



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

---

Corso di laurea triennale in Ingegneria Gestionale

**Progettazione e analisi dei magazzini automatizzati**  
**Design and analysis of automated warehouses**

Relatore:

Chiar.mo Prof. Maurizio Bevilacqua

Tesi di Laurea di:

Samuele Micolucci

matr. 1086865

Correlatore:

Chiar.ma Dott.ssa Sara Antomarioni

**A.A. 2020/2021**

# Sommario

Questa tesi è stata redatta durante il tirocinio di ricerca, che in accordo con il relatore tratterà una tematica, che ancora ad oggi risulta non del tutto implementata all'interno di realtà aziendali.

Già dal titolo "Progettazione e analisi dei magazzini automatizzati", si capisce come l'attenzione dell'elaborato viene posta su una possibile implementazione di tecnologie all'interno di un'attività, che ad oggi genera ancora molti dubbi sull'effettiva efficienza e sostenibilità del business di un servizio di questo genere per un'azienda.

Lo scopo dell'elaborato è perciò quello di andare ad analizzare diverse situazioni aziendali per poi verificare l'effettiva utilità di un'eventuale implementazione dell'automatizzazione nelle varie attività.

La prima parte definisce delle informazioni abbastanza generali sul concetto di magazzino, dove vengono riportate le principali funzioni e costi che l'azienda deve sostenere, per poi passare alla classificazione dei vari magazzini, per poi concludere con l'introduzione all'automatizzazione per mezzo di sistemi WMS.

Nella seconda parte invece, si scende più nel pratico, di fatti l'attenzione è posta dapprima nella gestione efficace delle scorte per mezzo di modelli come l'EOQ e l'EOI, per poi proseguire con la definizione dei principali indici di performances che permettono di valutare il business del magazzino in maniera efficace, utili per capire se necessario implementare qualche tipologia di servizio, che permette l'automatizzazione del processo, e quindi in maniera indiretta migliorare l'efficacia delle attività svolte.

La parte conclusiva tratta prevalentemente dell'attività di "picking", che risultano fondamentali all'interno di un magazzino. Verranno quindi elencati le principali tipologie di scaffalature che permettono un "Refilling" efficace, successivamente invece viene spiegato il concetto di "Picking", nella quale il processo di implementazione di automatizzazione, potrebbe portare parecchio vantaggio ad una azienda.

# INDICE

<b>Capitolo 1</b>	<b>4</b>
<b>Il magazzino: funzione e costi</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Definizione di cos'è e cosa rappresenta per l'azienda il magazzino</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Le principali funzioni del magazzino</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1 Ricevimento dei prodotti in magazzino</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2 Esecuzione del controllo qualità</b>	<b>5</b>
<b>1.2.3 Controllo e inventario dei prodotti stoccati</b>	<b>5</b>
<b>1.2.4 Preparazione degli ordini per cliente o centro produttivo</b>	<b>5</b>
<b>1.2.5 Operazioni legate allo stoccaggio delle merci</b>	<b>6</b>
<b>1.2.6 Operazioni di "Picking" e "Refilling"</b>	<b>7</b>
<b>1.2.7 Spedizione degli ordini</b>	<b>7</b>
<b>1.3 I principali costi del magazzino</b>	<b>8</b>
<b>1.3.1 Costo della superficie e del personale</b>	<b>8</b>
<b>1.3.2 Costi dei sistemi</b>	<b>9</b>
<b>1.3.3 Costi di mantenimento a magazzino</b>	<b>9</b>
<b>1.3.4 Costi di mantenimento a magazzino</b>	<b>10</b>
<b>1.3.5 Costi derivanti da una cattiva gestione dello stock</b>	<b>10</b>
<b>CAPITOLO 2</b>	<b>10</b>
<b>Le varie tipologie di magazzino</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Classificazione di magazzini in base alle attività svolte</b>	<b>10</b>
<b>2.1.2 Classificazione in base al layout di magazzino</b>	<b>12</b>
<b>2.1.3 Classificazione per livello di automatizzazione</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Progettazione del magazzino</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1 Progettazione dei magazzini automatizzati</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Software per il controllo del magazzino</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Dimensionamento del magazzino</b>	<b>19</b>
<b>CAPITOLO 3</b>	<b>22</b>
<b>La gestione delle scorte e indici di performance di magazzini</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Gestione delle scorte</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1 Le tipologie di scorte</b>	<b>23</b>
<b>3.1.2 I principali costi delle scorte</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Tecniche per gestire le scorte</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1 Modello EOQ (Economic Order Quantity)</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2 Modello EOI (Economic Order Interval)</b>	<b>27</b>

3.2.3 Tecniche di gestione a fabbisogno	27
3.3 Gestione del magazzino per mezzo di “Analisi ABC”	27
3.4 Cross analysis	28
3.5 Indici di performances del magazzino	30
3.5.1 Le diverse tipologie di KPI nella logistica	30
3.5.2 Indicatori di efficienza e di efficacia	32
3.5.3 Ulteriori indici di performance	34
<b>CAPITOLO 4</b>	<b>35</b>
4.1 In cosa consiste mappare il magazzino	35
4.2 Codici SKU e UPC	38
<b>CAPITOLO 5</b>	<b>40</b>
5.1 Il Refilling	40
5.2 il picking	43
5.2.1 Progettazione del picking in magazzino	45
5.2.2 Alcune tecniche per migliorare il picking	46
5.3 Politiche di percorrenza (politiche di routing)	47
<b>Conclusioni</b>	<b>51</b>

## Capitolo 1

### Il magazzino: funzione e costi

Nel primo capitolo, vogliamo focalizzare la nostra attenzione su una visione generale di ciò che il magazzino rappresenta per l'attività dell'azienda. Pertanto, nella prima parte, verranno analizzate le informazioni relative alla definizione del magazzino, verranno quindi descritte le principali funzioni e i costi delle sue caratteristiche.

#### 1.1 Definizione di cos'è e cosa rappresenta per l'azienda il magazzino

Il magazzino è lo strumento principale utilizzato per gestire nel modo più efficace lo stoccaggio e l'elaborazione del flusso in entrata da fornitori esterni o dal centro di produzione interno dell'azienda, inviato in produzione o venduto direttamente ai clienti finali.

In altre parole, un magazzino è una struttura logistica che consente il flusso di ricezione, stoccaggio e distribuzione dei prodotti, solitamente coordinato, motivo per cui spesso viene utilizzato lo stoccaggio; ma in pratica quali sono le principali attività e funzioni del magazzino centrale?

#### 1.2 Le principali funzioni del magazzino

Essere al corrente delle funzioni e delle attività che si svolgono all'interno di un impianto migliora è imprescindibile se si aspira a una gestione efficiente del centro.

