quando l'operatore passa).

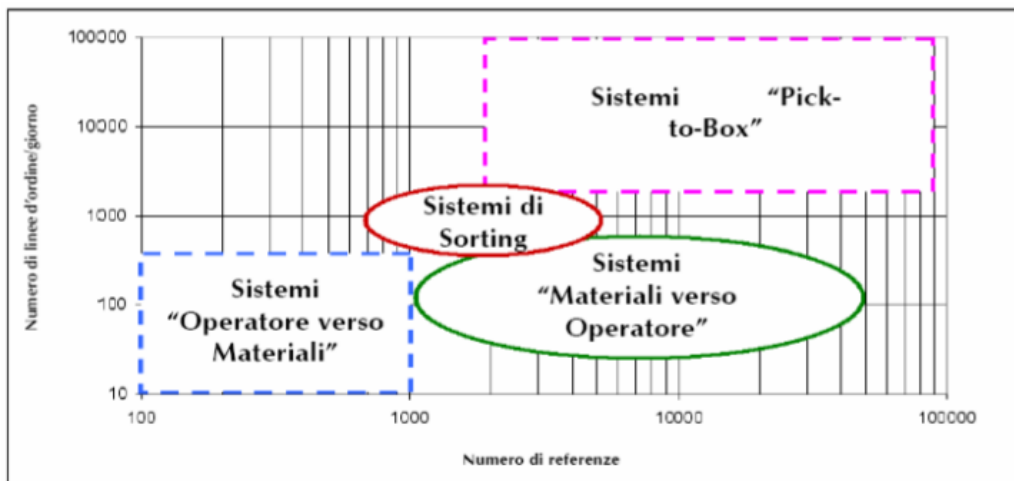
Nei sistemi di picking automatizzati, invece, possiamo trovare robot antropomorfi o cartesiani o i dispenser a "V" o ad "A". Questi ultimi lasciano cadere i prodotti sopra

ad un nastro trasportatore che li porta nelle stazioni di sorting in cui viene formato l'ordine.

Si usano per articoli di piccole dimensioni, articoli di medio-alta movimentazione di forma parallelepipedica regolare.

La scelta di una tipologia di picking piuttosto che un'altra è molto importante. È possibile riassumere la scelta ottimale attraverso i grafici seguenti:

**Dimensione dell'ordine inferiore a 0,5 m<sup>3</sup>**



**Dimensione dell'ordine superiore a 0,5 m<sup>3</sup>**

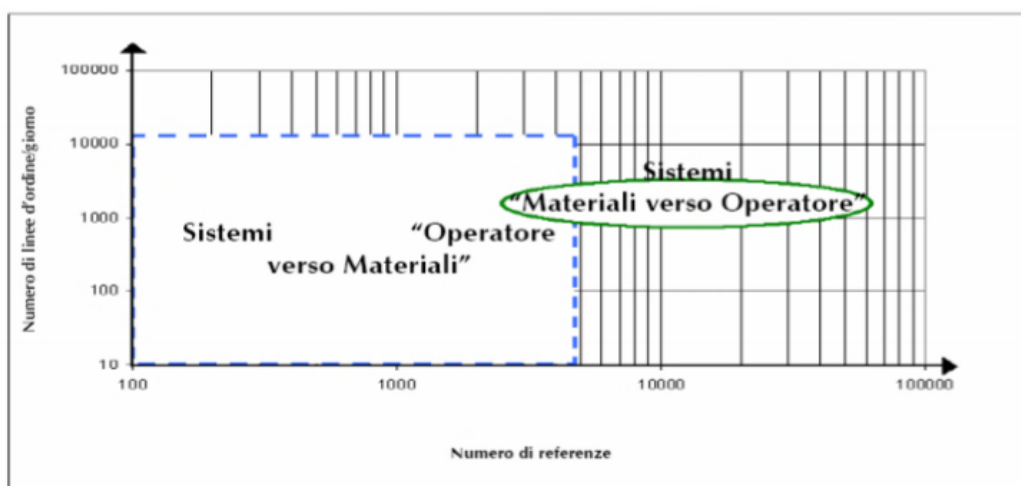


Fig. II.25

## 2.5.2 LE LOGICHE DI PICKING

È possibile individuare tre logiche di picking:

- **Order picking**

La missione del singolo operatore riguarda l'evasione di un ordine completo o di una frazione di ordine di un determinato cliente.

- **Batch picking**

La missione dei singoli operatori riguarda l'evasione di un lotto di ordini completi o un lotto di frazioni di ordini riguardanti più clienti. In altre parole, si raggruppano le righe d'ordine di più clienti e si preleva tutto in un unico blocco per poi risuddividerli fra i vari clienti mediante un'attività di sorting differito manuale o automatizzato. Si potrebbe fare anche un sorting contestuale al prelievo tramite carrelli commissionatori.

Vantaggi:

- Incremento della densità dei prelievi (riduzione della distanza media tra due punti di prelievo consecutivi);
- Raggruppando nel batch più linee d'ordine dello stesso articolo si riduce il numero di fermate e il tempo di prelievo nel caso di pezzi di dimensioni tali da poter essere presi più di uno alla volta;
- Incremento dello spazio utilizzato del contenitore di picking e conseguente riduzione del numero di missioni;
- Riduzione degli errori di prelievo in quanto con il sorting si introduce un ulteriore controllo

Svantaggi:

- Maggiore tempo e spazio per il sorting
- Maggiore complessità gestionale (assegnazione delle missioni agli operatori)
- Possibilità di introdurre errori di scambio destinazione

I parametri rilevanti nella scelta fra Order Picking e Batch Picking sono il volume dell'ordine, la rilevanza del tempo di percorrenza, modalità di sorting e numero di ordini in un batch.

- **Zone picking**

Il sistema di picking viene suddiviso in zone presidiate da operatori diversi. Gli obiettivi sono ridurre i percorsi dell'operatore e bilanciare il carico di lavoro fra gli operatori.

Le missioni possono essere assegnate per zone prefissate o definite dinamicamente.

Vantaggi:

- Facilità nella ricerca degli articoli e nella individuazione della sequenza ottimale dei punti di prelievo (sistemi manuali)
- Riduzione del volume dell'ordine relativo ad ogni singolo operatore: possibilità di aumentare il batch di ordini evasi congiuntamente ed i relativi vantaggi
- Riduzione del tempo totale di evasione dell'ordine nel caso di picking parallelo (N.B. Tempo aggiuntivo di consolidamento).

Svantaggi:

- Richiede attività di consolidamento (area e tempo)
- Aumento dell'area di smistamento con la dimensione batch

### 2.5.3 LE MODALITÀ DI PERCORRENZA

L'obiettivo sarebbe quello di definire un percorso per l'operatore che, partendo dal punto di I/O tocchi tutti i punti di prelievo dentro al magazzino e ritorni al punto di I/O minimizzando lo spazio o i tempi di percorrenza. Di fatto, questo è un problema di commesso viaggiatore. Tuttavia, sarebbe difficile implementare un problema di programmazione lineare di volta in volta, pertanto, l'obiettivo non è quello di cercare una soluzione ottima, ma cercare una soluzione che sia ragionevole allo scopo. Ricordando che la percorrenza all'interno del corridoio di lavoro viene definita interna e la percorrenza nei corridoi di collegamento viene definita esterna, possiamo definire diverse tipologie di percorso:

- **Percorso trasversal**

In questo caso l'operatore entra nel corridoio in cui deve effettuare i prelievi e li percorre interamente, uscendo dalla parte opposta a quella di entrata. Un esempio è riportato nella figura seguente

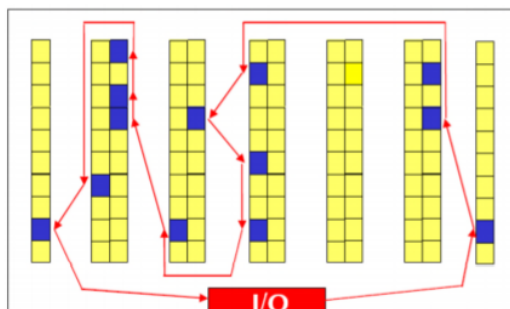


Fig. II.26

- **Percorso return**

In questo caso l'operatore entra nei corridoi in cui deve effettuare i prelievi e percorre ciascun corridoio fino alla posizione di prelievo più lontana, ritorna indietro ed esce dallo stesso corridoio di collegamento da cui è entrato.

Un esempio è rappresentato nella figura seguente:

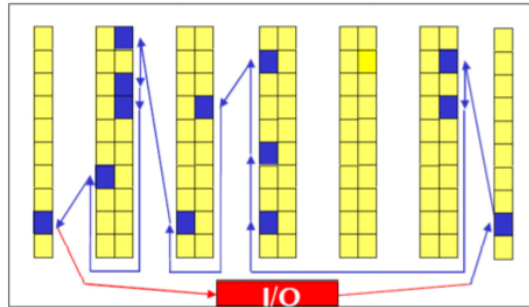


Fig. II.27

- **Percorso mid point return**

L'area di picking viene divisa in due parti tagliando a metà i corridoi di lavoro. In ciascuna parte l'operatore effettua prelievi con percorsi di tipo return. La missione viene completata da due percorsi di tipo trasversal che vengono effettuati nel primo corridoio da visitare a sinistra e nell'ultimo da visitare a destra, rispetto al fronte di I/O.

Un esempio è rappresentato nella figura seguente:

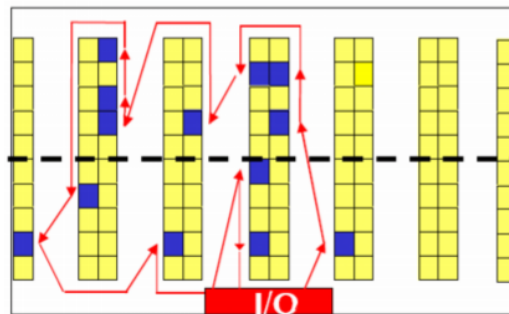


Fig. II.27

- **Percorso largest gap return**

Per ciascun corridoio, in cui occorre effettuare prelievi, si determina il largest gap, ossia la massima fra le seguenti distanze:

- Dal punto di ingresso nel corridoio alla prima posizione di prelievo
- Fra ciascuna posizione di prelievo e quella contigua



- Fra l'ultima posizione di prelievo ed il punto di uscita dal corridoio

L'obiettivo è quello di non fa percorrere al picker il largest gap dei corridoi da visitare (salvo i due corridoi estremi). A seconda dei casi, il picker accederà a ciascun corridoio da visitare da uno o da entrambi i corridoi di collegamento, effettuando percorsi di tipo return. La missione è completata da due percorsi di tipo trasversal nei corridoi estremi. Un esempio è riportato nell'immagine seguente:

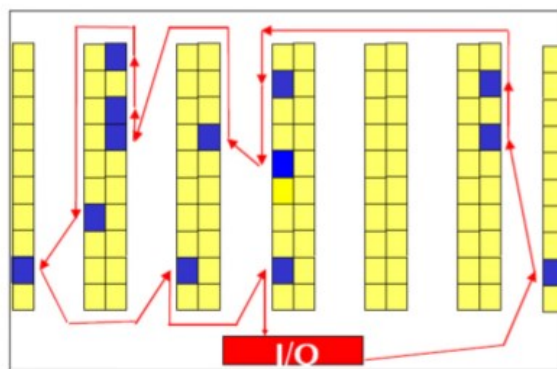


Fig. II.28

- **Percorso trasversal modificato**

In questo caso l'operatore percorre interamente tutti i corridoi da visitare tranne quello che presenta il largest gap. Tale corridoio è percorso con una tecnica return per evitare il largest gap.

Un esempio è riportato nell'immagine seguente:

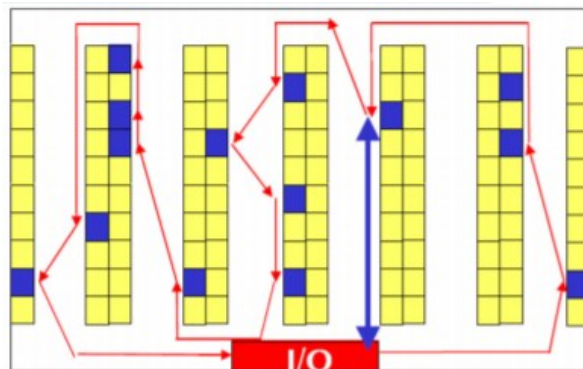


Fig. II.29

## **CAPITOLO 3: I LAYOUT**

Il B.I.T. (Bureau International du Travail) afferma che "per layout di una fabbrica, di uno stabilimento, di un'area di lavoro si intende la dislocazione dei reparti o delle officine nell'ambito della fabbrica, e delle macchine, dei posti di lavoro e dei depositi nelle aree lavorative, inclusi, ove sia il caso, gli uffici ed i servizi aziendali relativi".

Il layout comprende la progettazione e attuazione della disposizione ottimale delle attrezzature industriali, ivi comprese la mano d'opera, il macchinario, le scorte, i trasporti interni e tutti i servizi accessori, nonché la progettazione della struttura più adeguata a contenere e a progettare tali sistemi.

### **3.1 LE TIPOLOGIE**

In generale si possono individuare diverse tipologie di layout:

- Layout per prodotto
- Layout per processo
- Layout cellulare
- Layout a postazione fissa
- Layout ibrido

#### **3.1.1 LAYOUT PER PRODOTTO**

È noto anche come layout in linea dato che le macchine sono collocate in base alla sequenza delle operazioni richieste. I pezzi in lavorazione si trasferiscono da una macchina ad un'altra attraverso dei sistemi di movimentazione.

In questo tipo di layout le apparecchiature sono altamente automatizzate e dedicate al prodotto specifico, con velocità di produzione elevate. Si hanno bassi costi unitari per

volumi elevati e lo spostamento dei materiali è agevole. I tempi di set up sono nulli per via della bassa o nulla flessibilità del mix produttivo che possiamo andare a realizzare. Il lavoro è molto ripetitivo e può portare alla demotivazione della manodopera che sarà di basso livello.

Viene utilizzato per la produzione di volumi molto grandi di prodotto.

Layout di questo tipo si possono trovare nell'industria automobilistica o degli elettrodomestici. Un esempio è riportato nell'immagine seguente:

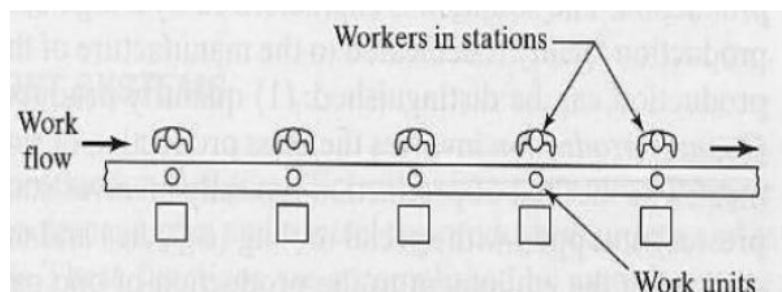


Fig. III.1

### 3.1.2 LAYOUT PER PROCESSO

È noto anche come layout per reparto o layout funzionale perché la disposizione delle macchine e attrezzature segue il criterio “funzionale”, ovvero tecnologico. Queste sono raggruppate per tecnologia, ovvero le risorse della stessa tipologia sono raggruppate in un unico reparto e i vari prodotti transitano da un reparto all'altro nel rispetto del loro ciclo di fabbricazione.

È adatto per la produzione di un numero elevato di varietà di prodotto con volumi medio-bassi per ciascuna tipologia. L'investimento rispetto al layout in linea è più basso perché c'è una minore duplicazione delle macchine e apparecchiature fisse. La flessibilità di produzione è più alta grazie alla possibilità di rapidi avvii di nuove produzioni.

La creazione di reparti dotati di omogeneità tecnologica, oltre a facilitare lo scambio di competenze fra operatori e l'operazione di supervisione, mette a disposizione una potenzialità produttiva a tutto vantaggio di una maggiore flessibilità operativa. Inoltre, il raggruppamento delle persone che ricoprono funzioni simili può creare un clima di supporto e di solidarietà reciproca.

I punti di debolezza sono, invece, rappresentati da elevati tempi di attraversamento dei materiali, elevati WIP (Work in progress), scarsa saturazione delle macchine, maggiori costi di manodopera, qualità meno omogenea.

Un esempio di layout funzionale si può trovare nelle lavorazioni di componenti meccanici che prima di diventare prodotti finiti dovranno subire diversi passaggi in macchinari differenti. Esempio: reparto tornitura, fresatura, rettificatura ecc.

Un esempio nella figura seguente:

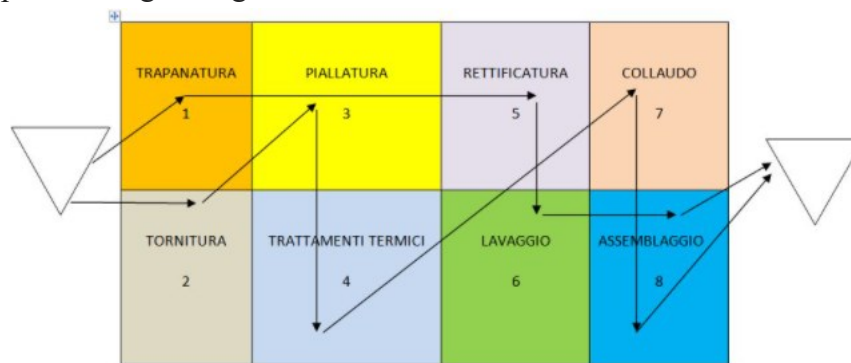


Fig. III.2

### 3.1.3 LAYOUT CELLULARE

È anche noto come layout per famiglie e si basa sui principi della group technology. L'idea è di raggruppare nella stessa famiglia i prodotti con similarità di progetto o produzione e assegnare le famiglie e le macchine alle celle di produzione. In ogni cella verranno realizzate diverse famiglie di prodotti simili.