Nel magazzino centrale vengono svolte sette attività principali:

- Ricevimento dei prodotti in magazzino
- Esecuzione del controllo qualità
- Controllo e inventario dei prodotti stoccati
- Operazioni legate allo stoccaggio delle merci
- Preparazione degli ordini da destinare al cliente o al centro produttivo
- Operazioni di picking e refilling
- Spedizione degli ordini

##### 1.2.1 Ricevimento dei prodotti in magazzino

Per quanto riguarda il ricevimento dei prodotti in magazzino, si fa un'analisi preliminare del prodotto, ovvero si tiene conto delle dimensioni dello stesso oltre al peso e le unità di carico, al fine di stabilire le risorse meccaniche, umane e informatiche necessarie per un corretto stoccaggio.

Le informazioni relative al peso e dimensione del prodotto risultano particolarmente utili poiché attraverso esse si possono definire i macchinari che verranno installati all'interno del magazzino; tuttavia, questi parametri possono

discostarsi da quelli utilizzati per definire la fase di stoccaggio, per questo motivi risulta conveniente utilizzare dei macchinari versatili che possono essere utilizzati anche nella fase di immagazzinamento.

Al livello di immagazzinamento possono verificarsi due scenari:

- Se la merce ricevuta è compatibile con le strutture, può essere omessa l'analisi preliminare
- In caso di incompatibilità è necessario realizzare delle modifiche per consentire il corretto stoccaggio.

In entrambi i casi, comunque il magazzino deve essere fornito di più banchine, necessarie per agevolare le operazioni carico o scarico dei camion.

### **1.2.2 Esecuzione del controllo qualità**

La fase del controllo qualità in genere prevede una prima operazione nella quale viene effettuata una campionatura selettiva, ovvero vengono aperti alcuni imballaggi verificandone il contenuto sia in termini di qualità che di quantità. Per agevolare tale fase, le unità di carico devono essere accompagnate da una bolla, dove vengono riportate le principali caratteristiche del prodotto ricevuto.

Una seconda analisi effettuata in questa fase permette di definire la resistenza dell'imballaggio ed eventualmente si procede alla modifica dello stesso al fine di adattare l'imballaggio alle caratteristiche del magazzino.

### **1.2.3 Controllo e inventario dei prodotti stoccati**

Una volta terminato il controllo relativo alla qualità del prodotto, si passa ad una fase nella quale si procede al conteggio effettivo dei prodotti, al fine di registrare i dati ricavati nel sistema centrale, il tutto accompagnato dalla collaborazione dell'ufficio ricevimento, che deve poter procedere ad un immediato reclamo al fornitore o al centro produttivo nel momento in cui non vi sia corrispondenza tra la merce e la bolla di accompagnamento.

### **1.2.4 Preparazione degli ordini da destinare al cliente o al centro produttivo**

Ultimato il conteggio dei prodotti in entrata e l'inserimento dei dati nel sistema centrale, si procede con l'assegnazione di un'ubicazione precisa per ogni unità di carico, tuttavia è necessario effettuare l'operazione inversa, aggiornando così i dati relativi anche ai prodotti uscenti dal magazzino, in maniera tale da assegnare un'unità di carico ad un vano vuoto. Il controllo dei prodotti entranti e uscenti permette così di risparmiare tempo oltre ad evitare movimentazioni inutili all'interno del magazzino.

Un controllo di questo tipo ovviamente necessita di software specializzati di gestione del magazzino, che automatizzando il processo, permette di sfruttare al massimo le risorse disponibili, oltre a minimizzare eventuali errori che possono

essere commessi in questa fase; tuttavia, l'utilizzo di software verrà approfondito più avanti.

### 1.2.5 Operazioni legate allo stoccaggio delle merci

La fase relativa alle operazioni legate al corretto stoccaggio delle merci, è probabilmente la più importante, poiché alla base di un servizio efficiente. Per stoccaggio dei prodotti si intende l'operazione di conservare la merce, che può essere materia prima, semilavorato o prodotto finito, in appositi depositi.

Nel momento in cui è stato compreso il significato di "Stoccaggio", sorgono dei dubbi relativi su come sistemare i prodotti in magazzino, in particolare in che ordine e in che quantità, questa operazione è fondamentale per il corretto posizionamento dei prodotti all'interno del deposito. La scelta di ubicare la merce è un'operazione da pianificare già a partire dalla progettazione del layout del magazzino.

Prima ancora di organizzare le merci e i prodotti sugli scaffali, è necessario classificarli in base ai seguenti parametri:

- **Natura del prodotto:** è un prodotto gassoso, solido o liquido?
- **Tipo di imballaggio:** come sono stati confezionati i prodotti? Che tipo di imballaggi sono stati usati? Vanno posizionati su uno scaffale, in un bidone, armadio o su pallet?
- **Caratteristiche:** che dimensioni, peso e volume hanno gli articoli?
- **Condizioni ambientali:** alcuni prodotti sono più sensibili al calore, all'umidità o alle vibrazioni?

Una volta osservate le caratteristiche dei prodotti, si sceglie un sistema di stoccaggio compatibile con le reali necessità.

Considerando i seguenti fattori:

- **Indice di rotazione:** se i tuoi articoli hanno presentano un basso indice di rotazione, è opportuno scegliere un sistema di stoccaggio intensivo.
- **La scadenza dei prodotti deperibili:** lo stoccaggio dinamico è il metodo migliore per i magazzini alimentari in quanto assicura una buona rotazione degli SKU.
- **Il tipo di magazzino:** il tuo è un magazzino tradizionale, manuale, intensivo o frigorifero?
- **I tuoi obiettivi:** se vuoi ottimizzare il tuo impianto, valuta i pro e contro delle soluzioni per lo stoccaggio automatico delle merci.

Una volta terminata la classificazione si assegnano dei codici identificativi SKU (stock keeping unit), che permettono la localizzazione del prodotto all'interno di

un magazzino, strumento particolarmente utilizzato nelle aziende che operano nell'e-commerce, tuttavia verrà approfondito successivamente.

### 1.2.6 Operazioni di “Picking” e “Refilling”

Le preparazioni degli ordini in magazzino o picking è un'attività del magazzino in cui la merce viene raccolta dalle aree di stoccaggio per poi costituire l'ordine al cliente, è importante conoscere le fasi della preparazione degli ordini o del prelievo, per ottenere una buona organizzazione e gestione del magazzino.

Le fasi in cui è suddivisa sono:

- **Pre-pianificazione:** raccolta degli ordini e tutti i dati ad essi correlati, come bolle di consegna, in genere vengono raccolte definendo il grado di priorità degli ordini di acquisto.
- **Spostamento nel magazzino:** operazione che può richiedere molte più risorse, ma grazie ai magazzini automatici viene semplificata questa fase migliorando la produttività.
- **Estrazione:** operazione che può richiedere utilizzo di risorse differente a seconda delle circostanze, ovvero se un articolo si trovi in alto o in basso, oppure viene tenuto conto anche dell'eventuale inventario non eseguito in maniera ottimale.
- **Verifica e preparazione dell'ordine per la consegna:** momento conclusivo, nella quale vengono verificate che le fasi precedenti siano state svolte in maniera corretta.