### 3.1.4 LAYOUT A POSTAZIONE FISSA

È il caso in cui il prodotto rimane fermo e le risorse (operatori, macchine, attrezzature...) si spostano secondo le necessità. Ciò accade quando il prodotto è troppo voluminoso, troppo delicato da spostare o impossibilitato a spostarsi.

Esempi tipici sono la costruzione di edifici, navi, aerei, treni. Una schematizzazione è rappresentata nella figura seguente:

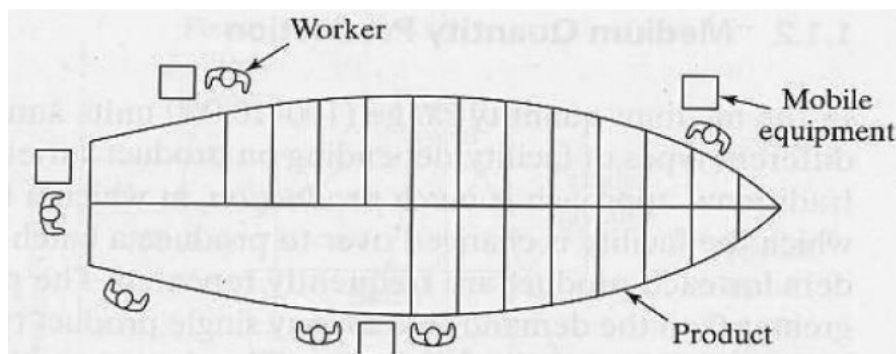


Fig. III.3

### 3.1.5 LAYOUT IBRIDO

Un layout viene definito ibrido quando vengono combinati gli approcci precedenti.

Sono in realtà molto comuni, se non addirittura la norma.

Una struttura con layout ibridi comporta, rispetto ad una struttura con un unico layout, maggiori difficoltà di progettazione, costi di allestimento più elevati e maggiori problemi di manutenzione. In compenso è quasi sempre impegnata grazie ad una maggior varietà di prodotti o servizi che si adattano ad una classe più estesa di potenziali clienti.

### **3.2 LE FASI TEMPORALI DELLA SCELTA DI UN LAYOUT**

È possibile individuare una serie di fasi temporali nella scelta di un layout:

- I) Ubicazione: consiste nella scelta dell'area da destinare all'impianto. Può essere un'area acquistata dall'esterno oppure un'area interna che viene riassegnata.
- II) Individuazione del layout generale: consiste nell'individuazione dei flussi dei materiali (le quantità di materie prime, semilavorati, ecc.) interessati nel processo di produzione. Tale fase cerca quindi di individuare nell'ambito del processo quali sono le attività produttive più importanti.
- III) Individuazione del layout dettagliato: consiste nell'identificazione delle macchine da utilizzare, della superficie di ingombro delle macchine e nell'assegnazione delle sagome e delle superfici a ciascuna macchina;
- IV) Installazione del layout: consiste nell'installazione delle macchine o attrezzature e nell'individuazione dei tempi di spostamento dell'operatore da una macchina a un'altra

### **3.3 IL PROGETTO DEL LAYOUT**

La realizzazione di un progetto di un layout richiede la conoscenza:

- Del prodotto
- Del volume di produzione
- Del ciclo produttivo
- Dei servizi ausiliari
- Del tempo

Le attività principali necessarie per la realizzazione di un layout sono:

### 3.3.1 ANALISI P-Q

Il primo step è quello di fare l'analisi Prodotto-Quantità (P-Q): si raggruppano i prodotti in base a similitudini sul processo di lavorazione, dimensione, peso, forma ecc.

Per ciascun gruppo si calcolano i volumi di produzione e si procede alla stesura del diagramma P-Q:

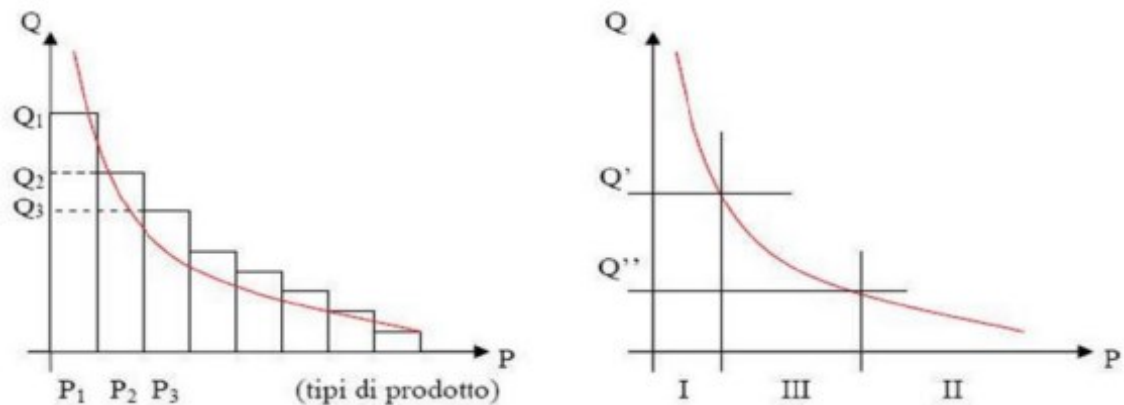


Fig. III.4

Dalla figura di destra possiamo notare che è possibile suddividere la curva in tre zone:

- Zona 1: Caratterizzata da volumi elevati di poche tipologie di prodotti. Il layout più indicato in questo caso è quello per prodotto.
- Zona 2: Caratterizzata da piccola produzione di molte varietà di prodotti. In questo caso il layout più indicato è quello per reparti o a punto fisso. È necessario un elevato intervento della manodopera e non sono consigliabili grandi investimenti di automazione rigida nelle attrezzature di trasporto che, anzi, devono essere molto flessibili.
- Zona 3: caratterizzata da una produzione media. Si deve esaminare attentamente quale metodo di produzione conviene adottare. In questa zona possiamo trovare layout misti oppure layout per famiglie di prodotti.

### 3.3.2 ANALISI DEL FLUSSO DEI MATERIALI

Successivamente si passa all'analisi del flusso dei materiali. Con riferimento al diagramma P-Q si possono distinguere 4 situazioni:

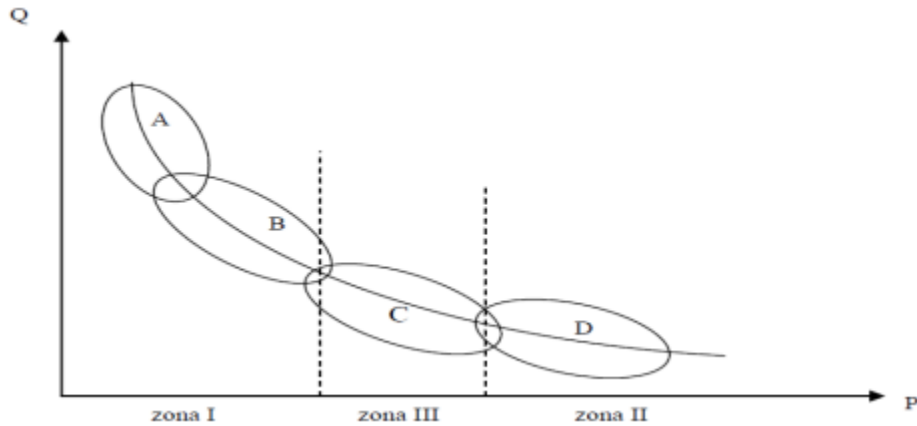


Fig. III.5

A) Per un solo prodotto, o per un massimo di 3-4 si usa il foglio del processo operativo monoprodotto

B) Per pochi prodotti (da 5 a 10) si usa il foglio del processo operativo multiprodotto

C) Per molti prodotti è opportuno, a seconda dei casi:

- Raggruppare modelli in base a caratteristiche simili
- Raggruppare modelli che hanno processi produttivi simili
- Selezionare modelli campione rappresentativi

E successivamente si applica il metodo A o B a seconda del numero di gruppi o di modelli rappresentativi.

D) Per moltissimi prodotti si usa il foglio origine/destinazione.



- **FPO monoprodotto**

Tale foglio permette di dare una rappresentazione grafica visiva del flusso dei materiali nel processo di lavorazione per l'ottenimento di un certo prodotto.

Ogni prodotto, quando si muove lungo il suo processo, può essere sottoposto a cinque operazioni:

- I) può essere lavorato e formato, oppure può essere montato e smontato con altri materiali
- II) può essere mosso e trasportato
- III) può essere contato, controllato ed ispezionato
- IV) può aspettare per una operazione successiva o per l'arresto del suo lotto di produzione
- V) può essere immagazzinato.

A tali operazioni sono associati dei simboli unificati dall'A.S.M.E<sup>7</sup>:

SIMBOLO	CLASSIFICAZIONE OPERAZIONI	RISULTATI PRINCIPALI
	TRASFORMAZIONE	LAVORAZIONE O MONTAGGIO
	TRASPORTO	SPOSTAMENTI
	MANIPOLAZIONE	POSIZIONAMENTO
	CONTROLLO	VERIFICHE
	ATTESA	INTERFERENZE
	MAGAZZINAGGIO	MANTENIMENTO

Fig. III.6

<sup>7</sup> A.S.M.E: American Society of Mechanical Engineers

Un esempio è rappresentato nell'immagine seguente:

CHARTED UNIT (Unit of Product or Material Charted)	UNITS PER LOAD	Operation	Handling	Transport	Inpection	Delay	Storage	DESCRIPTION OF ACTION	Weight	Number	Distance	Time in	Cost
									or Size of Load in	of trips per	in	per	in per
1		○	○	○	○	○	○						
2		○	○	○	○	○	○						
3		○	○	○	○	○	○						
4		○	○	○	○	○	○						
5		○	○	○	○	○	○						
6		○	○	○	○	○	○						
7		○	○	○	○	○	○						
8		○	○	○	○	○	○						
9		○	○	○	○	○	○						
10		○	○	○	○	○	○						
11		○	○	○	○	○	○						
12		○	○	○	○	○	○						
13		○	○	○	○	○	○						
14		○	○	○	○	○	○						
15		○	○	○	○	○	○						
16		○	○	○	○	○	○						
17		○	○	○	○	○	○						
18		○	○	○	○	○	○						
19		○	○	○	○	○	○						
20		○	○	○	○	○	○						
21		○	○	○	○	○	○						
22		○	○	○	○	○	○						
23		○	○	○	○	○	○						
24		○	○	○	○	○	○						
25		○	○	○	○	○	○						
26		○	○	○	○	○	○						
27		○	○	○	○	○	○						
28		○	○	○	○	○	○						
29		○	○	○	○	○	○						
30		○	○	○	○	○	○						
Totals													

Fig. III.7

Al foglio del processo operativo corrisponde il diagramma del processo operativo. Un esempio di diagramma del processo operativo per la tranciatura di lamiera è rappresentato nella figura seguente.

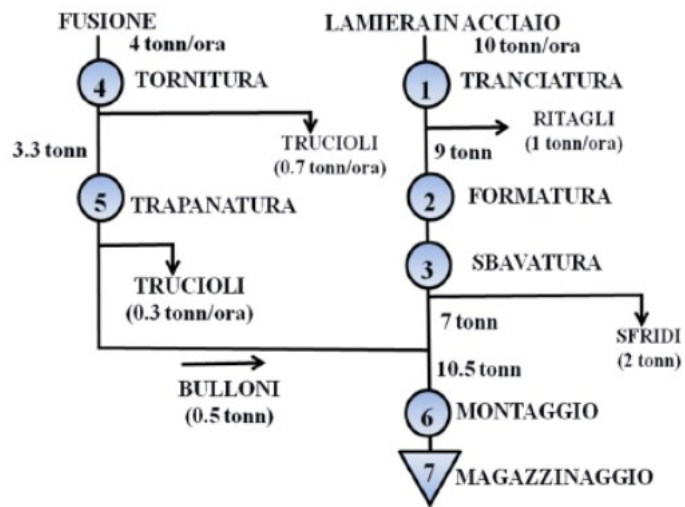


Fig. III.8

- **FPO multiprodotto**

In questo caso si costruisce una tabella in cui, nelle righe, si riportano le varie operazioni, e nelle colonne si riportano i prodotti. Un esempio è rappresentato nella figura seguente:

	Prodotto A	Prodotto B	Prodotto C	Prodotto D	Prodotto E	Prodotto F
1. Tranciatura	1	1	1		1	1
2. Dentellatura	2	2	2	1		
3. Tracciatura		3	4	2	3	3
4. Punzonatura	3		3		2	2
5. Piegatura	4	4		3	4	4
6. Finitura		5	5	4	5	

Fig. III.9

Gli obiettivi sono: rendere il flusso dei materiali progressivo e monodirezionale, minimizzare i ritorni di materiale, avvicinare i reparti con elevata intensità di flusso.

- **Foglio origine-destinazione**

È definito anche come from-to chart perché si realizza una matrice in cui si specificano quali prodotti transitano da un'operazione all'altra.

Un esempio è rappresentato nell'immagine seguente:

A →	1. tranciatura	2. dentellatura	3. tracciatura	4. punzonatura	5. piegatura	6. finitura
1. tranciatura		A, B, C		E, F		
2. dentellatura			B, D	A, C		
3. tracciatura					B, D, E, F	C
4. punzonatura			C, E, F		A	
5. piegatura						B, D, E
6. finitura						

Fig. III.10

È possibile arricchire la matrice con informazioni relative alle distanze, quantità, numero di viaggi, costi.

### 3.3.3 ANALISI DEI RAPPORTI TRA LE ATTIVITÀ

Il flusso dei materiali, seppur importante, non può essere assunto come unico elemento base per lo studio del layout.

I servizi ausiliari devono integrarsi con il flusso dei materiali secondo uno schema organizzato. In certi casi il flusso dei materiali può essere quantitativamente poco importante o addirittura inesistente. Anche se il flusso dei materiali è quantitativamente importante può succedere che la sequenza del processo produttivo non possa essere rispettata.

In questi casi si utilizza la tabella dei rapporti fra le attività. Un esempio è rappresentato nella figura seguente:

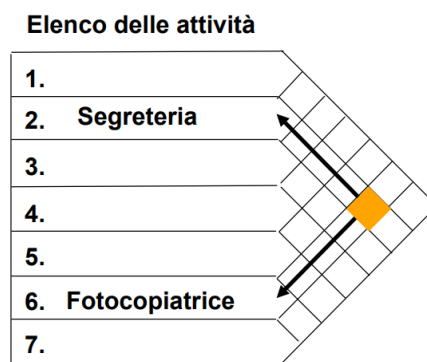


Fig. III.11

All'interno delle caselle viene messa l'importanza del rapporto:

Valore	Rapporto	Colore
A	Assolutamente necessario	Rosso
E	Eccezionalmente importante	Arancione
I	Importante	Verde
O	Di ordinaria importanza	Azzurro
N	Non importante	Non colorato
X	Indesiderato	Nero
XX	Fortemente indesiderato	Nero

Fig. III.12

Può essere inserita anche la motivazione del rapporto, opportunamente codificata.

Nello studio del layout si possono presentare 3 casi:

- è sufficiente usare il foglio del flusso dei materiali
- è sufficiente utilizzare la tabella dei rapporti fra le attività di servizio
- è conveniente combinare insieme sia il foglio del flusso dei materiali che la tabella dei rapporti fra le attività

Possiamo schematizzare queste considerazioni nel seguente modo:

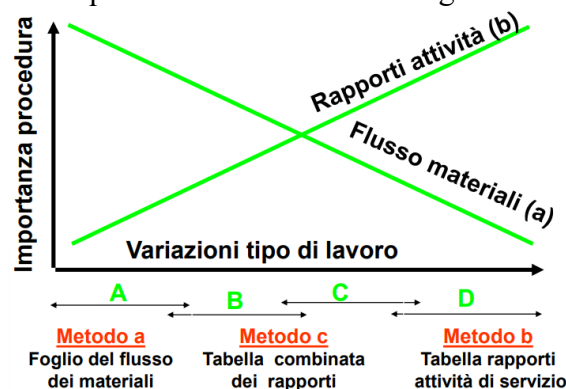


Fig. III.13

- Nella zona A troviamo acciaierie, industrie di processo, industrie manifatturiere con produzione di massa.
- Nella zona B troviamo industrie manifatturiere di generi speciali, fabbriche utensili ecc.
- Nella zona C troviamo servizi di ispezione e manutenzione, laboratori di prova ecc.
- Nella zona D troviamo uffici, biblioteche ecc.

La tabella combinata dei rapporti si ottiene elencando nella stessa tabella tutte le attività di servizio e produzione. Successivamente si convertono i dati sulle intensità di flusso in un giudizio letterale e si assegna un giudizio letterale fra le differenti attività e tra le attività e i reparti produttivi.

### 3.3.4 PROGRAMMI DI CALCOLO PER LA SCELTA DEL LAYOUT

I programmi di calcolo sono strumenti di supporto al progettista per generare diverse configurazioni di layout (ex novo o partendo da una configurazione iniziale) e selezionare il layout ottimale prefissati gli obiettivi da ottenere.

Gli algoritmi utilizzati si distinguono in:

- Costruttivi: costruiscono ex-novo una soluzione per layout attraverso una successiva selezione e posizionamento dei reparti o attività.
- Migliorativi: operano cambi di posizionamento dei reparti o attività a partire da una soluzione iniziale fino al miglioramento del layout esistente.

Tra quelli costruttivi troviamo l'ALDEP<sup>8</sup> e il CORELAP<sup>9</sup>, tra quelli migliorativi troviamo il CRAFT<sup>10</sup>.

#### 3.3.4.1 ALDEP

I dati di input richiesti da ALDEP sono:

- Foglio dei rapporti tra le attività o reparti;
- Numero dei reparti;
- Lunghezza, larghezza e area per ogni piano;
- Ubicazione e dimensione delle aree indisponibili ad ogni piano;
- Preferenza minima di reparto;
- Minimo punteggio totale per l'accettabilità di un layout;
- Numero dei layout da generare;

---

<sup>8</sup> ALDEP: Automated Layout Design Program

<sup>9</sup> CORELAP: COmputerized RELationship Layout Planning

<sup>10</sup> CRAFT: COmputerized Relative Allocation of Facilities Technique

- Scala della stampa del layout.