Per la massima efficienza possibile, è necessario programmare gli ordini, e che questi vengano effettuati per unità di carico complete.

Qui entra in gioco la capacità del magazzino centrale di prevedere le richieste con il massimo anticipo e di mantenersi aggiornato sulle esigenze dei restanti centri che fanno parte della catena di approvvigionamento. L'analisi dei dati rappresenta l'unico sistema capace di formulare previsioni precise orientate ai risultati.

È pertanto necessaria una comunicazione costante tra tutti gli anelli della supply chain per ottenere i dati necessari per pianificare nuove strategie in tempi brevi.

### 1.2.7 Spedizione degli ordini

Per concludere, è necessario anche fare riferimento all'aspetto legato alla rapidità nella spedizione degli ordini, detto anche lead time, fondamentale sotto due punti di vista, in prima battuta permette di essere competitivi all'interno del mercato, una consegna rapida o costante permette all'azienda di ottenere fiducia da parte degli acquirenti, inoltre permette di evitare ingorghi e colli di

bottiglia che rallenterebbero innanzitutto il controllo del magazzino, ma potrebbe ostacolare l'intero ciclo produttivo.

### 1.3 I principali costi del magazzino

Come vengono calcolati i costi di magazzino? Questa operazione non è affatto scontata, e può risultare molto più complessa di quanto si possa immaginare.

I costi di gestione di gestione del magazzino vengono descritti di solito come una percentuale del valore dell'inventario su base annuale, in genere i soli costi di mantenimento in deposito possono rappresentare anche il 25% del valore delle scorte disponibili. Molte aziende in genere tendono a trascurare lo studio relativo alla gestione del magazzino senza tenere conto che se non gestiti nella maniera più opportuna e oculata, i costi di deposito possono aumentare fino a rendere non sostenibile il proprio business

Ma effettivamente quanto costa gestire un magazzino? Non è facile dare una vera e propria definizione univoca di costi di gestione del magazzino, poiché essa dipende da numerosi fattori, tenendo conto che non vi sia una vera e propria classificazione "Corretta" relativa alle spese di magazzino, una stima precisa può essere effettuata suddividendo i costi in cinque macrocategorie:

- **Costo della superficie e del personale**
- **Costi dei sistemi**
- **Costi di ordine**
- **Costi di mantenimento a magazzino**
- **Costi derivanti da una cattiva gestione dello stock (costi di penuria o stock out)**

#### 1.3.1 Costo della superficie e del personale

La prima voce di costo descrive tutto ciò che un'impresa deve assumersi per disporre di una determinata area utilizzata per lo stoccaggio, oltre che il costo del personale impegnato al corretto funzionamento dello stesso. I costi sono suddivisi in:

- **Affitto e/o acquisto:** in questo caso i costi dell'immobile logistico dipenderanno in grande misura dal tipo di investimento ed è completamente soggettivo.
- **Finanziamento:** il costo degli interessi legati al capitale richiesto dall'azienda per realizzare l'investimento.
- **Manutenzione e riparazione:** tutti i costi legati alle riparazioni come ad esempio vernici, soluzioni di isolamento, riparazioni di pavimentazioni o interventi per ristrutturare/migliorare l'edificio.

- **Assicurazione:** normalmente le imprese stipulano con le compagnie assicurative dei contratti che coprono e tutti i rischi legati alle attività di magazzino e che riguardano tanto la struttura, come le persone e le merci.
- **IMU:** i costi legati all'Imposta Municipale Unica che va pagata solo sugli immobili di proprietà.
- **Personale:** comprende voci di costo relative al salario, costi amministrativi, in genere sono spese che fluttuano durante i periodi di alta richiesta, ovvero quando è necessario ricorrere ad assunzioni e straordinario o licenziamenti e sottoimpieghi.

### 1.3.2 Costi dei sistemi

Per quanto riguarda i costi relativi ai sistemi, rientrano tutte le spese riguardanti strumenti e attrezzature per la movimentazione, che possono essere manuali o automatiche, in questa voce rientrano pure dispositivi utilizzati per il picking, oltre che le macchine utilizzate per l'imballaggio automatico.

Per sistemi inoltre vengono intesi:

- **Sistemi di stoccaggio**
- **Software di gestione del magazzino:** Anche se non risulta un bene materiale, non è certamente da ignorare questa voce di costo, poiché potrebbe risultare un investimento necessario per migliorare il funzionamento del magazzino.

### 1.3.3 Costi di mantenimento a magazzino

I costi di gestione dell'ordine sono costi legati al riapprovvigionamento e sono relativi alle spese che un'azienda deve sostenere ogni qual volta viene emesso un ordine.

Tali costi possono essere suddivisi in:

- **Costo della procedura di ordine:** può essere considerato come un costo fisso, indipendente dal numero di unità ordinate. Generalmente include le commissioni dovute per emettere l'ordine, oltre alle spese amministrative di fatturazione, contabilità o comunicazione.
- **Costi di logistica inbound:** relativi a trasporto e ricezione (scarico e verifica). Si tratta di costi variabili: il costo di spedizione dovuto al fornitore dipende dal volume totale di merci ordinate, per cui il costo per unità ordinata può essere soggetto a variazioni notevoli.

### 1.3.4 Costi di mantenimento a magazzino

I costi di mantenimento a magazzino, non riguarda unicamente la movimentazione delle merci, ma include anche spese relative a: costi di capitale, di rischio e assicurazioni.

I costi di rischio sono legati agli articoli che possono perdere valore nel periodo in cui sono messi a magazzino, soprattutto nel caso in cui il deterioramento sia molto rapido (aziende alimentari), questa voce di costo comprende anche lo "Shrinkage", ossia la perdita dei prodotti tra il momento dell'acquisto e il successivo momento della vendita, costo che può essere causato da vari fattori quali: errori aziendali, taccheggio, furto da parte dei dipendenti.

### 1.3.5 Costi derivanti da una cattiva gestione dello stock

Infine, l'ultima voce riguarda principalmente una cattiva gestione delle scorte, si tratta di oneri generati da inefficienze o eventi imprevisti nell'attività logistica. Ecco un breve elenco delle cause più rilevanti che li determinano

- **Stock out:** genera perdite dirette (la mancata vendita) e indirette (la perdita di credibilità dell'azienda).
- **Danni alle merci:**
- **Incongruenze di inventario:** causate da furti o da errori nella gestione delle informazioni.
- **Obsolescenza delle scorte:** alcuni prodotti possono risultare invendibili una volta passato un determinato periodo di tempo. Un magazzino che conserva merci invendibili, oltre alla perdita economica, accumula costi di stoccaggio inutili.

## CAPITOLO 2

### Le varie tipologie di magazzino

In questo capitolo verranno affrontate più nello specifico quali sono le varie tipologie di magazzino che è possibile includere all'interno di un'attività aziendale. Verranno dapprima classificati in base al tipo di attività che viene svolta all'interno di un deposito, per poi passare con il livello di automatizzazione che è necessario raggiungere, per poi concludere con la progettazione necessaria per l'implementazione di una determinata tipologia di magazzino.