Le caratteristiche dell'edificio devono essere note, o perché si fa il layout di un edificio esistente o perché, nel caso di un edificio da costruire, vengono delineate di massima prevalentemente.

Il programma sceglie a caso un primo centro di lavoro e lo riporta, in scala, su un disegno. Quindi ricerca un altro centro, caratterizzato dal maggior numero di collegamenti con il primo, e lo dispone vicino a questo. Se non vi sono centri di lavoro caratterizzati da collegamenti con il primo, il secondo centro viene scelto a caso e disposto ugualmente a fianco del primo. Si procede così fino a che tutti i centri di lavoro sono sistemati. Ovviamente, il programma tiene conto di eventuali ubicazioni obbligate o prestabilite per alcuni centri di lavoro. L'intera procedura è ripetuta per generare altri layout. Infine, l'elaboratore classifica tutte le soluzioni trovate in base alla tabella dei rapporti.

#### **3.3.4.2 CORELAP**

Le esigenze minime di input per il CORELAP sono:

- Tabella dei rapporti tra i reparti;
- Numero dei reparti;
- Area di ogni reparto;
- Valori pesati per i giudizi di vicinanza

Il programma inizia con l'individuazione dei centri di lavoro, reparti, macchine o posti di lavoro che hanno più contatti con gli altri. Individuato il centro di lavoro interessato da un maggior numero di collegamenti, lo dispone, nella forma e con le dimensioni predeterminate, su un disegno. Quindi, in base al numero di collegamenti, individua il

centro di lavoro che è opportuno disporre vicino al primo e poi via via gli altri, che vengono sistemati il più vicino possibile al primo. Successivamente cerca i centri di lavoro che hanno più rapporti con quelli già sistemati. Si prosegue fino a che tutti i centri di lavoro sono disposti sul layout, in scala. Poiché questo avrà una forma qualsiasi, si apporteranno le modifiche necessarie per fargli assumere la forma e le dimensioni prestabilite.

### 3.3.4.3 CRAFT

I dati di input sono:

- Layout iniziale, quindi numero ed area dei reparti oltre alla loro posizione relativa;
- Dati sul flusso dei materiali (foglio origine-destinazione);
- Dati sui costi unitari di trasporto;
- Numero ed ubicazione dei reparti collocati a priori in posizione fissa e non modificabile.

Il criterio impiegato dal programma CRAFT è la minimizzazione del costo del trasporto interno dei materiali e pezzi in lavorazione, supposto tale costo come una funzione lineare della distanza percorsa. Questo criterio è uno di quelli comunemente impiegati quando nel progetto di layout il fattore più significativo è il flusso dei materiali. Sviluppato in origine per progettare layout in cui i costi della movimentazione dei materiali aveva il ruolo predominante successivamente il suo uso è stato esteso anche alla progettazione di layout per attività non manifatturiere, ad esempio layout di uffici, cambiando opportunamente il criterio su esposto.



CRAFT è un programma migliorativo che cerca il progetto ottimale introducendo nei layout i miglioramenti in maniera sequenziale: prima valuta un layout assegnato, poi considera che effetto si ha scambiando l'ubicazione dei reparti. Se si possono ottenere miglioramenti eseguendo scambi di coppie di reparti, si esegue lo scambio, che produce il miglioramento più elevato. Il processo continua finché non si può più ottenere alcun miglioramento con scambi a coppie. Da notare che per lo scambio di ubicazione si considerano solo coppie di reparti con bordi in comune o aventi la stessa area.

CRAFT non è in grado di gestire tutti i possibili scambi e pertanto non garantisce l'individuazione del layout ottimo. La soluzione dipende fortemente dal layout iniziale.

### **3.4 SCELTA DEL LAYOUT OTTIMALE**

Ottenute diverse alternative di layout, tramite programmi di calcolo o metodi manuali, è necessario scegliere quale sarà quella migliore. I metodi che si possono utilizzare sono molteplici:

- **Lista dei pro e dei contro**

È il metodo più facile per valutare alternative di layout, ma è anche il meno accurato in quanto troppo qualitativo e soggettivo. È utile solo in quanto consente di eliminare fin dall'inizio le alternative che hanno troppi svantaggi.

- **Classificazione delle alternative**

Si scelgono dei fattori di valutazione considerati più significativi. Per ciascuna alternativa di layout si esprime un giudizio con riferimento allo stesso fattore, volta

per volta diverso. Infine, si sommano per ogni layout i punti relativi a ciascun fattore e si verifica il massimo punteggio.

I fattori tipicamente considerati sono: facilità di future espansioni, adattabilità, flessibilità, efficienza del flusso dei materiali, efficienza del magazzinaggio, utilizzazione dello spazio, efficienza nell'integrazione dei servizi con le aree produttive, condizioni di lavoro, costi ecc.

Il limite del metodo è che non viene assegnato un peso al fattore, ma solamente un giudizio.

- **Analisi dei fattori**

Viene assegnato un punteggio o peso  $p$  a ciascun fattore, il che corrisponde a considerare l'importanza relativa di ciascun fattore rispetto a tutti gli altri. A ciascun fattore si assegna anche un giudizio e pertanto si farà una media pesata. Il punteggio pesato totalizzato dal progetto alternativo  $j$ -esimo sarà:

$$P_j = \sum_{i=1}^m p_i \cdot g_{ij}$$

In cui l'indice  $j$  indica le alternative di layout e l'indice  $i$  indica i fattori.

I pesi verranno attribuiti in modo tale che la somma dei pesi di tutti i fattori sia pari a 100.

Se dall'analisi emerge che due alternative hanno punteggio pesato molto simile si può effettuare una valutazione più accurata dei pesi e dei giudizi.

- **Confronto dei costi**

In questo caso si effettua un'analisi dei costi delle varie alternative di layout e si sceglie quella più conveniente.

- **AHP**

L'Analytic Hierarchy Process è una tecnica di supporto alle decisioni in ambiente multicriterio. Tale metodologia consente di confrontare più alternative in relazione ad una pluralità di criteri, di tipo qualitativo o quantitativo, e ricavare una valutazione globale per ciascuna di esse.

Il primo step è quello di creare uno schema gerarchico ad albero inverso del seguente tipo:

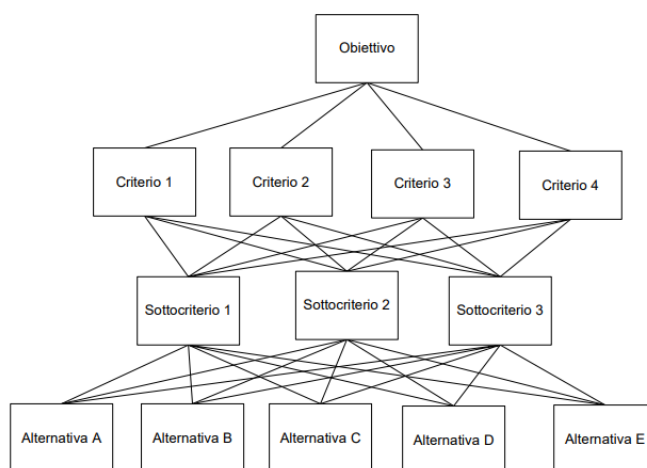


Fig. III.14

Si definisce quindi un obiettivo che, nel nostro caso, è la scelta dell'alternativa di layout migliore. Tale scelta sarà fatta sulla base di una serie di criteri, per ciascuno dei quali è possibile definire dei sotto criteri.

Il metodo si basa sulla realizzazione di una serie di confronti a coppia: tra i criteri, tra i sotto criteri rispetto ai criteri e fra le alternative rispetto ai sotto criteri. Tali confronti a coppia verranno realizzati attribuendo dei pesi su scala da 1 a 9. L'1 indica che i due elementi confrontati hanno pari importanza, il 9 indica che un elemento è estremamente più importante dell'altro.

Il risultato sarà una serie di matrici che dovranno essere normalizzate. La normalizzazione consiste nel dividere ciascun elemento di ogni colonna per la somma

di tutti gli elementi della colonna. Successivamente si fa la somma degli elementi di ogni riga e lo si divide per il numero di elementi di ogni riga.

In questo modo si calcolano le priorità di livello e facendo il prodotto matriciale tra le matrici delle priorità di livello si riesce a calcolare il vettore delle priorità complessive che ci permetterà di valutare l'alternativa migliore.

Come si può ben intuire, tale metodo può essere realizzato in un semplice foglio excel, tuttavia, all'aumentare del numero dei criteri e dei livelli della gerarchia, la procedura si complica. Inoltre, su excel non riusciamo ad avere un controllo sulla consistenza dei pesi inseriti e quindi non riusciamo ad accorgerci di un eventuale errore di inserimento. In alternativa ad excel si può utilizzare il programma superdecision, all'interno del quale andiamo a definire la struttura gerarchica e inseriamo i pesi dei confronti a coppia. Man mano che si inseriscono i pesi il programma aggiorna l'indice di inconsistenza, se rimane sotto a 0,1 vuol dire che non sono stati inseriti dei pesi incongruenti (come ad esempio A è più importante di B, B è più importante di C e C è più importante di A). L'output del programma sarà il vettore delle priorità complessive.

Un'altra utilità di Superdecision è rappresentata dalla possibilità di effettuare l'analisi di sensibilità, che serve per capire se la variazione del peso che diamo ad un criterio può condizionare la scelta dell'alternativa migliore.

## CAPITOLO 4: LA SELETTRA S.R.L

La Selettra S.r.l., con sede a Comunanza<sup>11</sup>, è dal 1974 azienda leader nel settore del cablaggio elettrico in Europa grazie ad una crescita continua e una forte diversificazione. Negli anni è stata maturata un'esperienza internazionale che permette di supportare i clienti sin dalla fase di progettazione del cablaggio, in tutto il mondo. L'azienda affonda le sue radici in Italia ma grazie alla sua presenza internazionale con stabilimenti in Romania, Ucraina e Serbia riesce a rispondere prontamente alle esigenze dei suoi clienti su tutto il territorio europeo, ma anche in Russia e nel Medio Oriente, garantendo un servizio sempre eccellente e prodotti del più elevato standard qualitativo. Da oltre 20 anni Selettra è inoltre presente sul mercato nordafricano e cinese sia con i propri prodotti che come partner tecnologico di grandi brand delle economie emergenti.

Ad oggi, il cliente principale è rappresentato da Electrolux, ma l'azienda serve anche Whirlpool, Ariston Thermo e altri clienti minori.

La qualità dei prodotti realizzati è testimoniata da diversi premi per la qualità ricevuti. Nel 2019, infatti, l'azienda ha ricevuto il premio di migliore fornitore mondiale del gruppo Electrolux.

L'azienda è in continua crescita e neanche la pandemia da covid 19 è riuscita a rallentarla, infatti, il fatturato è raddoppiato negli ultimi 5 anni, con un incremento di oltre il 30% soltanto nell'ultimo anno.

---

<sup>11</sup> Comunanza: Comune di circa 3000 abitanti situato ai piedi dei Monti Sibillini, in Provincia di Ascoli Piceno

## 4.1 IL PROCESSO PRODUTTIVO

È possibile suddividere il processo produttivo in tre step:

- I) Ingresso della materia prima
- II) Realizzazione del semilavorato
- III) Assemblaggio e realizzazione del prodotto finito

Di seguito un'analisi più dettagliata

### 4.1.1 LE MATERIE PRIME

Le materie prime possiamo raggrupparle principalmente in quattro categorie:

- I) Cavi elettrici
- II) Terminali faston<sup>12</sup>
- III) Connettori in plastica e coprifaston
- IV) Componentistica

La semplicità è soltanto apparente, infatti, per ciascuna categoria è possibile individuare centinaia di codici differenti:

- I cavi si differenziano per colore, diametro e tipologia di rivestimento.

Il colore, in alcuni casi, identifica la funzione del filo (come, ad esempio, il giallo-verde per la terra), in altri casi, invece, viene richiesto dal cliente per ragioni di assemblaggio interno. Ogni cliente, infatti, adotta una codifica interna della colorazione dei fili.

Il rivestimento varia a seconda della destinazione d'uso del cablaggio, e questo dipende dal fatto che le condizioni di funzionamento a cui sono soggetti non

---

<sup>12</sup> Un terminale faston è un tipo di connettore elettrico a lama, il cui nome deriva dal termine inglese "FastOn", cioè veloci da montare, con cui comparvero per la prima volta nei cataloghi della società statunitense AMP

sono sempre le stesse. Infatti, un cablaggio destinato ad un forno o ad un piano cottura deve possedere caratteristiche differenti rispetto ad uno impiegato in un frigorifero o in una lavatrice. Il rivestimento incide in maniera diretta sulla resistenza alla temperatura e la questione non è assolutamente banale perché la gran parte degli incendi domestici si genera a partire dagli elettrodomestici, pertanto, è una questione di sicurezza.

Ad oggi i rivestimenti utilizzati sono il pvc, con mescola differente a seconda della destinazione di utilizzo (resistenza a temperatura fino a 90°), silicone (resistenza a temperatura fino a 180°) e la guaina vetrata che consente di ottenere una maggiore resistenza allo sfregamento. Potrebbe accadere, infatti, che in alcuni casi il cavo si trovi a contatto con spigoli metallici e un rivestimento in pvc o silicone potrebbe consumarsi nel tempo portando alla luce il conduttore interno provocando un corto circuito.

Il diametro<sup>13</sup> varia da 0,22 mm per i cavi di segnale (basso voltaggio), fino a 4 mm per i cavi di alimentazione (alto voltaggio). Tuttavia, i diametri principalmente utilizzati sono 0,35 mm - 0,50 mm - 1 mm - 1,5 mm.

- I terminali faston si differenziano per dimensione, tipologia e forma a seconda della loro destinazione d'uso. Infatti, possiamo avere faston maschio/femmina, bandiera, puntale, occhiello, giunzione ecc.

Nell'immagine seguente vengono riportati alcuni esempi.

---

<sup>13</sup> Il diametro è riferito al rame interno, pertanto, il rivestimento è escluso.



Fig. IV.1

- I connettori in plastica si differenziano per numero di vie, forma, numero di contatti interni, presenza o meno di pareti laterali ecc. Nell'immagine seguente si riportano alcuni esempi:

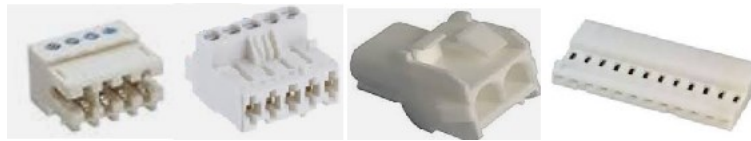


Fig. IV.2

I coprifaston si possono differenziare per dimensione e colore.



Fig. IV.3

- La componentistica è la categoria più vasta di tutte e comprende tutte parti necessarie nel processo di assemblaggio per la realizzazione del prodotto finito. All'interno di questa famiglia rientrano le fascette, scotch, spugnette, guaine, sonde, ferriti, commutatori, plastiche di varia natura ecc.

Anche in questo caso, per ciascun componente ne esistono diverse tipologie.

Va da sé che la gestione di un numero così elevato di materie prime differenti non è affatto semplice.



#### 4.1.2 IL SEMILAVORATO

Tali materie prime verranno trasformate in semilavorati all'interno dello stabilimento di Comunanza. Il semilavorato consiste in un modulo composto da uno o più tratti di cavo con terminali/connettori apposti alle estremità.

Le lavorazioni fatte internamente sono di cinque tipologie differenti:

- I) Processo di taglio e aggraffatura automatica (CRIMP): il connettore faston, viene spinto in direzione assiale al filo, dopo averne preventivamente spellato<sup>14</sup> l'estremità, e successivamente viene stretto con una pressa attorno al materiale conduttore. Questo tipo di aggraffatura prende il nome di CRIMP.

L'aggraffatura può essere singola o doppia. In quella singola la macchina taglia un tratto di cavo alla lunghezza prestabilita, esegue la spellatura di entrambe le estremità ed aggraffa il faston ad una o entrambe. Nell'aggraffatura doppia, invece, si tagliano due tratti di cavo di lunghezza prestabilita, si spellano le estremità di entrambi e si aggraffano insieme tramite un faston. La macchina provvede anche ad applicare il coprifaston ai terminali se previsto dal disegno. In alcuni casi, infatti, il coprifaston è richiesto per evitare archi elettrici<sup>15</sup> nel caso in cui i faston andranno inseriti in una scheda a circuito stampato in posizioni ravvicinate.

- II) Processo IDC: in questo caso la macchina provvede a tagliare i cavi alla lunghezza prestabilita e ad applicare il connettore in plastica ad una o entrambe le estremità. Le differenze sostanziali rispetto all'aggraffatura sono

---

<sup>14</sup> Spellatura: attività attraverso la quale si rimuove il rivestimento isolante di un cavo elettrico

<sup>15</sup> Un arco elettrico è una scarica elettrica in aria che mette in gioco una potenza elevatissima in tempi molto brevi con temperature d'arco che possono superare i 10000 gradi.

rappresentate, oltre che dalla differente tipologia di connettore, dalla differente tipologia di contatto creato. Nel connettore in plastica, il filo viene spinto con una pressa nell'alloggiamento del terminale a forma di "V" con spigoli taglienti. In questo modo si trancia il rivestimento isolante del filo e si crea un contatto fra il materiale conduttore al suo interno e il connettore. Questo tipo di aggraffatura è anche indicata con il termine IDC<sup>16</sup>. In questo caso, quindi, non è necessaria la preventiva spellatura del filo.

III) Processo IDC + CRIMP: in questo caso si utilizzano macchine che riescono a combinare entrambi gli approcci. Si riesce, quindi, ad applicare un connettore in plastica da un lato e un connettore faston dall'altro in maniera completamente automatica.

IV) Taglio cavi multipolari: un cavo multipolare è un cavo elettrico o conduttura che avvolge all'interno di una guaina isolante diversi fili conduttori, chiamati anime. In questo caso si esegue una semplice attività di taglio a misura prestabilita e spellatura dei cavi interni.

V) Aggraffatura manuale: per alcune tipologie di prodotto, è necessario aggraffare manualmente un connettore faston ad una o più estremità perché non è possibile svolgerlo automaticamente dalla macchina per via della particolare configurazione del modulo da realizzare. L'attività di spellatura è stata comunque effettuata dalla macchina.

---

<sup>16</sup> IDC: Insulation-Displacement Contact

VI) Aggraffatura manuale STRIP & CRIMP: in questo caso è necessaria anche l'attività di spellatura prima dell'aggraffatura manuale. In realtà è una lavorazione molto rara che si fa solamente nel caso di cavi multipolari.

VII) Processo IDC Workstation: il discorso è analogo al precedente, ma in questo caso è un connettore in plastica che viene inserito in un secondo momento tramite delle macchine semi-automatiche.

È necessario specificare che, in genere, la lavorazione inizia e termina in una sola macchina. L'unico caso in cui i moduli vengono ripresi per essere sottoposti ad una ulteriore lavorazione interna si ha quando è necessaria l'aggraffatura manuale, ma in ogni caso non può mai accadere che vi sia flusso di materiale tra una macchina e l'altra.

Con la realizzazione del semilavorato, il processo produttivo dello stabilimento di Comunanza termina.

#### **4.1.3 IL PRODOTTO FINITO**

Il prodotto finito viene realizzato attraverso un processo di assemblaggio che però non viene svolto internamente. I semilavorati, infatti, vengono inviati presso terzisti locali o nei plant esteri per completare il processo produttivo.

Un esempio di prodotto finito è riportato nell'immagine seguente:

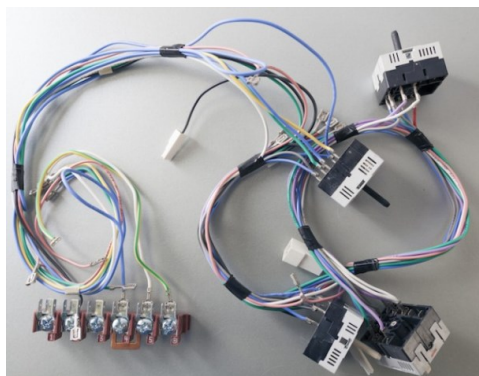


Fig. IV.4

Informazioni più dettagliate a riguardo saranno presenti nel paragrafo successivo in cui verrà preso in esame l'intero flusso logistico, dalla scelta dei fornitori fino alla consegna del prodotto finito al cliente finale.

L'assemblaggio avviene manualmente con l'ausilio di tavole appositamente predisposte. La progettazione e realizzazione di queste ultime è svolta internamente.

Un esempio di tavola di assemblaggio è riportato nell'immagine seguente:

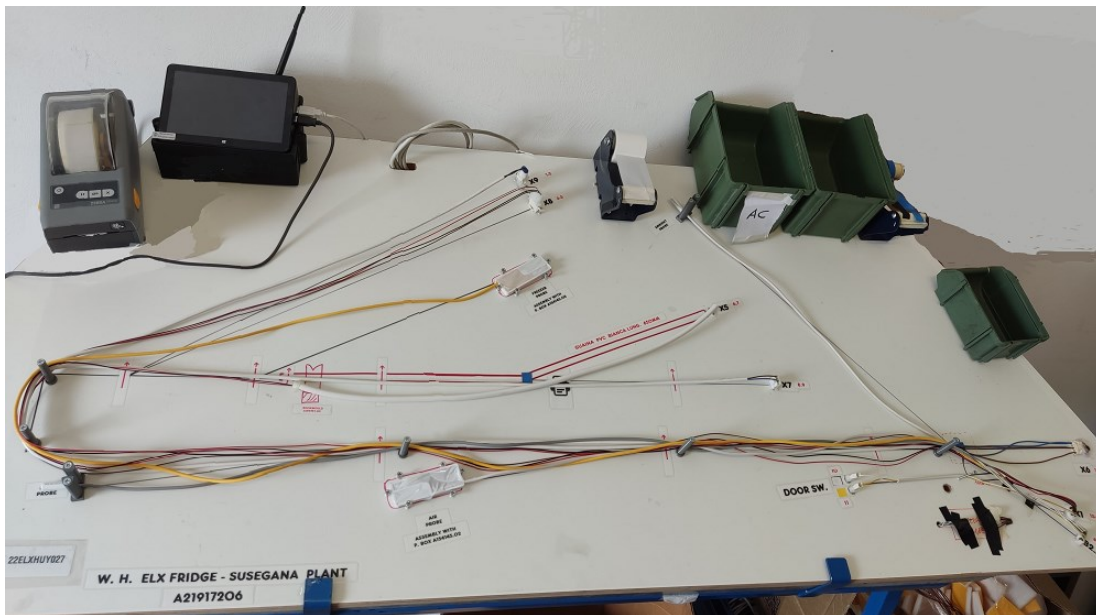


Fig. IV.5

La tavola incorpora anche un sistema automatico di collaudo, collegando i connettori negli appositi alloggiamenti viene effettuato un controllo di continuità, che se da esito positivo, permette al sistema di stampare in automatico l'etichetta che verrà apposta sul cablaggio.

Solo in pochissimi casi il modulo prodotto internamente viene inviato direttamente al cliente finale, senza la necessità di assemblarlo.

## **4.2 IL FLUSSO LOGISTICO**

In questo paragrafo verrà illustrato l'intero flusso dei materiali, partendo dalla scelta dei fornitori, fino all'invio del prodotto finito al cliente. Lo scopo è quello di fornire un quadro completo della situazione corrente, in modo tale da avere le basi per poter illustrare le complessità di un business di questo tipo e le problematiche attuali.

### **4.2.1 L'APPROVVIGIONAMENTO**

L'attività di approvvigionamento inizia nel momento in cui all'interno dell'azienda nasce la necessità di acquistare materiali, prodotti, servizi ed altro, e termina quando il prodotto richiesto è accettato e si realizzano i relativi pagamenti.

In generale i prodotti e i servizi che la Selettra richiede ai propri fornitori possono essere ricondotti alle seguenti tipologie:

- Prodotti destinati ad essere impiegati nel prodotto finale (cavi, connettori...)
- Prodotti a catalogo impiegati per il processo dell'azienda (utensili, lubrificanti...)
- Altri prodotti che non influenzano direttamente il processo e il prodotto finale (mobili d'ufficio, computer ed accessori...).

La richiesta d'acquisto viene generata automaticamente dall'MRP<sup>17</sup>. All'interno del software gestionale SAP<sup>18</sup> vengono caricate, dall'R&D, le distinte dei materiali per ogni codice di prodotto finito. Settimanalmente i clienti inviano le previsioni d'ordine aggiornate per prossimi 6/7 mesi mediamente. Il sistema MRP prendendo in input queste informazioni, assieme alle informazioni sulla giacenza presente, genera in

---

<sup>17</sup> MRP: Material Requirement Planning

<sup>18</sup> SAP: Sistemi, Applicazioni e Prodotti nell'elaborazione dei dati

output le quantità di ogni codice di materia prima da ordinare per ogni settimana tenendo conto anche del periodo di lead time dei fornitori. Man mano che arrivano le previsioni dei clienti più recenti l'intero piano si aggiorna.

I fornitori di materie prime a cui rivolgersi spesso sono scelti dal cliente stesso che, forte del suo potere contrattuale, impone accordi di lungo termine che vincolano la scelta.

Laddove c'è la possibilità di scegliere in autonomia si procede ad inviare ai fornitori una richiesta di offerta e si sceglierà quella più conveniente tenendo conto del prezzo, affidabilità e lead time.

L'ordine di approvvigionamento deve comunque essere inviato dal responsabile acquisti, il quale può modificare il valore consigliato dal sistema MRP in caso di particolari necessità provenienti dalla produzione. Ad oggi, infatti, la programmazione della produzione è distaccata dall'approvvigionamento e può accadere che, per ragioni di efficienza, venga programmata la produzione di un numero di parti che coprano gli ordini per un lungo periodo di tempo al fine di evitare setup troppo frequenti. La conseguenza è il rischio di andare in stockout<sup>19</sup> se non vi è comunicazione fra le diverse aree funzionali.

#### **4.2.2 L'ARRIVO DEI MATERIALI**

All'arrivo la merce deve essere depositata all'interno delle apposite aree predisposte ed opportunamente identificate. L'addetto al ricevimento deve controllare l'integrità delle unità di carico contenenti la merce e l'integrità delle confezioni.

---

<sup>19</sup> Stockout: rottura della scorta, provoca lo stop della produzione a causa della mancanza di materiali

Il responsabile di magazzino o un suo delegato deve recarsi presso l'area dedicata all'accettazione e controllare la conformità tra la merce e i documenti di accompagnamento. In particolare, provvede ad effettuare le seguenti tipologie di controllo:

- Controllo numerico
- Corrispondenza con le informazioni contenute nel documento di trasporto
- Eventuali danni
- Presenza documentazione di supporto
- Esistenza dei requisiti minimi di identificazione
- Requisiti tecnici (se specificati)

Eventuali differenze o note devono essere riportate sui documenti accompagnatori. Eseguito il controllo tutti i documenti accompagnatori devono essere consegnati all'ufficio acquisti.

Nel caso di non conformità, il responsabile acquisti, coinvolgendo il responsabile qualità se necessario, si occuperà di gestire tutto il flusso relativo alla comunicazione al fornitore.

Se l'ispezione ha dato esito positivo il documento accompagnatorio verrà archiviato unitamente alla fattura e il materiale viene identificato con l'etichetta che esce dal sistema informativo dopo il caricamento dei documenti di trasporto, affinché possa essere depositato nel magazzino materie prime e in produzione. Tale etichetta contiene un codice a barre che dovrà essere processato prima di caricare il materiale sulla macchina.

### **4.2.3 LO STOCCAGGIO**

I materiali verranno poi stoccati in magazzino su scaffalature appositamente predisposte. Un'analisi più dettagliata verrà effettuata nel proseguo della trattazione, allo scopo di evidenziare le problematiche di spazio attualmente presenti in azienda.

### **4.2.4 LA PRODUZIONE**

La programmazione della produzione viene fatta settimanalmente sulla base dei programmi di consegna forniti dai clienti e questa viene analizzata dal responsabile di programmazione per stabilire quantità e risorse da impiegare, sia interne che esterne, per la realizzazione.

La pianificazione della produzione viene sviluppata con l'ausilio del sistema informatico aziendale, impostato su una logica MRP, attraverso il quale sulla base dei cicli, distinte caricate e ordini dei clienti elabora i dati per stabilire il programma generale.

La distinta base, conosciuta anche con l'acronimo BOM<sup>20</sup>, è l'elenco gerarchico di tutti gli assiemi, i componenti, i semilavorati e le materie prime necessari per realizzare un prodotto. Una distinta base, tuttavia, non è un semplice elenco di componenti, ma è organizzata in maniera gerarchica e viene rappresentata attraverso uno schema ad albero che vede in testa il prodotto finale e via via nei livelli inferiori tutti i componenti utilizzati per ricavarlo. Per convenzione il prodotto finito si trova al livello zero, i componenti diretti sono al livello uno e così via.

Il programmatore della produzione procede a stampare dal sistema le bollette di lavorazione in cui vengono specificati i semilavorati da realizzare con relativa quantità.

---

<sup>20</sup> BOM: Bill Of Materials



Successivamente, le bollette verranno distribuite fra le varie macchine e la palla passa all'operatore.

Il primo step è quello di processare il codice a barre presente nella bolletta. In questo modo la macchina capisce se il setup corrente è adatto a quel tipo di lavorazione. In caso contrario, emette dei warn che non si spengono fino a completo cambio di setup. Un setup completo può richiedere fino a 45 minuti, ma le lavorazioni sono in genere schedate in maniera tale da non richiedere un setup completo ad ogni cambio di produzione.

Dopo aver predisposto la macchina, l'operatore provvede a processare i codici a barre dei materiali necessari per la lavorazione che vengono specificati nella bolletta di lavorazione. Se il codice processato non è presente nella distinta del prodotto, la macchina emette un errore e la produzione non può avviarsi.

Solamente dopo che l'operatore ha caricato tutti i materiali corretti la macchina emette il BAP (Benestare Avvio Produzione) ed è possibile iniziare la lavorazione.

La produzione di ogni bolletta viene divisa in lotti. Ad ogni lotto la macchina si ferma e l'operatore deve raccogliere il mazzetto di cavi, fare un'ispezione visiva, nastarli e riavviare manualmente la macchina. La dimensione del lotto varia a seconda dello spessore del cavo, complessità e destinazione del semilavorato. Si va dai 50 moduli per mazzetto fino a 200 moduli per mazzetto. I mazzi più piccoli vengono fatti quando il semilavorato è destinato ad una successiva aggraffatura manuale, in questi casi infatti l'operatore deve prendere un mazzetto per mano e aggraffare i cavi a due a due sulle presse manuali e se fossero troppo grandi l'operazione non sarebbe comoda.

Laddove non ci sono particolari esigenze si cerca di fare il mazzetto più grande possibile al fine di evitare fermi macchina troppo frequenti.

Al termine della lavorazione i mazzetti vengono messi in delle casse, su ciascuna delle quali viene applicata un'etichetta di colore differente a seconda della destinazione:

- I) Bianco: semilavorati destinati ad essere assemblati da terzisti locali;
- II) Verde: semilavorati destinati ad essere assemblati nello stabilimento in Romania;
- III) Blu: semilavorati destinati ad essere assemblati nello stabilimento in Ucraina;
- IV) Giallo: semilavorati destinati ad essere assemblati nello stabilimento in Serbia;

In queste etichette viene inoltre specificata la destinazione, il codice del prodotto, la quantità, il nome dell'operatore presente sulla macchina nel momento in cui sono stati lavorati e un codice QR<sup>21</sup> che, se processato, indica la posizione del semilavorato nel processo di assemblaggio.

#### **4.2.5 L'ASSEMBLAGGIO E L'INVIO AL CLIENTE**

I pallet contenenti le casse con i semilavorati vengono poi trasportati in magazzino e spediti verso le loro rispettive destinazioni nel giro di 24 ore. I semilavorati, assemblati da terzisti locali, ritornano in azienda come prodotti finiti, i quali vengono inviati al cliente entro 24/48 ore.

---

<sup>21</sup> Codice QR (Quick Response): è un codice a barre bidimensionale, ossia a matrice, composto da moduli neri disposti all'interno di uno schema bianco di forma quadrata.

### 4.3 GLI SPAZI ATTUALI

Ad oggi l'azienda possiede due stabilimenti di produzione a Comunanza separati da un breve tratto di strada (circa trenta metri), e due magazzini per lo stoccaggio di materie prime. Nell'immagine seguente una vista dall'alto:



Fig. IV.6

Gli stabilimenti di produzione sono S01 ed S02, mentre S03, S04 e T sono utilizzati come aree di stoccaggio.

L'azienda possiede anche un magazzino di transit point situato a circa 1 Km di distanza dalla sede centrale, in cui ritornano i prodotti finiti che sono stati assemblati dai terzisti locali, vengono preparati i pallet e partono le spedizioni verso i clienti finali. In questo

magazzino, i prodotti finiti rimangono veramente pochissimo tempo, al massimo un paio di giorni, prima di essere spediti.

Vi è infine un altro magazzino, situato a un centinaio di metri di distanza, in cui vengono conservati i materiali obsoleti da smaltire, attrezzature varie, ricambistica ecc.

Inoltre, negli ultimi mesi, è stato necessario prendere in affitto un ulteriore magazzino a causa della saturazione di quelli posseduti, ma tale questione verrà approfondita nel dettaglio nel prossimo capitolo.

## **CAPITOLO 5: LA MANCANZA DI SPAZI**

In questo capitolo verranno illustrate le principali problematiche attuali dovute agli spazi ridotti e alla complicata situazione dei mercati globali.

Il punto di partenza sarà un'analisi di magazzino condotta utilizzando i principali indicatori illustrati nel capitolo 1. In particolare, per ogni stabile verrà calcolato l'indice di saturazione superficiale, l'indice di saturazione volumetrica, l'indice di saturazione delle scaffalature e l'indice di selettività. Sulla base dei risultati ottenuti verranno effettuate le relative considerazioni.

Successivamente verranno spiegate le principali problematiche presenti nei reparti di produzione, fino ad arrivare all'esposizione delle cause che hanno portato a tale situazione.

### **5.1 L'ANALISI DI MAGAZZINO**

Come detto in precedenza, gli stabilimenti dedicati al magazzinaggio delle materie prime sono S03 ed S04. In realtà non riescono ad ospitare tutti i materiali necessari, pertanto, parte di essi sono stoccati all'interno della struttura telonata T e all'interno dei reparti di produzione.

Prima di fare questa analisi è necessario comunque fare una premessa relativamente all'imballo dei materiali acquistati. Questi ultimi arrivano in pallet di dimensione 80x120 (europallet<sup>22</sup>), oppure 100x100, a seconda del fornitore e della tipologia di materia prima.

---

<sup>22</sup> L'europallet nasce dall'esigenza di creare uno standard per questo tipo di attrezzature. Tale necessità sorge per esigenze di ottimizzazione dello spazio utilizzato, ma anche per sveltire la movimentazione dei carichi. L'europallet segue la norma UNI-EN 13698-1 che ne stabilisce i criteri costruttivi e quindi anche le dimensioni. Misura 1200x800 mm, pesa intorno ai 25Kg e supporta carichi fino a 1500Kg.