### 2.1 Classificazione di magazzini in base alle attività svolte

Una volta definite le attività classiche svolte all'interno di un magazzino, è necessario da parte dell'azienda avviare uno studio relativo all'attività economica che viene richiesta per la costruzione di un deposito, eventualmente all'acquisto o affitto dello stesso. Questo studio ovviamente è mirato a seconda delle necessità e degli obiettivi da raggiungere da parte della azienda, per questo

motivo è necessario verificare quale sia la tipologia di magazzino più adatta alla situazione aziendale; perciò, è fondamentale una classificazione che permette di definire tale scelta.

La fase di stoccaggio è sicuramente una delle operazioni più importanti per ottenere una logistica più efficiente in termini di risorse all'interno di un deposito. Il termine stoccaggio allude alle operazioni di immagazzinaggio, conservazione di molteplici tipologie di materiali quali materie prime, WIP (work in progress) e prodotti finiti.

A questo punto è possibile definire una prima classificazione delle tipologie di magazzino, di fatti ogni deposito può essere, a prescindere dalle attività svolte all'interno, interno all'azienda, in conto terzi, in cross-docking points, mobile oppure doganale.

Ovviamente se vi è necessità e soprattutto disponibilità, la scelta più scontata risiede in un magazzino interno all'azienda, in cui ogni articolo è contraddistinto da un codice univoco, nella quale vi è una descrizione dello stesso in termini di dimensioni e quantità ma utile anche per localizzare il pacco sulle varie scaffalature. Ovviamente una scelta di questo genere necessita di costi di mantenimento elevati, principalmente dovuti al costo dell'affitto o eventualmente dall'acquisto, costi del personale e spese relativa all'eventuale manutenzione.

Per questo motivo spesso le aziende decidono di affidarsi a terzi, abbattendo così le spese sopra citate. Questi depositi non appartengono direttamente all'azienda, ma bensì ad un'azienda specializzata che si occupa per conto di altre imprese di provvedere ad un corretto stoccaggio della merce. A volte questa scelta può comportare delle spese maggiori, tuttavia abbatte tutte le difficoltà logistiche che una piccola azienda non riuscirebbe a sostenere.

In genere si affitta uno spazio necessario allo stoccaggio, successivamente la merce viene gestita unicamente da terzi, che si occupa dapprima del corretto immagazzinamento, di preparare poi l'ordine e infine in base alle dimensioni dell'azienda logistica, affidare la spedizione a corrieri propri oppure nazionali.

Un discorso diverso va fatto invece quando si parla di Cross-Docking points e magazzini mobili, i primi sono dei particolari depositi nella quale è prevista l'uscita della merce in giornata, senza aver bisogno di occupare delle scaffalature. Questa tipologia è implementata principalmente per aziende che trattano merci fresche e facilmente deperibili, in genere beni alimentari. I magazzini mobili invece hanno la caratteristica principale di non prevedere opere murarie, di fatti è costruito con materiali leggeri e facili da montare e smontare, utilizzato principalmente nei settori agrario, industriale e sportivo.

Infine, vi sono i magazzini doganali, che in genere sono gestiti direttamente dallo stato di appartenenza, utilizzati per il controllo delle merci proveniente da paesi extraeuropei.

### 2.1.2 Classificazione in base al layout di magazzino

Una seconda classificazione della tipologia di magazzino da implementare può essere fatta a partire dalla scelta del layout che caratterizza il deposito, in particolare è necessario garantire la prontezza di risposta alle esigenze del cliente, cercando di minimizzare ogni tipo di risorsa utilizzata, sia in termini di costi che di sfruttamento dello spazio disponibile, assicurando però delle condizioni di lavoro adeguate.

Possiamo definire quindi i magazzini con seguenti schemi di layout:

- **A flusso lineare**
- **A flusso definito a “U”**
- **A flusso definito a “L”**

La prima tipologia è utile nel momento in cui il flusso è unidirezionale, esso è caratterizzato da un'area di ricevimento delle merci tramite banchine, poi da un'area di stoccaggio, un'area di picking, e infine da un'area di spedizioni che in genere coincide con l'area di ricevimento. Esiste la possibilità di sovrapporre queste aree, ad esempio, quelle di stoccaggio nella parte superiore e di picking nella parte inferiore per poter sfruttare flussi veloci.

In questo modo i flussi nel magazzino sono lineari, in maniera tale si abbatta il rischio di coinvolgimento tra le varie operazioni. Il tutto si traduce in operazioni semplici, minimizzando errori e incidenti sul lavoro.

La soluzione a flusso lineare ha il limite di essere particolarmente utile, solo nel caso in cui vi sia uno spazio esterno da sfruttare, in genere utilizzato per le operazioni di carico e scarico per mezzo di baie.

La tipologia definito a “U” è caratterizzata principalmente dal fatto che le aree di ricevimento e di spedizione sono adiacenti sullo stesso lato del magazzino, le aree sono nettamente separate tra loro, in modo da evitare ingorghi e incidenti di lavoro, tra le due zone.

A differenza di una tipologia a flusso lineare, le aree di stoccaggio e di picking sono maggiori, questa soluzione è utilizzata principalmente se non vi sono spazi esterni molto grandi e si è costretti ad utilizzare solo una parte del magazzino attraverso l'utilizzo di baie di carico e scarico.

L'ultima tipologia di magazzino seguendo uno schema di layout è a flusso definito a “L”, anche in questo caso le aree di spedizione e ricevimento merci sono poste sui lati adiacenti, inoltre vengono utilizzate nel caso in cui non vi sia uno spazio esterno molto grande.

La differenza sostanziale di una soluzione di questo genere, rispetto alle precedenti risiede nel fatto che vi è indipendenza fra l'area di carico e scarico, in maniera tale da eliminare del tutto ogni tipo di interferenza fra le due, riuscendo eventualmente a creare un percorso diretto fra zona carico e scarico, senza passare per l'area dedita allo stoccaggio.

Il principale svantaggio di una tipologia a “L” risiede nel fatto che è necessario porre particolare attenzione al posizionamento delle scaffalature nell’area di stoccaggio, in genere si tende a preferire un’entrata dei materiali facilitata piuttosto che un’uscita più veloce.

### 2.1.3 Classificazione per livello di automatizzazione

Un discorso più approfondito invece viene fatto su una classificazione che si basa sul livello di automazione di magazzino.

In questa classificazione si possono distinguere tre tipologie di magazzino:

**MANUALE:** gestione e movimentazione della merce, e manutenzione vengono effettuate da operatori specializzati

**SEMI-AUTOMATICO:** magazzino gestito per metà da operatori specializzati e per metà automaticamente.

**AUTOMATICO:** il magazzino viene completamente gestito in modo meccanico, ad eccezione della manutenzione che viene effettuata da operatori specializzati.

Questa classificazione è probabilmente la più attuale, di fatti i magazzini automatici sono oggi tra i sistemi più utilizzati nella gestione delle operazioni di stoccaggio e movimentazione dei materiali.

I motivi sono facili da capire: nelle diverse tipologie disponibili sul mercato e grazie all'utilizzo di tecnologie sempre più all'avanguardia, queste soluzioni portano vantaggi alle aziende sotto diversi punti di vista.

In prima battuta permette ridurre lo spazio occupato fino a dieci volte in meno rispetto ad un magazzino tradizionale, aspetto da non sottovalutare assolutamente in quanto, lo spazio in eccesso permette di dare una sicurezza maggiore ad un’impresa che prevede una crescita nel corso degli anni, poiché una volta saturato lo spazio disponibile non vi è possibilità di crearne altro, se non utilizzando un secondo deposito, scelta che però comporterebbe delle spese aggiuntive.

Un altro aspetto interessante legato alla scelta di un impianto automatizzato risiede nella possibilità di gestire più scorte in maniera più precisa, questo perché completamente automatizzato significa tenere traccia di qualunque prodotto all’interno del magazzino, e sapere con certezza se esso si trovi all’interno o meno. L’automazione permette, inoltre, di gestire perfettamente le spedizioni secondo la logica FIFO (First In First Out) evitando che siano dimenticati dei pallet che poi diventano troppo “vecchi” per essere spediti, riducendo così al minimo ogni spesa relativa all’obsolescenza.

Il magazzino automatizzato, inoltre si dimostra un ottimo aiuto per la gestione del controllo della qualità di un’azienda, poiché permette di determinare in maniera automatica su quali e quanti prodotti effettuare un campionamento di controllo, ed eventualmente tenerli bloccati fino al completamento della verifica.

Nel caso in cui delle scelte aziendali portano a delocalizzare il magazzino, l'automatizzazione dello stesso risulta fondamentale, questo perché processi produttivi che avvengono in paesi lontani rispetto a mercati sui quali i prodotti vengono venduti, con molta probabilità necessitano di tempi di approvvigionamento molto lunghi. In questi casi, perciò, è necessario immagazzinare il maggior numero di scorte, e gestirle con grande efficienza, altrimenti si rischia di annullare il risparmio derivante dalla delocalizzazione del deposito.

Il principale vantaggio però dell'implementazione dell'automatizzazione all'interno del magazzino deriva dal fatto che vi è un sistema di picking con errori minimi che garantisce maggiore sicurezza per gli operatori. In genere in un magazzino tradizionale il sistema di picking è stato sempre fatto con la tecnica "uomo alla merce", ovvero gli operatori girano per il magazzino per prelevare o stoccare i prodotti. Con una logica del tutto automatizzata la tecnica di picking invece è "merce all'uomo", ovvero le merci vengono convogliate in maniera automatica nelle stazioni di lavoro degli operatori, garantendo così una sicurezza sul lavoro maggiore, oltre che velocizzare e ottimizzare il processo.

Con una modalità "merce all'uomo" inoltre si ottengono incrementi di performance importanti, eliminando del tutto ogni tipo di errore di prelievo.

## **2.2 Progettazione del magazzino**

La progettazione del magazzino sia esso tradizionale o automatico, è ovviamente un passo importante per l'azienda: una errata studio relativo alla costruzione del deposito, potrebbe generare danni ingenti all'impresa.

La progettazione di un magazzino è un processo più complesso di quanto possa sembrare a prima vista: ci sono una molteplicità di fattori, interni ed esterni, che vanno presi in considerazione nella realizzazione del layout, poiché comprende elementi fisici e logici, oltre che a problematiche che possono presentarsi a monte o a valle.

Per tali motivazioni inizialmente è necessario effettuare una checklist di tutti i requisiti che l'impianto dovrà soddisfare, utile principalmente per definire il sistema di layout più adatto che permette di semplificare la fase di progettazione.

Questa checklist dipende principalmente da informazioni relative al tipo di produzione e fornitura oltre che a strumenti usati per la movimentazione delle merci.

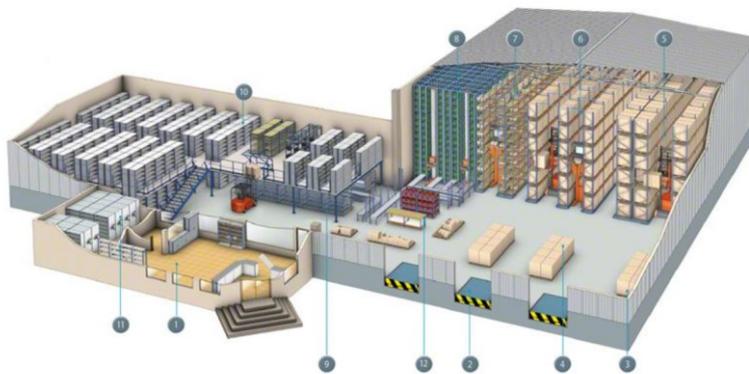
La formulazione di un più adatto layout permette di definire informazioni relative al posizionamento dei punti di input e output, sui mezzi di movimentazione usati e infine fornisce indicazione sulle norme dell'edificio per garantire sicurezza ad ogni operatore.

La seconda fase per una corretta progettazione comprende la determinazione del tempo di ciclo, per il carico e posizionamento delle merci, oltre che della potenzialità di movimentazione effettiva.

Una corretta progettazione oltre che massimizzare gli spazi disponibili, permette di avere massima facilità e flessibilità nell'accesso ai prodotti stoccati, massimo indice di rotazione, minimo spostamento interno di merci.

Nell'immagine seguente si può notare la struttura interna di un tipico magazzino con le relative aree: (Figura 2.1)

Figura 2.1 Struttura tipica di un magazzino



1. Edificio uffici e servizi.
2. Baie di carico e scarico
3. Ricevimento e controllo.
4. Spedizioni.
5. Magazzino ad alta rotazione o prodotto voluminoso.
6. Picking ad alta rotazione su pallet.
7. Magazzino per prodotti irregolari.
8. Magazzino per componenti a media rotazione.
9. Magazzino per componenti ad alta rotazione.
10. Magazzino per componenti a bassa rotazione.
11. Magazzino per prodotti a valore elevato.
12. Area di imballaggio e

Ogni progettazione infine prevede un'integrazione con politiche di miglioramento continuo, note come tecniche Kaizen, che permettono di ottenere un layout progettato ad-hoc quindi di conseguenza e ottimizzano l'intero processo di progettazione del magazzino industriale.

### 2.2.1 Progettazione dei magazzini automatizzati

È del tutto lecito credere, che una soluzione che porta l'automazione all'interno di un magazzino sia un investimento necessario per la crescita aziendale; tuttavia, l'installazione di tali processi non è semplice e spesso può richiedere un dispendio di risorse monetarie non indifferente, in altre parole, può essere considerato come un investimento nel medio-lungo periodo, che necessita però di studi approfonditi per verificarne l'effettivo risparmio in caso di installazione del processo.