Di seguito viene riportato il layout dei due magazzini:

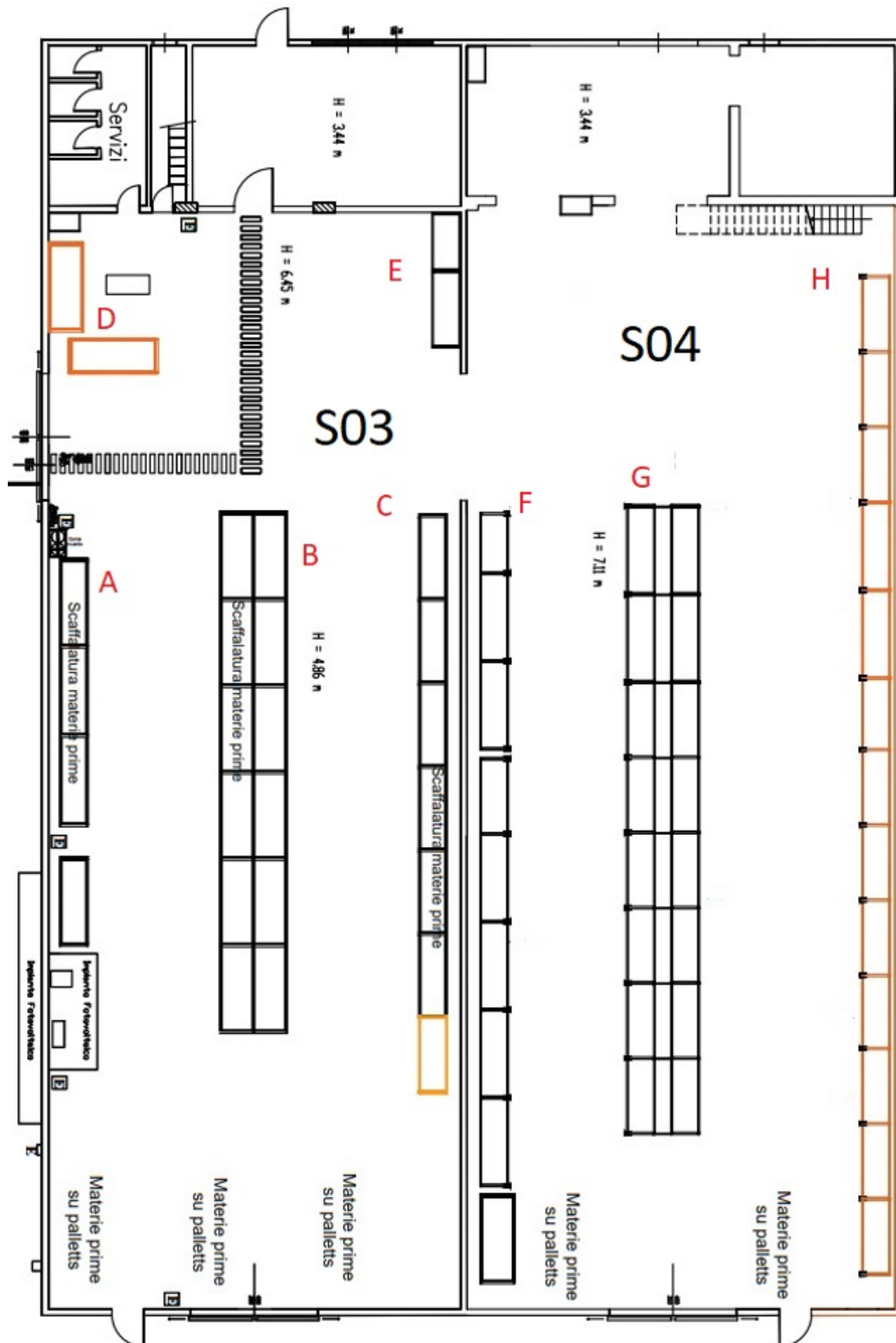


Fig. V.1

Come è possibile notare, i due magazzini sono comunicanti e della stessa dimensione, cioè 480 metri quadri ciascuno con un'altezza di 4,8 metri.

Il sistema di stoccaggio utilizzato è quello con scaffalature porta pallet. A ciascuna di esse è stato associato un codice al fine di riuscire a distinguerle nell'analisi più dettagliata che sarà effettuata di seguito.

### 5.1.1 MAGAZZINO S03

Possiamo partire col calcolare l'indice di saturazione superficiale, dato dal rapporto tra la superficie occupata e quella totale.

Nella tabella seguente vengono riassunte le dimensioni delle scaffalature presenti:

	A	B	C	D	E
Profondità <sup>23</sup>	1,5 m	2,5 m	1,5 m	0,9 m	0,9 m
Lunghezza	11,2 m	16,8 m	19,6 m	4,8 m	4,8 m
Superficie	16,8 m <sup>2</sup>	42 m <sup>2</sup>	29,4 m <sup>2</sup>	4,3 m <sup>2</sup>	4,3 m <sup>2</sup>
Altezza	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m
Volume	75,6 m <sup>3</sup>	189 m <sup>3</sup>	132,3 m <sup>3</sup>	19,35 m <sup>3</sup>	19,35 m <sup>3</sup>

Tab. V.1

Complessivamente le scaffalature occupano una superficie di circa 100 metri quadri, con altri 65 metri quadri destinati per lo stoccaggio di pallet a terra a causa dell'insufficienza del numero di vani nelle scaffalature. Ricordando che il capannone ha una superficie complessiva di 480 m<sup>2</sup>, di cui 430 dedicati allo stoccaggio, possiamo calcolare l'indice nel seguente modo:

$$\text{Indice saturazione superficiale} = \frac{100 + 65}{430} \cdot 100 \cong 38\%$$

<sup>23</sup> Nella profondità delle scaffalature con un fronte rivolto verso il muro è considerato anche lo spazio (15 cm circa) lasciato tra muro e scaffalatura dato che non può essere destinato ad altri scopi.

L'altezza utile allo stoccaggio è di 4,5 metri, per un volume complessivo di circa 2000 metri cubi. Come riportato nella tabella precedente, il volume complessivamente occupato dalle scaffalature è pari a 435 m<sup>3</sup>. Bisogna anche considerare il volume occupato dai pallet stoccati a terra che è circa 70 m<sup>3</sup> (65\*1,10). In questo modo possiamo calcolare l'indice di saturazione volumetrica.

$$\text{Indice saturazione volumetrica} = \frac{435 + 70}{2000} \cdot 100 \cong 25,25\%$$

Come possiamo notare, un sistema di stoccaggio di questo tipo non permette di sfruttare al massimo la superficie e il volume disponibile, tuttavia, tutti i pallet sono accessibili direttamente utilizzando un muletto e sfruttando i corridoi presenti fra le scaffalature. Ciò vuol dire che l'indice di selettività sarà pari a 1.

Per entrare ancor più nel dettaglio, conviene calcolare l'indice di saturazione delle scaffalature.

Di seguito viene riportata una tabella che descrive le scaffalature attualmente presenti:

	A	B	C	D	E
N° colonne vani	4	12	7	2	2
N° vani per colonna	3	3	3	3	3
N° vani totale	12	36	21	6	6
Larghezza colonna	280cm	280cm	280cm	240cm	240cm
n° pallet 80x120 stoccabili	36	108	63	12	12
n° pallet 100x100 stoccabili	24	72	42	12	12

Tab. V.2

Come è possibile notare, la larghezza dei vani è di 280cm nelle scaffalature A, B, C e di 240cm nelle scaffalature D ed E. In un vano di larghezza 280 cm è possibile stoccare un massimo di tre pallet di dimensione 80x120 oppure due di dimensione 100x100,



mentre nei vani di larghezza 240cm è possibile stoccarne al massimo due per entrambe le tipologie.

Dall'analisi emerge che in S03 è possibile stoccare un massimo di 231 pallet di dimensione 80x120 se tutti i vani fossero dedicati a questo tipo di pallet, oppure 162 pallet di dimensione 100x100 nel caso opposto.

Ad oggi la ripartizione dei vani rispetto alle due tipologie di pallet è la seguente:

	A	B	C	D	E
N° vani dedicati a 80x120	12	36	18	3	3
N° vani dedicati a 100x100	0	0	3	3	0

Tab. V.3

In definitiva possiamo concludere che i posti pallet attualmente disponibili in S03 sono:

$$N^{\circ} \text{ posti pallet} = (12 + 36 + 18) \cdot 3 + (3 + 3 + 3 + 3) \cdot 2 = 222$$

Di tali posti pallet ne sono occupati mediamente 200, pertanto:

$$\text{Indice saturazione scaffalature} = \frac{200}{222} \cdot 100 = 90\%$$

È un valore piuttosto elevato, soprattutto considerando che ciascun vano è codificato per ospitare un determinato codice di materia prima. A causa di una saturazione così elevata, quello che accade è che non si riesce sempre a stoccare il materiale nel rispettivo vano, ma viene collocato nel primo slot vuoto disponibile, con la conseguenza che, in fase di picking, il mulettista addetto alla mansione debba ricordarsi in quale vano fosse stato depositato quel determinato pallet. Altrimenti, dovrà andarlo a cercare con perdite di tempo importanti.

Inoltre, spesso accade che l'operatore che scarica il pallet non sempre coincide con quello che dovrà poi andarlo a prelevare per trasportarlo in produzione. In questi casi,

risulta spesso necessario chiedere in giro se qualcuno sa dove è stato messo quel determinato codice di materia prima, con enormi perdite di tempo.

### 5.1.2 MAGAZZINO S04

Anche in questo caso partiamo con il calcolo dell'indice di saturazione superficiale. Il capannone è identico a S03, pertanto ha una superficie di 480 m<sup>2</sup>, di cui 430 dedicati allo stoccaggio.

Nella tabella seguente vengono riassunte le dimensioni delle scaffalature presenti:

	F	G	H
Profondità	1,5 m	2,5 m	1,5 m
Lunghezza	22,4 m	20 m	32 m
Superficie	33,6 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup>
Altezza	4,5 m	4,5 m	4,5 m
Volume	151,2 m <sup>3</sup>	225 m <sup>3</sup>	216 m <sup>3</sup>

Tab. V.4

Come è possibile notare dalla tabella, la superficie complessivamente occupata dalle scaffalature è di circa 130 m<sup>2</sup>, con altri 30 m<sup>2</sup> destinati allo stoccaggio di pallet a terra.

In questo modo possiamo calcolare l'indice di saturazione superficiale:

$$\text{Indice saturazione superficiale} = \frac{130 + 30}{430} \cdot 100 \cong 37\%$$

L'altezza utile allo stoccaggio è di 4,5 metri, per un volume complessivo di circa 2000 metri cubi. Come riportato nella tabella precedente, il volume complessivamente occupato dalle scaffalature è pari a circa 590 m<sup>3</sup>. Bisogna anche considerare il volume occupato dai pallet stoccati a terra che è circa 33 m<sup>3</sup> (30\*1,10).

In questo modo possiamo calcolare l'indice di saturazione volumetrica.

$$\text{Indice saturazione volumetrica} = \frac{590 + 33}{2000} \cdot 100 \cong 31,1\%$$

Valgono le stesse considerazioni fatte per il magazzino S04, pertanto, anche in questo caso conviene calcolare l'indice di saturazione delle scaffalature.

Di seguito viene riportata una tabella che descrive le scaffalature attualmente presenti:

	F	G	H
N° colonne vani	9	16	13
N° vani per colonna	4	4	4
N° vani totale	36	64	52
Larghezza colonne	7 da 240 cm e 2 da 280cm	12 da 240cm e 4 da 280cm	11 da 240cm e 2 da 280cm
n° pallet 80x120 stoccabili	80	144	112
n° pallet 100x100 stoccabili	72	128	104

Tab. V.5

Come è possibile notare, in questo caso, le colonne di vani non hanno tutte la stessa larghezza all'interno della stessa scaffalatura.

Dall'analisi emerge che in S03 è possibile stoccare un massimo di 336 pallet di dimensione 80x120 se tutti i vani fossero dedicati a questo tipo di pallet, oppure 304 pallet di dimensione 100x100 nel caso opposto.

Ad oggi la ripartizione dei vani rispetto alle due tipologie di pallet è la seguente:

	F	G	H
N° vani dedicati a 80x120	30	22	0
N° vani dedicati a 100x100	6	42	52

Tab. V.6

Considerando che in F e G le colonne più larghe sono riservate a pallet di dimensione 80x120 in modo tale da potercene stoccare tre, possiamo concludere che i posti pallet attualmente disponibili in S04 sono:

$$N^{\circ} \text{ posti pallet} = (8 + 16) \cdot 3 + (28 + 48 + 52) \cdot 2 = 328$$

Di tali posti pallet ne sono occupati mediamente 300, pertanto:

$$\text{Indice saturazione scaffalature} = \frac{300}{328} \cdot 100 = 91\%$$

Il valore è praticamente identico a quello calcolato per S04, pertanto, valgono le stesse considerazioni fatte in precedenza.

### **5.1.3 STRUTTURA TELONATA T**

La struttura telonata T attaccata a S02 funge da zona di carico per i semilavorati pronti per essere spediti nelle relative destinazioni e di scarico per i materiali necessari nello stabilimento accanto. La mancanza di un vero e proprio magazzino per S02 ha fatto sì che tale struttura adempia a questa funzione ospitando una scaffalatura porta pallet con tre colonne vani di larghezza 280 cm, due di larghezza 240cm e due di larghezza 180cm. Complessivamente mette a disposizione 52 posti pallet 80x120 e 16 posti pallet 100x100. Tale disponibilità risulta spesso insufficiente, pertanto, parte dei materiali che vengono utilizzati in S02 devono essere stoccati in S03/S04 e, quando necessario, riportati sopra. Il tutto avviene tramite muletto e, considerando che la strada da percorrere è di circa 150 metri, il tempo perso è notevole. Inoltre, il tragitto è completamente all'aperto e, pertanto, può essere un problema in caso di maltempo. All'interno di tale struttura vengono stoccati anche altri materiali di varia natura, che spesso ci rimangono anche per molto tempo.

## 5.2 L'ANALISI DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE

Come detto nel capitolo precedente, gli stabilimenti dedicati alla produzione sono S01 ed S02. Il primo dovrebbe ospitare un reparto IDC, mentre il secondo dovrebbe ospitare l'intero reparto CRIMP e un secondo reparto IDC. Si usa il condizionale perché questa divisione non viene completamente rispettata per i motivi che saranno illustrati nel proseguo della trattazione. Inoltre, la decisione di tenere separati i due reparti IDC deriva dalla volontà/necessità di tenere separati i due grandi fornitori di connettori in plastica, cioè Molex (utilizzati nel reparto IDC in S01) e Tyco (utilizzati nel reparto IDC in S02).

Di seguito viene riportata la lista completa delle macchine con relativa tipologia e collocazione:

<b>COD MACCHINA</b>	<b>TIPOLOGIA</b>	<b>COLLOCAZIONE</b>
LAV09	MULTIPOLARE	S01
LAV06	CRIMP	S01
LAV11	CRIMP	S01
LAV22	IDC	S01
LAV31	IDC	S01
LAV41	IDC	S01
LAV46	IDC	S01
LAV54	IDC	S01
LAV56	IDC	S01
LAV15	IDC	S02
LAV16	IDC	S02
LAV17	IDC	S02
LAV18	IDC	S02
LAV23	IDC	S02
LAV27	IDC	S02
LAV28	IDC	S02
LAV29	IDC	S02
LAV36	IDC	S02
LAV37	IDC	S02
LAV43	IDC	S02
LAV50	IDC	S02
LAV00	CRIMP	S02

LAV01	CRIMP	S02
LAV02	CRIMP	S02
LAV03	CRIMP	S02
LAV04	CRIMP	S02
LAV05	CRIMP	S02
LAV07	CRIMP	S02
LAV08	CRIMP	S02
LAV10	CRIMP	S02
LAV12	CRIMP	S02
LAV13	CRIMP	S02
LAV39	CRIMP	S02
LAV45	CRIMP	S02
LAV47	CRIMP	S02
LAV48	CRIMP	S02
LAV49	CRIMP	S02
LAV51	CRIMP	S02
LAV55	CRIMP	S02
LAV56	CRIMP	S02
LAV20 PB1	PRESSA MANUALE	S02
LAV20 PB2	PRESSA MANUALE	S02
LAV20 PB3	PRESSA MANUALE	S02

Tab. V.7

Come possiamo notare dalla tabella, complessivamente l'azienda dispone di 40 macchine e 3 presse manuali.

Di seguito il dettaglio dei singoli stabilimenti.