L'installazione più frequente è sicuramente la disposizione verticale delle scaffalature in maniera tale da sfruttare al meglio lo spazio disponibile, e molte sono le aziende che si occupano principalmente di implementare l'automatizzazione nel magazzino, che in genere seguono delle fasi per l'installazione.

Il diagramma di Gantt utilizzato e la stima dell'investimento è la prima fase, ovvero analizzare che l'investimento abbia "senso" in termini di investimento, il tutto coordinato da un'analisi Gantt nella quale vengono rappresentate le attività

e indica quando un'attività deve iniziare e finire. Analisi fondamentale per comprendere a cosa dare priorità e quali attività svolgere in contemporanea.

La seconda fase dell'installazione è volta alla costruzione dell'audit oltre che al vero e proprio studio di fattibilità. L'audit permette di definire le prestazioni del magazzino per individuare ed eliminare le criticità, con uno studio di fattibilità invece si risolvono problemi e migliorare risultati operativi.

Una delle fasi più importanti dell'installazione è di certo l'analisi Slotting che permette di capire dove posizionare e come classificare i prodotti all'interno del magazzino per risparmiare tempo e ottimizzare le risorse. Analisi fondamentale per ottenere il minor costo di gestione del magazzino, abbattendo spese relative a spostamenti e tempo perso.

Nel momento in cui si verifica se ha senso o meno effettuare l'investimento si procede con un'analisi del progetto di dettaglio, ovvero si entra nel merito di aspetti funzionali, tecnici e gestionali già accennati nello studio di fattibilità. Progetto che tuttavia deve integrarsi con aspetti edili della struttura, che termina con una simulazione dinamica, nella quale si cerca di prevedere il comportamento di un sistema o di un edificio, verificando eventuali problematiche, quali ingorghi o colli di bottiglia.

Una volta verificato il funzionamento ottimale tramite simulazione dinamica, si passa alla fase conclusiva che prevede l'effettivo progetto costruttivo, nella quale vengono principalmente revisionati i vari documenti redatti in precedenza, lavoro spesso svolto da un project leader che ha compito di seguire tutte le fasi di implementazione del progetto.

## **2.3 Software per il controllo del magazzino**

L'implementazione dell'automatica all'interno del magazzino, per essere supportata, necessita di appositi software utilizzati per il controllo del deposito.

Il WMS (Warehouse management system), è probabilmente il più completo poiché permette di controllare, coordinare e ottimizzare i movimenti fino a svolgere attività più complesse come l'integrazione con qualsiasi sistema ERP, contribuendo così al monitoraggio dei prodotti in magazzino e dei processi della supply chain.

In generale un software di controllo del magazzino permette di:

- Gestire la merce in entrata
- Allocare la merce
- Controllo e gestione dello stock
- Gestire le merci in uscita

La funzione di entrata è particolarmente importante poiché in questa fase avviene anche l'acquisizione di dati logistici e l'etichettatura della merce (attraverso codici SKU), passando poi per la fase di stoccaggio nella quale il software riconosce la migliore ubicazione per il prodotto, a seconda del suo indice di rotazione, o eventualmente se in cross-docking (La merce passa per il magazzino, ma non sosta sugli scaffali).

Un software specializzato nel controllo del magazzino fornisce inoltre informazioni relative al controllo dello stock, verificando la gestione delle ubicazioni tramite mappatura del magazzino, ciò reso possibile per mezzo del calcolo dell'indice di rotazione del magazzino che permette di determinare la posizione più adatta di un articolo. In questa fase il software è molto utile poiché semplifica la fase di gestione dello stock, oltre che al ricalcolo dell'inventario.

Oltre a gestire l'entrata e le ubicazioni dei prodotti, il sistema gestionale si occupa anche del controllo in fase di uscita. In particolare, il software permette di ottimizzare processi come la preparazione del carico in uscita, oltre che a gestire la fase di picking dalle varie scaffalature.

Anche in questa fase conclusiva un software di questo genere risulta efficace, poiché provvede anche a identificare i colli e ad etichettare la merce che viene spedita, preparando la documentazione relativa alla spedizione e inviando i dati al sistema ERP relativi alla chiusura della spedizione.

L'interfaccia di un sistema WMS con il cosiddetto ERP (Enterprise Resource Planning) permette ai due software di lavorare in armonia. Un sistema ERP si occupa principalmente della gestione amministrativa e quindi delle attività che riguardano il magazzino da un punto di vista contabile, fiscale e commerciale. I due sistemi condividono continuamente informazioni e, a seconda della tipologia di dati e processi, il ruolo di ciascun sistema cambia, inoltre il flusso delle informazioni può procedere in due direzioni:

- Il sistema ERP crea e mantiene i database principali: registra nuovi prodotti, aggiunge fornitori, trasferisce gli ordini al magazzino e genera le fatture. Per questo tipo di attività, l'ERP è il master predomina sul WMS (ERP - WMS).
- Il flusso di informazioni procede al contrario quando, ad esempio, la merce arriva in magazzino o vengono emessi gli ordini. In questi casi è il WMS che invia notifiche all'ERP e aggiorna i dati di inventario (WMS - ERP)

Ma scendendo nel pratico, come funziona un sistema WMS?

Nell'immagine (Figura 1.2) riportata viene descritta la struttura di un sistema WMS:

Figura 2.2 Architettura di un sistema WMS



L'architettura software di un WMS è di tipo Client-Server (nelle soluzioni più recenti può essere anche di tipo web-server): il server WMS è collegato ad un host e, a un livello inferiore, a degli access point posti all'interno del magazzino per consentire alle informazioni di essere scambiate in tempo reale tramite dispositivi mobili, generando così molti vantaggi tra i quali:

- Ottimizzazione dei tempi di movimentazione delle merci
- Riduzione dei tempi di evasione
- Aumento produttività degli operatori
- Minimizzazione degli errori
- Possibilità di consultare i dati delle giacenze in tempo reale

Un software di gestione del magazzino come il WMS è di vitale importanza per la logistica odierna, poiché permette principalmente di essere competitivi all'interno del mercato; tuttavia, vi sono anche degli svantaggi che un'implementazione di questo genere può creare.

In particolare, se un'azienda non è di grandi dimensioni, il costo di acquisto della licenza può essere un investimento scoraggiante, tanto da rendere, a volte,

insostenibile il proprio business, inoltre l'implementazione del software deve essere allineato con la struttura del magazzino e le esigenze aziendali di riferimento, il che potrebbe far lievitare i costi rispetto all'acquisto di una licenza "base".

Per concludere, al giorno d'oggi non è certamente obbligatorio implementare un sistema di questo genere, difatti i magazzini, se gestiti correttamente funzionano anche senza l'ausilio di un WMS, a discapito ovviamente di un'efficacia e di un'efficienza minore.