## 5.2.1 STABILIMENTO PRODUTTIVO S01

Nell'immagine seguente viene riportato il layout attuale:

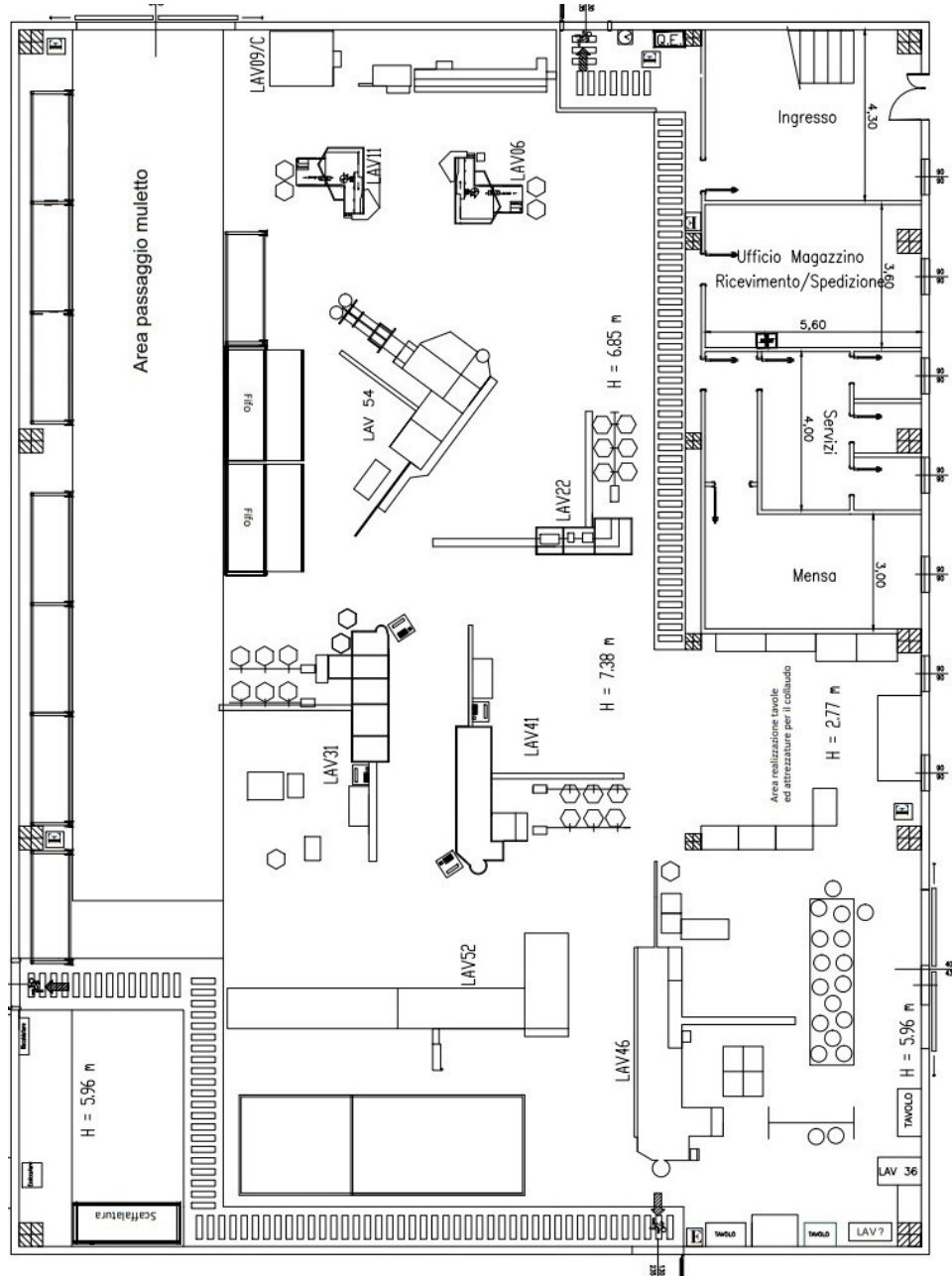


Fig. V.2

Come è possibile notare dall'immagine, in questo stabilimento, sono presenti 9 macchine, di cui una per il taglio di cavi multipolari, due CRIMP e le restanti IDC.

Notiamo anche la presenza di scaffalature che rappresentano magazzini di prossimità, riforniti dai materiali stoccati in S03 ed S04. In particolare, la scaffalatura a ridosso del reparto è, nella parte bassa, dinamica e quindi impostata su una logica FIFO: i materiali vengono caricati dal lato rivolto verso l'area di passaggio del muletto e prelevati dal lato rivolto verso le macchine.

Le rimanenti sono scaffalature porta-pallet che possono ospitare complessivamente 120 pallet di dimensione 80x120.

In S01 il problema di spazio è evidente andando ad osservare la LAV54 collocata in diagonale per riuscire ad avere le giuste vie di passaggio fra le macchine. Inoltre, è possibile notare la presenza di due macchine CRIMP, cioè la LAV11 e la LAV06 che dovrebbero essere in S02, ma non c'era spazio sufficiente per posizionarle.

Come è facile intuire, tali macchine, utilizzano gli stessi materiali utilizzati anche dalle macchine CRIMP in S02. Ciò causa un'inutile movimentazione di materiali tra i due stabilimenti che non crea valore aggiunto.

L'arrivo previsto di nuove macchine IDC complicherà ulteriormente il problema.



## 5.2.2 STABILIMENTO PRODUTTIVO S02

Nello stabilimento S02, come detto in precedenza, è collocato il reparto CRIMP (nella zona in basso) ed anche un secondo reparto IDC (nella zona in alto). Nell'immagine seguente è rappresentato il layout attuale:

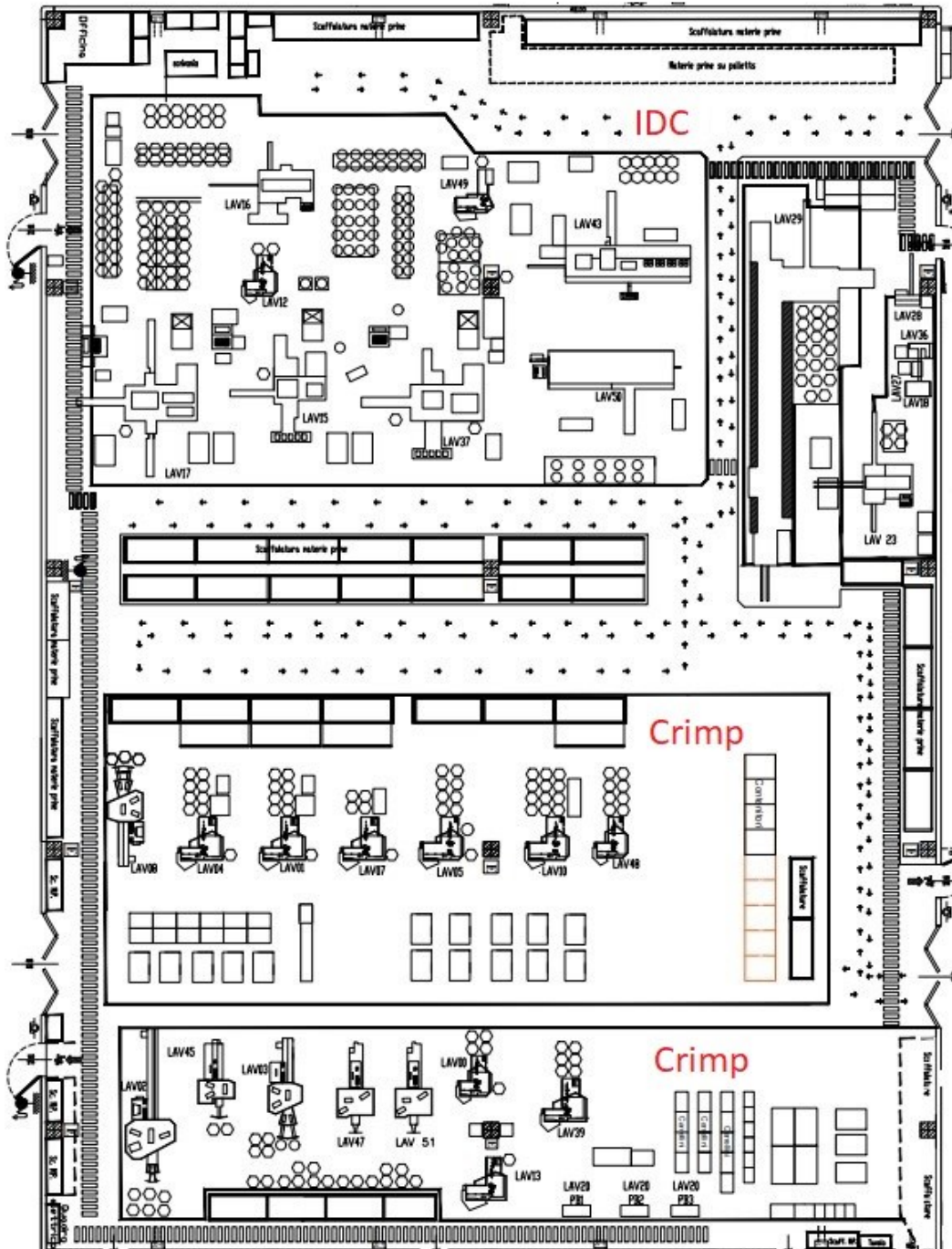


Fig. V.3

Come detto nel capitolo precedente, i semilavorati prodotti nel reparto CRIMP vengono messi in cassetine di plastica, successivamente riposte su pallet raggruppandole per codice padre, cioè in un pallet devono essere presenti tutti i contenitori con i semilavorati necessari per comporre quel codice padre. Di conseguenza, il pallet rimane nel reparto di produzione finché non vengono realizzati tutti i relativi codici figlio.

Le problematiche principali in questo stabilimento sono proprio rappresentate dalla gestione di tali contenitori. Ad oggi sono collocati principalmente nella parte centrale, fra le due file di macchine, con la zona di controllo situata vicino alle presse manuali. Lo spazio occupato è elevato e spesso l'operatore che conduce il transpallet utilizzato per movimentare i pallet va ad intralciare gli operatori che lavorano sulle macchine o che si devono spostare per prelevare materiale dalle scaffalature provocando delle perdite di tempo. Questi pallet vengono poi trasferiti nella zona di controllo, in cui le singole cassetine contenenti i semilavorati vengono prese da un operatore, controllate e successivamente ripallettizzate. Anche in questo caso l'inefficienza è enorme.

Le scaffalature presenti sono in parte dinamiche, in parte a ripiani e rappresentano magazzini di prossimità che verranno riforniti dai materiali stoccati al di sotto della struttura telonata retrattile (T) attaccata allo stabilimento. Vista la saturazione dei magazzini veri e propri (S03 ed S04), può capitare che alcuni pallet vengano portati all'interno dello stabilimento di produzione S02 anche se non immediatamente necessari.

Complessivamente, le scaffalature presenti mettono a disposizione 112 posti pallet per pallet di dimensione 100x100 e 133 posti pallet per pallet di dimensione 80x120. Anche in questo caso tutti occupati.

Un'altra problematica è rappresentata dalla mancanza di spazio per separare i pallet contenenti i semilavorati che avranno destinazioni diverse. Ad oggi questo smistamento avviene all'interno della struttura telonata collegata a S02, della quale non esiste un vero e proprio layout perché sarebbe destinata solo alle operazioni di carico e scarico, ma in realtà viene utilizzata come zona di stoccaggio di materiali vari perché non ci sono spazi alternativi.

Inoltre, è possibile notare la presenza di due macchine CRIMP all'interno del reparto IDC, cioè la LAV12 e la LAV49. Anche in questo caso messe lì per mancanza di spazi alternativi.

### **5.3 CONSIDERAZIONI**

Come abbiamo potuto notare dall'analisi svolta, la mancanza di spazi adeguati crea numerose problematiche. Tra le principali possiamo evidenziare:

- Impossibilità di realizzare uno stoccaggio razionale dei materiali
- Movimentazioni inutili
- Creazione di layout non ottimali

Tuttavia, è interessante capire come si è arrivati ad una situazione del genere. Innanzitutto, dobbiamo sottolineare che in un business di questo tipo devono essere gestiti tantissimi codici differenti di materia prima. Attualmente ci sono ben 1140 codici attivi.

Fino a qualche anno fa si riusciva a gestire più o meno efficientemente il tutto, riuscendo ad attuare una logica di just in time per molti materiali.

Lo scoppio della pandemia ha portato ad un peggioramento delle condizioni. Contrariamente a quanto previsto, l'azienda ha avuto una crescita importantissima

(circa il +36% contro il +10% previsto). L'incremento così importante dei volumi è stato uno dei primi fattori destabilizzanti perché non si era ancora pronti ad un salto di questo tipo. È stato necessario acquistare nuovi macchinari e altri ancora sono in arrivo, inoltre l'inserimento di nuovi codici di prodotto finito spesso comporta ad un incremento del numero di tipologie di materiali necessari per realizzarli.

A peggiorare la situazione c'è stato il problema dello shortage dei materiali iniziato nel 2021. Infatti, molte aziende, durante il periodo più complicato della pandemia, hanno ridotto considerevolmente le loro produzioni e ad oggi c'è scarsità di moltissimi componenti, su tutti i metalli, polimeri, semiconduttori ecc.

Per paura che i fornitori rimanessero senza alcune tipologie di materiali, spesso sono stati amplificati gli ordini andando a saturare completamente i magazzini.

Inoltre, un'altra conseguenza dello shortage è rappresentata dall'incremento dei lead time. Per alcune tipologie di cavi e connettori, il lead time si è allungato fino a 50 settimane, ciò vuol dire che si ordina oggi quello che servirà tra un anno.

È chiaro che in un periodo di tempo così lungo può succedere di tutto, ma allo stesso tempo si deve poter garantire al cliente la consegna per non subire penali di decine di migliaia di euro per ogni giorno di fermo linea. In una situazione di questo tipo è impensabile attuare una logica di just in time e diventa indispensabile creare scorta.

Come se non bastasse, lo scoppio della guerra in Ucraina ha complicato ulteriormente la situazione creando un'imprevedibilità ancor più alta della domanda, dato che molti produttori di elettrodomestici hanno delocalizzato la produzione in quelle zone.

Questo insieme di fattori ha portato l'azienda a decidere di ampliare i propri spazi e realizzare un nuovo stabilimento, la cui trattazione verrà approfondita nel prossimo e ultimo capitolo.

## CAPITOLO 6: L'AMPLIAMENTO PRODUTTIVO

Alla luce delle considerazioni fatte in precedenza e alla previsione di crescita del mercato anche nei prossimi anni si è capito che fossero maturi i tempi per realizzare un investimento importante e dotare l'azienda di nuovi spazi al fine di combattere le inefficienze illustrate nel capitolo precedente.

La direzione ha deciso quindi di avviare il progetto per la realizzazione di un nuovo stabilimento (S05) che sorgerà accanto alla struttura telonata T e avrà le stesse dimensioni di S02. Nell'immagine seguente ne viene mostrata la collocazione:



Fig. VI.1

I lavori di scavo sono partiti a Giugno 2022 e si prevede di averlo operativo per gli inizi del 2023. Complessivamente il nuovo fabbricato fornirà altri 1200 m<sup>2</sup>.

## 6.1 IL NUOVO LAYOUT DI S01

Il primo vantaggio importante è rappresentato dalla possibilità di andare a collocare tutte le macchine nel rispettivo reparto.

Di seguito viene rappresentato il layout aggiornato dello stabilimento S01:

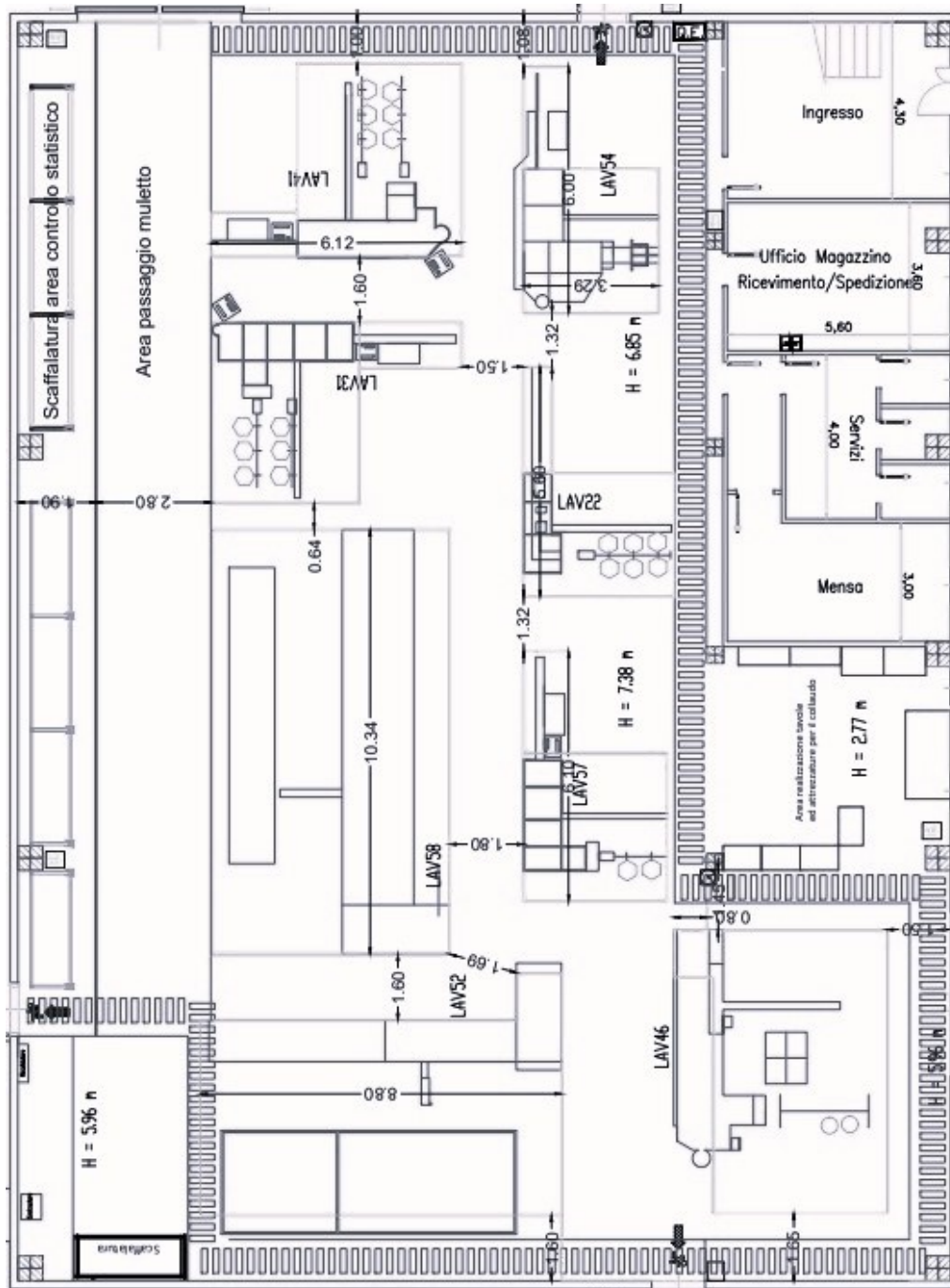


Fig. VI.2

Come è possibile notare dall'immagine, si potranno rimuovere le due macchine CRIMP (LAV11 e LAV06) e portarle nel nuovo stabile S05, insieme a tutte le altre macchine della stessa tipologia. In questo modo si recupereranno spazi che potranno essere utilizzati per raddrizzare la LAV54 e collocare una nuova macchina in arrivo a breve, che si chiamerà LAV58.