Il WMS, quindi, deve essere visto come un potente strumento in grado di migliorare la gestione dei processi, non come soluzione in grado di risolvere tutti i problemi riscontrati in magazzino.

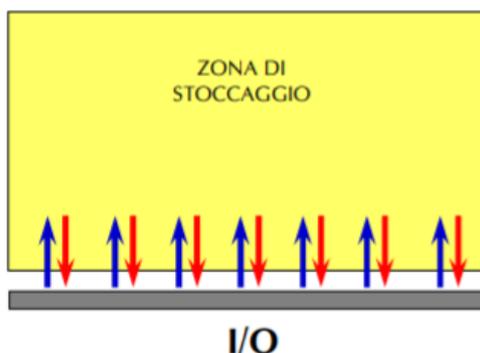
## 2.4 Dimensionamento del magazzino

Per valutare il dimensionamento di un magazzino, innanzitutto è bene fare una valutazione superficiale sulla sua geolocalizzazione, di fatti bisogna in primis verificare la sua miglior disposizione sul territorio circostante, valutando quindi parcheggi, vicinanza a fornitori o infrastrutture varie.

Una volta terminata questa prima valutazione, si procede con lo studio effettivo di come costruire o come adattare un magazzino.

Ricordando che il magazzino è caratterizzato dalla presenza di tre aree principali come in figura 2.3

Figura 2.3 Aree di un magazzino



Il magazzino presenta:

- Area ricevitore merci (Input)
- Area stoccaggio
- Area spedizione merci (output)

In genere le aree di arrivo/spedizione merci sono sistemate in maniera frontale rispetto all'area di stoccaggio, questo per permettere una movimentazione più rapida all'interno del deposito.

Come è facile intuire la zona più importante in termini di dimensione è la zona stoccaggio, per questo motivo è possibile farne delle stime che permettono di capire quale sia la superficie necessaria.

La formula utilizzata permette di definire una stima approssimativa che ovviamente non tiene conto di informazioni come sprechi, indici di saturazione

ma soprattutto non tiene conto della tipologia da stoccare; tuttavia, fornisce una stima di partenza da cui poi effettuare studi più approfonditi:

$$S = (A/2 + B + 0,10) * (C + 0,20) * N/P$$

- A = Larghezza corridoio (m)
- B = Lato lungo del pallet (m)
- C = Lato corto del pallet (m)
- N = Numero pallet da stoccare
- P = Numero piani scaffalature
- 0,10 = Dimensione montante scaffalatura

La formula tiene conto di dimensione dei pallet standard (1,20x0,80 m), per fare un esempio pratico, se fosse necessario stoccare 10000 pallet su 5 livelli, con corridoi da 2,5 metri, la superficie necessaria, utilizzando la formula riportata, sarà di circa 5100 m<sup>2</sup>

Successivamente, viene seguito uno schema di progettazione che prevede due fasi principali:

- Progettazione del layout: dimensionamento statico e potenzialità ricettiva
- Determinazione del numero di carrelli: dimensionamento dinamico e potenzialità di movimentazione

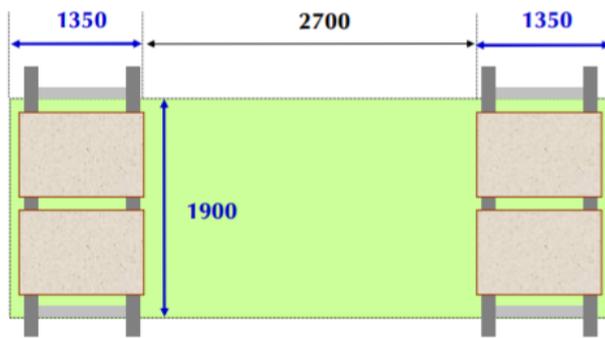
La prima fase prevede innanzitutto l'identificazione della tipologia di layout da utilizzare con i relativi posizionamenti delle stazioni di input e output.

Successivamente partendo dalla superficie di massima della zona di stoccaggio si identifica:

- Dimensionamento del singolo vano di stoccaggio
- Numero di livelli di stoccaggio
- Dimensionamento del modulo unitario

Il numero massimo di livelli di stoccaggio ovviamente dipende dall'altezza del magazzino, mentre il modulo unitario, consente di riprodurre l'intera zona di stoccaggio, come in figura (Figura 2.4)

Figura 2.4 Modulo unitario



Seguendo delle dimensioni standard, l'area del modulo unitario è:

$$1,9\text{m} \times (1,35 + 2,7 + 1,35) \text{ m} \rightarrow 10,2 \text{ m}^2$$

La potenzialità ricettiva (PR), risulta fondamentale poiché assieme al coefficiente di utilizzazione superficiale (CUS), permette di definire l'area di stoccaggio secondo la formula:

$$\text{Area di progetto} = \text{PR} / \text{CUS}$$

Il CUS indica appunto quante unità di carico (in genere pallet) possono essere stoccate nell'unità di superficie in relazione a quella scelta combinata di spazi, altezza sotto trave dell'area, scaffalature scelte o da scegliere e, perché no, sistemi di movimentazione che si è deciso di acquistare.

Sistemi di movimentazione, in genere carrelli industriali vengono definiti nella seconda fase, in cui vi è il dimensionamento dinamico.

In questa fase oltre a determinare il numero di carrello da utilizzare, vengono definiti anche il tempo medio di ciclo semplice, e le potenzialità di movimentazione effettiva.

Tempo di ciclo semplice:

$$T_{CS} = T_{v_{cs}} + T_{F_{cs}} [S]$$

$$T_{v_{cs}} = \frac{P}{v_0} + \frac{S}{v_v}$$

**P** = PERCORRENZA ATTESA DI A+R IN PIANTA [m];

**S** = PERCORRENZA ATTESA DI SALITA / DISCESA DELLE FORCHE [m];

**VO** = VELOCITÀ DI TRASLAZIONE ORIZZONTALE DEL CARRELLO [m/s];

**VV** = VELOCITÀ DI SALITA / DISCESA DELLE FORCHE [m/s];

Il tempo di ciclo risulta molto utile poiché permette di ricavare la formula che definisce la potenzialità di movimentazione di un singolo carrello:

$$PM_{CAR} = FU \times \frac{3600}{T_{cs}} \left[ \frac{cs}{h} \right]$$

Dove FU rappresenta il fattore di utilizzazione del carrello, considerando pause operatori, disponibilità del carrello...

Il calcolo di quest'ultimo valore permette infine di determinare:

- Numero di carrelli necessari

$$\frac{PM_R}{PM_{CAR}} (Richiesta/car)$$

- Potenzialità effettiva di movimentazione

$$N_{CAR} \times PM_{CAR}$$

## CAPITOLO 3

### La gestione delle scorte e indici di performance di magazzini

Già nei capitoli è stata introdotta l'importanza della corretta gestione delle scorte nel magazzino, in questo terzo capitolo, perciò, si vuole incentrare il discorso proprio sul corretto controllo che viene effettuato sull'intera fase di stoccaggio.