## **6.2 IL NUOVO LAYOUT DI S02**

Lo stabile S02 verrà svuotato dell'intero reparto CRIMP che sarà trasferito in S05 assieme alle scaffalature di prossimità e, pertanto, ospiterà solamente il reparto IDC. Lo spazio recuperato verrà destinato allo smistamento dei contenitori dei semilavorati destinati alle diverse destinazioni estere, cioè Romania, Serbia e Ucraina, che ad oggi viene effettuato all'interno della struttura telonata T. Inoltre, ci sarà la possibilità di collocare nuove macchine in caso di futuri ampliamenti produttivi oppure nuove scaffalature porta-pallet in caso di necessità.

## **6.3 STABILIMENTO S05**

Come detto, in questo stabile confluiranno tutte le macchine CRIMP possedute dall'azienda e ci sarà lo spazio anche per trasferirvi la scaffalatura presente all'interno della struttura telonata T e posizionarne di nuove, in modo tale da avere un numero di posti pallet sufficiente per stoccare tutti i materiali necessari al reparto. In questo modo la struttura telonata tornerà alla sua funzione originale, cioè zona di carico/scarico e, inoltre, si evita di immagazzinare le materie prime necessarie al CRIMP in S03-S04, eliminando movimentazioni che non creano valore aggiunto.

La problematica principale, a questo punto, è rappresentata dal modo in cui si andranno a disporre le macchine nel nuovo stabile. Il vantaggio è che si tratta di una soluzione ex novo e, pertanto, non ci saranno vincoli fisici di nessun tipo.

A tal fine ho preparato cinque alternative di layout che verranno illustrate di seguito.

### 6.3.1 ALTERNATIVA A

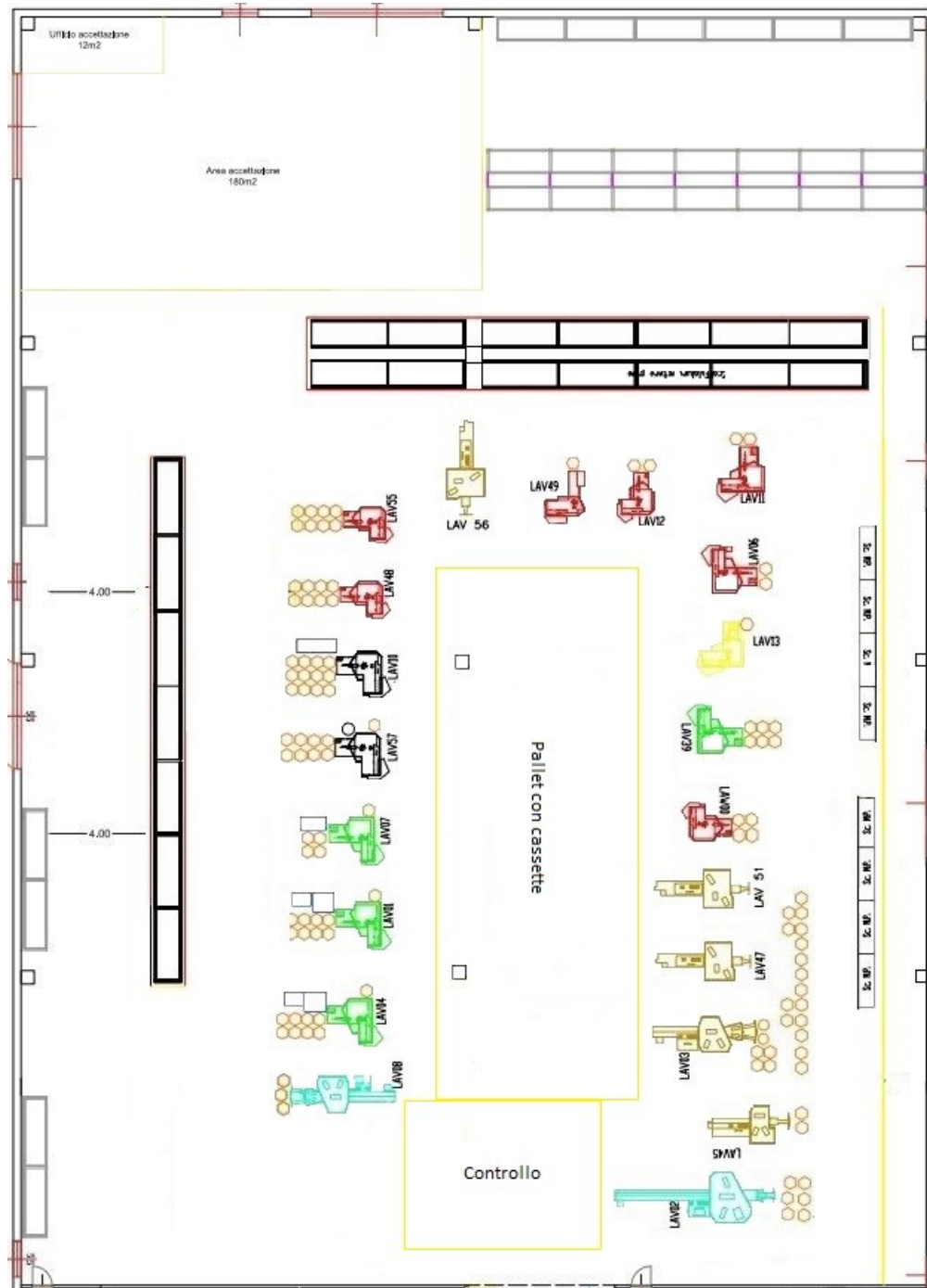


Fig. VI.3

Questa soluzione è molto simile alla configurazione che c'è adesso in S02, cioè macchine organizzate in due file e pallet dei semilavorati collocati nel mezzo. Man



mano che i pallet vengono completati verranno trasferiti con il transpallet nella zona di controllo. Eseguito il controllo sarà necessario riprendere i pallet e posizionarli all'interno della struttura telonata T, pronti per essere spediti alle rispettive destinazioni.

### 6.3.2 ALTERNATIVA B

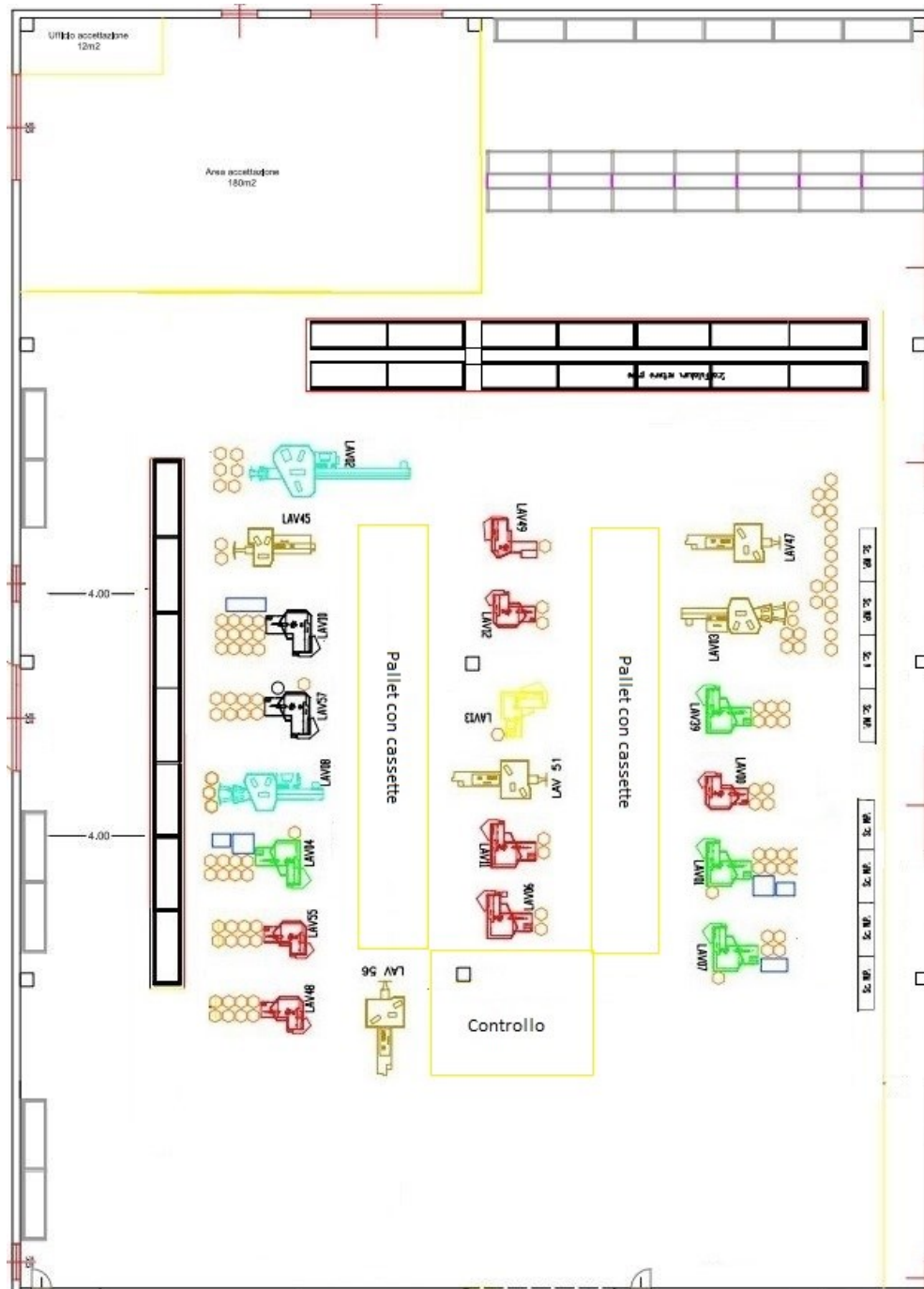


Fig. VI.4

Questa soluzione è simile alla precedente, ma le macchine sono organizzate in 3 file anziché due. In questo modo si riesce a recuperare parecchio spazio nella fascia in basso riducendo lo spazio complessivo occupato dai pallet dei semilavorati.

### 6.3.3 ALTERNATIVA C

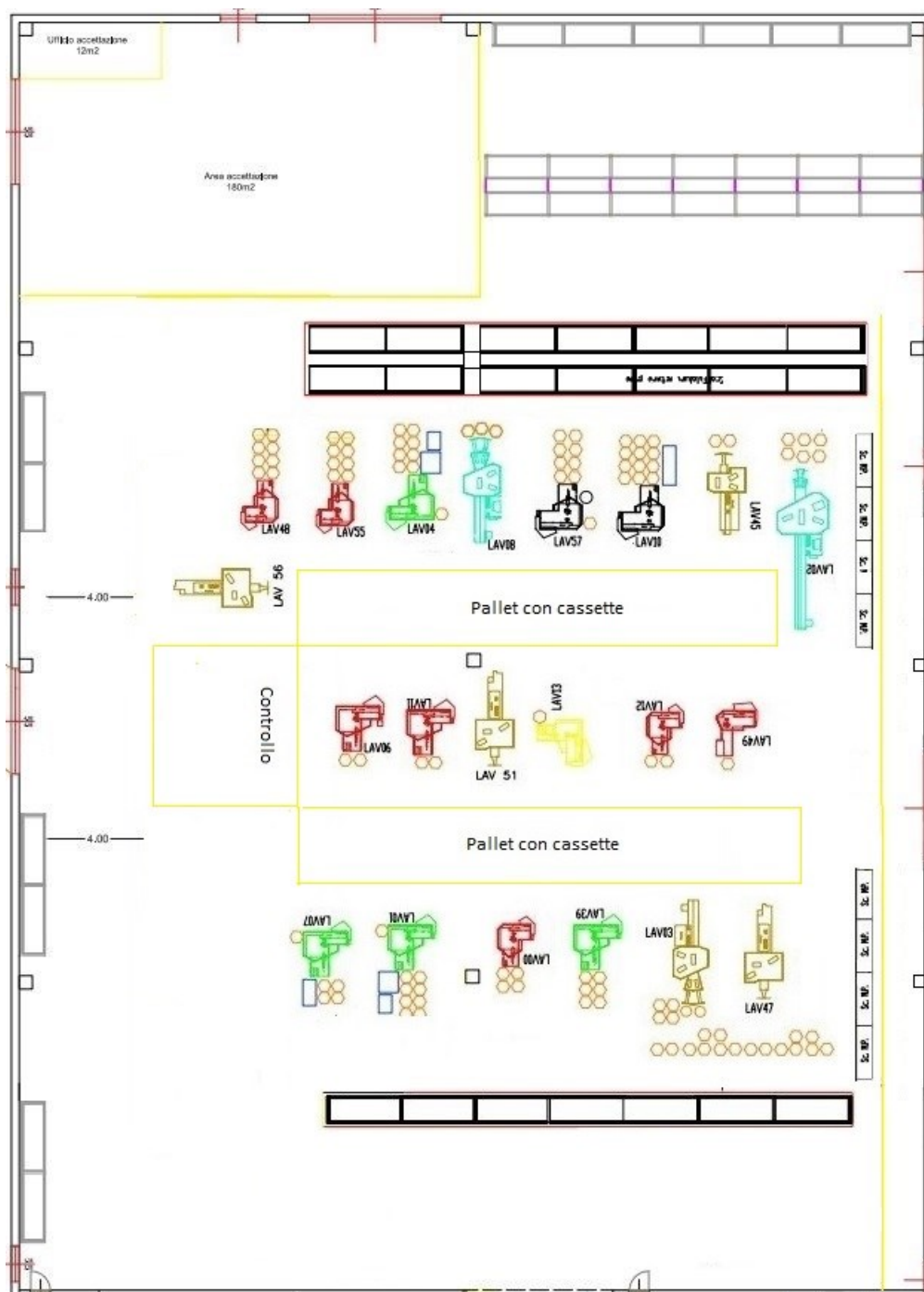


Fig. VI.5

Tale soluzione è praticamente la stessa della precedente, ma capovolta di 90° verso destra. La scaffalatura andrà a finire nel fronte in basso del capannone e quindi più lontana dalla zona di ingresso delle merci, ma la zona di controllo sarà situata molto vicino alla porta di collegamento con la struttura telonata.

### 6.3.4 ALTERNATIVA D

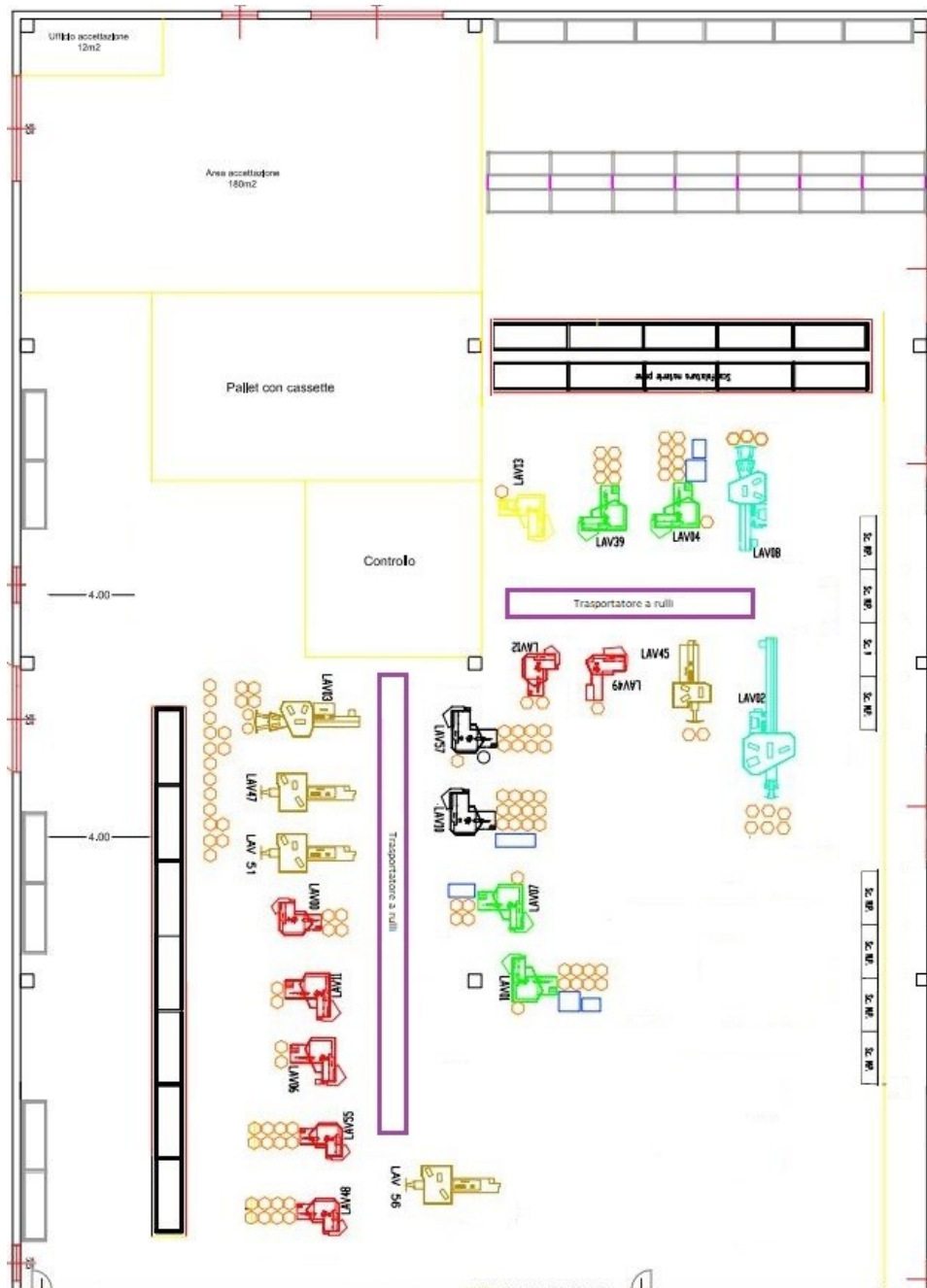


Fig. VI.6

In questo caso vediamo qualcosa di diverso, ovvero la presenza di trasportatori a rulli o a rotelle che permetteranno di trasferire le cassette con i semilavorati direttamente nella zona di controllo. In questo modo lo spostamento dell'operatore è minimo perché tutte le macchine sono disposte attorno ai trasportatori e, inoltre, si elimina la necessità di movimentare due volte i pallet con le casse dei semilavorati. Infatti, i contenitori verranno pallettizzati solo dopo che viene effettuato il controllo. In questo modo si elimina anche la necessità di destinare ulteriore spazio ai pallet con i semilavorati ancora da controllare.

Ovviamente, tale soluzione prevede un investimento aggiuntivo necessario per acquistare i trasportatori.

### 6.3.5 ALTERNATIVA E

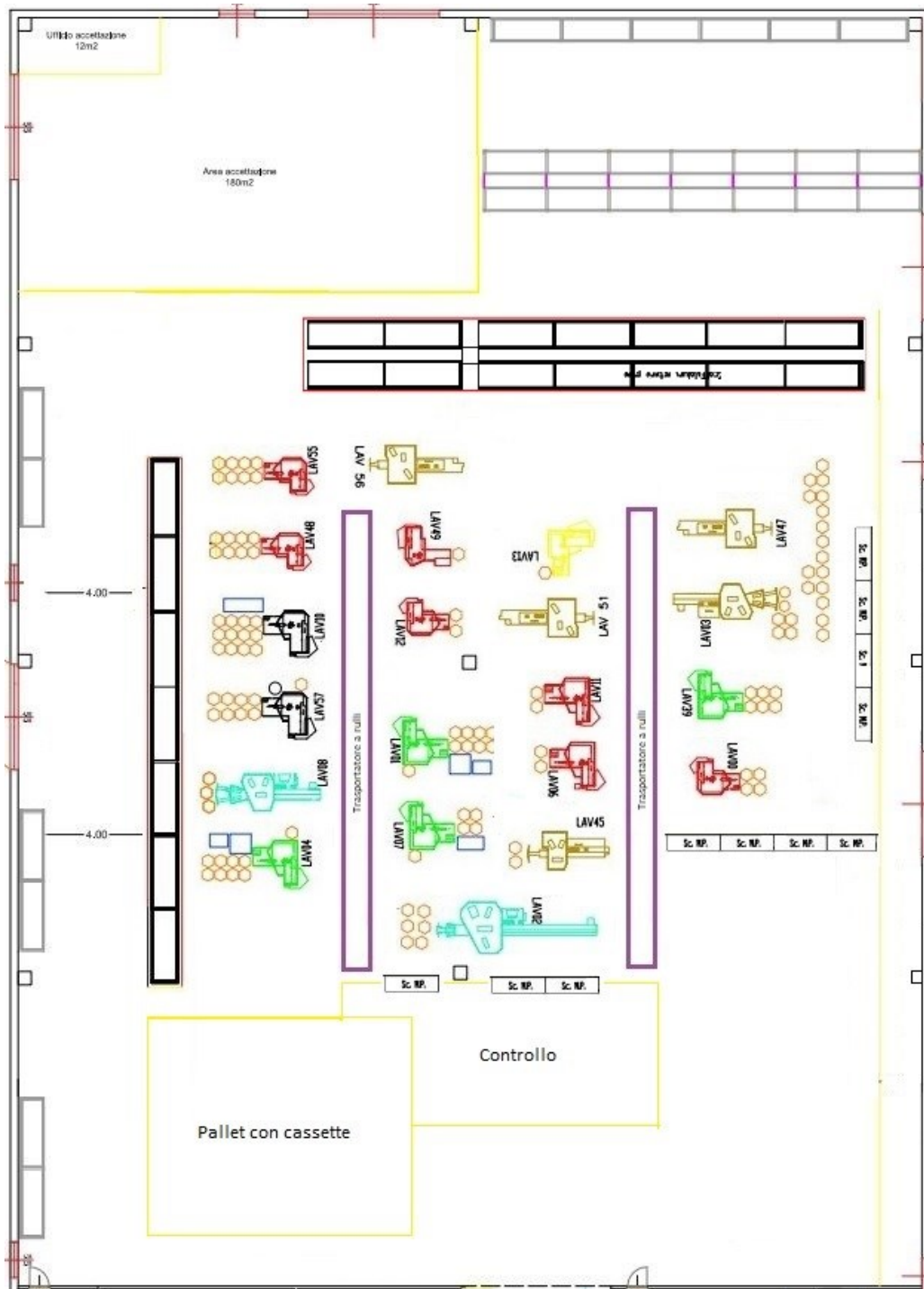


Fig. VI.7

Quest'ultima soluzione prevede i trasportatori come la precedente, ma la configurazione è totalmente differente. Infatti, notiamo la presenza di 4 file di

macchine parallele, con le aree destinate al controllo e ai pallet dei semilavorati nella parte bassa.

## **6.4 VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE CON SUPERDECISION**

Le soluzioni viste in precedenza presentano sia vantaggi che svantaggi ovviamente e, pertanto, l'analisi deve essere approfondita. Al fine di valutare le varie alternative proposte si è scelto di utilizzare la tecnica dell'AHP, illustrata nel terzo capitolo, attraverso il software superdecision.

### **6.4.1 LA STRUTTURA GERARCHICA**

Come detto in precedenza, la prima cosa da fare è definire la struttura gerarchica in termini di obiettivo, criteri, sottocriteri e alternative.

L'obiettivo, nel nostro caso, è la scelta del layout. Tale obiettivo sarà valutato in base ad una serie di criteri. In particolar modo, ne sono stati individuati quattro:

1. Uso efficiente dello spazio
2. Minimizzazione degli spostamenti
3. Sicurezza
4. Economicità

Per l'uso efficiente dello spazio abbiamo individuato 4 sottocriteri:

- I) Facilità di introduzione nuove macchine
- II) Gestione pallet semilavorati
- III) Facilità di futuri spostamenti delle macchine
- IV) Possibilità di destinare spazi ad altre attività

Anche per la minimizzazione degli spostamenti ne sono stati individuati altrettanti:

- I) Distanza operatore<sup>24</sup>-area deposito contenitori
- II) Distanza operatore-scaffalature
- III) Distanza area di scarico merce-scaffalature
- IV) Distanza area deposito contenitori-area di carico

Mentre per quanto riguarda la sicurezza sono stati individuati tre sottocriteri:

- I) Movimentazione carichi pesanti
- II) Ergonomia della postazione di lavoro
- III) Intersezione carrelli elevatori con aree pedonali

Di seguito un'immagine della struttura gerarchica creata in Superdecision:

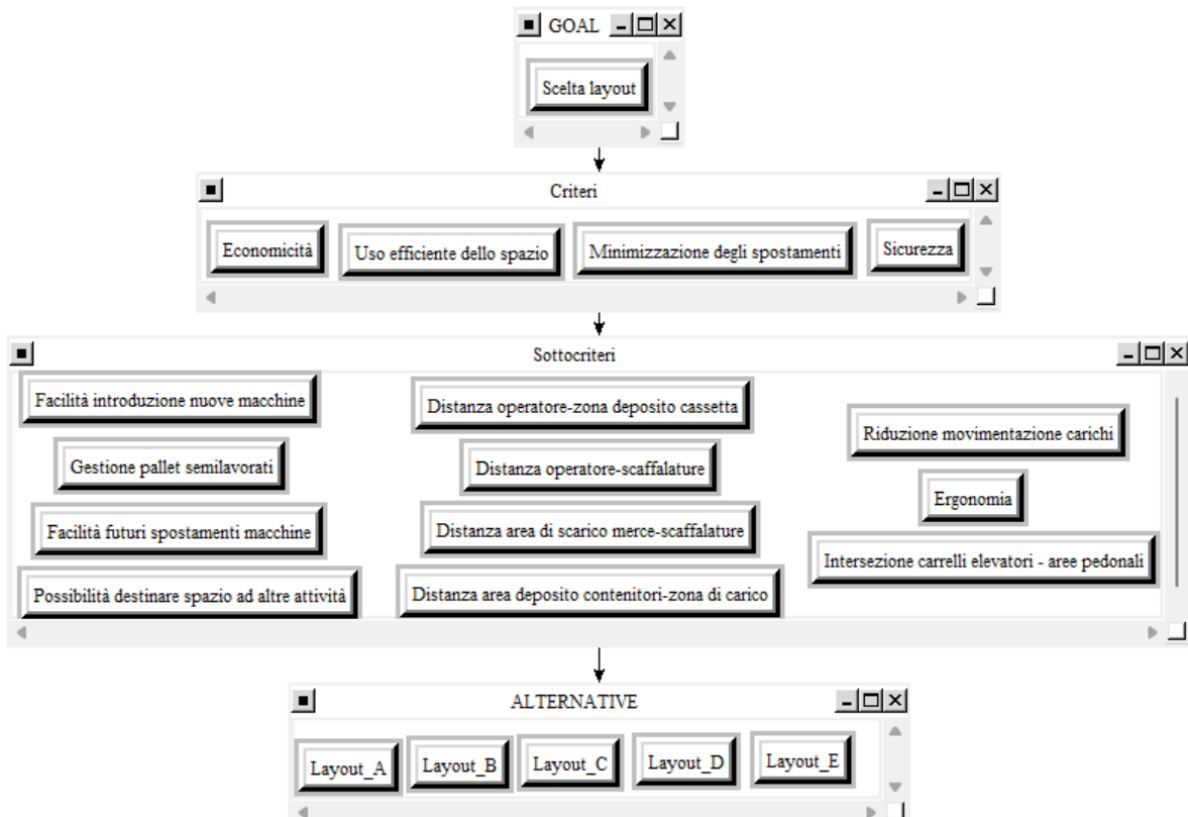


Fig. VI.8

<sup>24</sup> Le distanze dell'operatore sono relative ad una media delle distanze percorse fra tutti gli operai

## 6.4.2 INSERIMENTO DEI PESI

Dopo aver creato la struttura gerarchica è necessario effettuare tutti i confronti a coppia, cioè dei criteri rispetto all'obiettivo, dei sottocriteri rispetto ai criteri e delle alternative rispetto ai sottocriteri. Per ciascuno di essi verrà riportata la tabella con le priorità risultanti dopo aver inserito i pesi.

- **Confronti a coppia fra i criteri rispetto all'obiettivo**

Inconsistency: 0.01643		
Economici~		0.21603
Minimizza~		0.27345
Sicurezza		0.35461
Uso effic~		0.15591

Fig. VI.9

- **Confronti a coppia fra i sottocriteri rispetto al criterio**

Sicurezza:

Inconsistency: 0.01306		
Ergonomia		0.37406
Intersezi~		0.30267
Riduzione~		0.32327

Fig. VI.10

Minimizzazione spostamenti:

Inconsistency: 0.01160		
Distanza ~		0.09543
Distanza ~		0.16009
Distanza ~		0.27718
Distanza ~		0.46730

Fig. VI.11

Uso efficiente dello spazio

Inconsistency: 0.02222		
Facilità ~		0.16641
Facilità ~		0.29679
Gestione ~		0.46862
Possibili~		0.06817

Fig. VI.12



- **Confronti a coppia delle alternative rispetto ai criteri/sottocriteri**

Economicità:

Inconsistency: 0.00786		
Layout_A		0.29311
Layout_B		0.29311
Layout_C		0.29311
Layout_D		0.08270
Layout_E		0.03796

Fig. VI.13

Ergonomia:

Inconsistency: 0.00589		
Layout_A		0.38112
Layout_B		0.16104
Layout_C		0.16104
Layout_D		0.14840
Layout_E		0.14840

Fig. VI.14

Riduzione movimentazione carichi:

Inconsistency: 0.00000		
Layout_A		0.14286
Layout_B		0.14286
Layout_C		0.14286
Layout_D		0.28571
Layout_E		0.28571

Fig. VI.15

Intersezione carrelli elevatori con aree pedonali:

Inconsistency: 0.01255		
Layout_A		0.19565
Layout_B		0.18200
Layout_C		0.10974
Layout_D		0.19879
Layout_E		0.31383

Fig. VI.16

Distanza operatore-area deposito contenitori:

Inconsistency: 0.00017		
Layout_A		0.05462
Layout_B		0.07969
Layout_C		0.07969
Layout_D		0.39300
Layout_E		0.39300

Fig. VI.17

Distanza operatore-scaffalature:

Inconsistency: 0.00812		
Layout_A		0.41468
Layout_B		0.08757
Layout_C		0.08757
Layout_D		0.25729
Layout_E		0.15289

Fig. VI.18

Distanza area di scarico merce-scaffalature:

Inconsistency: 0.00000		
Layout_A		0.23077
Layout_B		0.23077
Layout_C		0.07692
Layout_D		0.23077
Layout_E		0.23077

Fig. VI.19

Distanza area deposito contenitori-area di carico:

Inconsistency: 0.01520		
Layout_A		0.09725
Layout_B		0.06177
Layout_C		0.41854
Layout_D		0.26252
Layout_E		0.15992

Fig. VI.20

Gestione pallet semilavorati:

Inconsistency: 0.00073		
Layout_A		0.06634
Layout_B		0.09124
Layout_C		0.09124
Layout_D		0.37559
Layout_E		0.37559

Fig. VI.21

Facilità futuri spostamenti macchine:

Inconsistency: 0.00406		
Layout_A		0.40841
Layout_B		0.19855
Layout_C		0.19855
Layout_D		0.12559
Layout_E		0.06890

Fig. VI.22

Facilità introduzione nuove macchine:

Inconsistency: 0.02549		
Layout_A		0.08136
Layout_B		0.16195
Layout_C		0.09215
Layout_D		0.27780
Layout_E		0.38675

Fig. VI.23

Possibilità di destinare spazi ad altre attività:

Inconsistency: 0.01520		
Layout_A		0.06177
Layout_B		0.26252
Layout_C		0.15992
Layout_D		0.41854
Layout_E		0.09725

Fig. VI.24

### 6.4.3 LA CLASSIFICA FINALE

Dopo aver effettuato tutti i confronti a coppia, il software genera in automatico una classifica fra le varie soluzioni proposte:






Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Layout_A		0.981670	0.222166	0.079802
Layout_B		0.756600	0.171229	0.061506
Layout_C		0.714624	0.161729	0.058093
Layout_D		1.000000	0.226314	0.081292
Layout_E		0.965743	0.218561	0.078507

Fig. VI.25

Come è possibile notare dall'immagine, il layout preferibile è quello rappresentato dall'alternativa D, seguito da quelli delle alternative A ed E. Più distaccati quelli delle alternative B e C.

### 6.5 SVILUPPI FUTURI

Quello appena illustrato rappresenta lo stato attuale delle analisi effettuate, che proseguiranno nei prossimi mesi. Ricordiamo infatti che l'AHP è un utile strumento di supporto alle decisioni che permette di farsi un'idea di massima su quale siano le alternative migliori e scartare fin da subito le peggiori.

Lo step successivo, infatti, sarà quello di selezionare le tre soluzioni con punteggio più alto e fare una valutazione più dettagliata di queste ultime al fine di scegliere la migliore.

## CONCLUSIONI

L'attuale contesto economico, caratterizzato da un clima di forte incertezza ha portato le aziende ad affrontare nuove sfide in cui il contenimento dei costi risulta essere fondamentale per continuare a generare profitti. A tal fine, ricordiamo che una quota importante dei costi che un'impresa deve sostenere è rappresentata da quelli legati alla logistica interna.

Tuttavia, come del resto l'elaborato si prefiggeva di evidenziare, al fine di riuscire ad ottimizzare i flussi interni è necessario avere a disposizione gli spazi giusti farlo.

A conferma di ciò è stato riportato l'esempio della Selettra Srl che, per tutta una serie di motivazioni discusse in precedenza, si è trovata a subire sulla propria pelle gli effetti negativi della mancanza di spazio.

La riduzione delle inefficienze logistiche risulta fondamentale sempre, ma a maggior ragione in questo settore in cui la profittabilità è parecchio bassa.

È evidente che la realizzazione di un nuovo stabilimento rappresenta una sfida non indifferente sia in termini economici che di tempo necessario alla completa messa in opera. Tuttavia, è innegabile che i benefici che se ne possono ricavare sia a breve termine (riduzione delle inefficienze), sia a lungo termine (prospettive di crescita) dovrebbero essere da forte incentivo per un'azienda che mira ad espandersi e accrescere il proprio business.

## **BIBLIOGRAFIA**

*“Impianti industriali. Criteri di scelta, progettazione e realizzazione”*, A. Pareschi,  
Società Editrice Esculapio, 2007.

Altro materiale didattico.

Materiale fornito dall’azienda.

## **SITOGRAFIA**

[www.selettra.it](http://www.selettra.it)

[www.mecalux.it](http://www.mecalux.it)

[www.blog.stesi.it](http://www.blog.stesi.it)

[www.projectmanagementonline.it](http://www.projectmanagementonline.it)

[www.logisticaefficiente.it](http://www.logisticaefficiente.it)

[www.esselogistics.it](http://www.esselogistics.it)

[www.wikipedia.it](http://www.wikipedia.it)

## RINGRAZIAMENTI

Un'altra pagina della mia vita è stata scritta. Non nego che questi ultimi due anni mi abbiano messo a dura prova, sia fisicamente che mentalmente, ma proprio grazie a questo ne esco rafforzato e con la consapevolezza di poter realizzare qualsiasi obiettivo che mi prefisserò.

Sono stati anni pieni di sacrifici e sofferenze, che non sarei stato in grado di affrontare senza l'appoggio delle persone a me più care. Pertanto, ci tengo a ringraziare particolarmente:

- La mia famiglia che mi è stata vicina sempre in questo percorso.
- Francesca che per me c'è sempre stata e che mi ha dimostrato che l'amicizia vera esiste. Per lei un grazie non sarà mai abbastanza.
- Valentina che mi ha supportato e soprattutto sopportato in tutte le mie ansie pre-esame.
- Il prof. Maurizio Bevilacqua che mi ha assistito nella stesura della tesi.
- La Selettra srl che mi ha concesso l'opportunità di svolgere l'attività di tirocinio e mi ha offerto la possibilità di continuare anche dopo la laurea.
- I compagni di studio e tutti i miei amici che non ho menzionato precedentemente.