Verranno dapprima identificate le principali tipologie di scorte, per proseguire poi con i modelli che vengono utilizzati per gestirle, e infine, saranno descritti quelli che vengono definiti "Indici di performances" che descrivono l'efficienza di una tipologia di controllo del magazzino

#### 3.1 Gestione delle scorte

La gestione delle scorte è un argomento che rientra nell'ambito del controllo del flusso dei materiali all'interno di un processo produttivo, il cui obiettivo è minimizzare il costo di mantenimento a magazzino della merce, pur garantendo una corretta alimentazione dei flussi produttivi.

Per scorta si intende una certa quantità di un articolo accumulata per essere messa a disposizione di un utilizzatore, affinché la consumi secondo le sue necessità. La scorta è un serbatoio di compensazione, che permette di creare un collegamento flessibile tra fasi del processo produttivo situate in sequenza, ma la cui frequenza operativa è diversa. Ad esempio, l'approvvigionamento di materie prime è periodico, mentre l'utilizzo in produzione è continuo.

Questo surplus di merci è motivato dalla necessità di contrastare la variabilità che può esserci nelle attività dell'azienda. Variabilità che è dovuta

principalmente alla fluttuazione della domanda, dalla stagionalità, dai lead time di fornitura e da problemi tecnici interni all'azienda.

### 3.1.1 Le tipologie di scorte

Quando si parla di scorte in genere si suddividono in tre classi principali, ovvero materie prime, WIP (work in progress) e prodotti finiti, a prescindere però da che tipo di merce viene trattata esse possono assumere funzioni diverse all'interno del ciclo produttivo, ciò detto è possibile classificarle in:

- **Scorte di sicurezza:** particolari scorte che hanno il compito principale di sopperire alla variabilità della domanda, o eventualmente proteggersi nel caso in cui vi sia un ritardo da parte dei fornitori, minimizzando il rischio di stock-out.
- **Scorte di allerta:** si tratta di scorte utilizzate in prossimità del punto di riordino, molto utili perché avvisa l'azienda quando è il momento di emettere un ordine di approvvigionamento. Nel momento in cui si raggiunge un determinato livello di stock, è necessario procedere per il rifornimento. Assieme alle scorte di sicurezza garantiscono una rottura di stock impercettibile.
- **Scorte stagionali:** contrastano la variabilità stagionale.
- **Scorte di disaccoppiamento:** vengono utilizzate tra due fasi caratterizzate da lead time molto differenti. Servono per contrastare la variabilità legata a due processi con tempistiche differenti.
- **Scorte inattive:** in questa categoria rientrano tutti i prodotti obsoleti, ovvero merce che non può essere più venduta o integrata in ordine da parte del cliente, per mezzo di una buona gestione delle scorte in genere si tende a minimizzare la presenza di questi tipi di articolo in magazzino.
- **Scorte in transito:** sono legate alla distanza tra due fasi produttive e in genere aumentano con essa. Sono causate da motivazioni economiche in quanto i costi di trasporto unitari diminuiscono venendo divisi su più pezzi.
- **Scorte speculative:** questa tipologia di scorta viene generata per ricavare particolari benefici da parte dei prodotti in termini speculativi, ovvero si accumula ad esempio una grande quantità di materia prima che si prevede aumenterà di prezzo nel tempo, generando così un profitto indiretto.

### 3.1.2 I principali costi delle scorte

Avere un adeguato livello di scorte è necessario per non creare ingorghi all'intera catena produttiva; tuttavia, è bene anche conoscere quali siano i costi legati ad uno stoccaggio di questo genere di prodotti, poiché molto spesso vengono sottostimati.

Il problema principale legato alle scorte è di sicuro il fatto che, almeno per il momento, all'azienda non fruttano liquidità, al contrario vi è un dispendio di risorse sia economiche che fisiche per il loro mantenimento.

Per tale motivazione un'adeguata conoscenza di tutti i costi legati alle scorte, permette un'ottimizzazione di risorse, in particolari le spese possono essere suddivise in tre macrocategorie:

- **Costi di mantenimento:**
- **Costi di emissione d'ordine**
- **Costi di stock-out**
- **Costo di obsolescenza**
- **Costo di deprezzamento delle materie prime**

I costi di mantenimento sono legati principalmente alla conservazione della merce a magazzino, ed è composta da spese relative all'interesse sul capitale immobilizzato, oltre che a rappresentare le voci di costo di acquisto/affitto magazzino, attrezzature, personale e eventuale manutenzione.

Altri costi che rientrano in questa voce sono tutte quelle spese che possono definirsi "Indirette" come l'obsolescenza dei prodotti, fino al deprezzamento delle materie prime a causa di un'evoluzione del mercato.

Quando si parla invece di voci di costo relative all'emissione dell'ordine, si considerano tutte le spese che l'azienda dovrà affrontare per effettuare il ripristino delle scorte.

Tale ripristino può avvenire in due modi:

- **Ordine di acquisto:** comprende tutte le voci di costo dette fisse, come le spese amministrative, del personale che prepara l'ordine, oltre che agli oneri legati alla documentazione. Le spese relative al trasporto invece rappresentano la parte di variabile di tale voce di costo, poiché variano in funzione del volume e della distanza.
- **Ordine di produzione:** in questo caso il costo d'emissione dell'ordine è dato dalla somma dei contributi legati alle spese relative alla preparazione e a quelle relative all'implementazione di un setup idoneo.

Quando invece si parla di costo di stock-out, ci si riferisce alle spese che l'azienda dovrà sostenere nel momento in cui un cliente emette un ordine e non vi è la disponibilità in magazzino per evadere lo stesso.

Tali costi derivano da spese legate alle penali dovute ai ritardi o alla perdita della stessa commissione, alla perdita d'immagine, al sovrapprezzo legato all'emissione di ordini di fornitura urgenti.

Infine, quando vengono trattati voci di costo relativi all'obsolescenza, e deprezzamento delle materie prime, si fa riferimento alla perdita di valore dell'articolo con il passare del tempo, dovuto principalmente al deterioramento (obsolescenza) oppure all'abbassamento del prezzo della materia (deprezzamento materia prima)

## 3.2 Tecniche per gestire le scorte

Risulta scontato dire ormai che una corretta gestione delle scorte permette all'azienda di ottimizzare ogni processo interno all'intera supply chain, anche se allo stesso tempo generano degli impieghi e delle spese ingenti, per questo motivo è necessario rispondere a due domande fondamentali, ovvero quanto e quando ordinare.

Per rispondere ai quesiti in genere vengono utilizzate due tecniche di gestione:

- Look Back
- Look Ahead

La gestione a ricostruzione della scorta detta anche look back, è la tipologia più semplice che permette di tenere sotto controllo l'intero stoccaggio merci. È basato sulle tecniche a quantità fissa oppure a intervallo fisso, denominate anche rispettivamente modelli EOQ e EOI.

### 3.2.1 Modello EOQ (Economic Order Quantity)

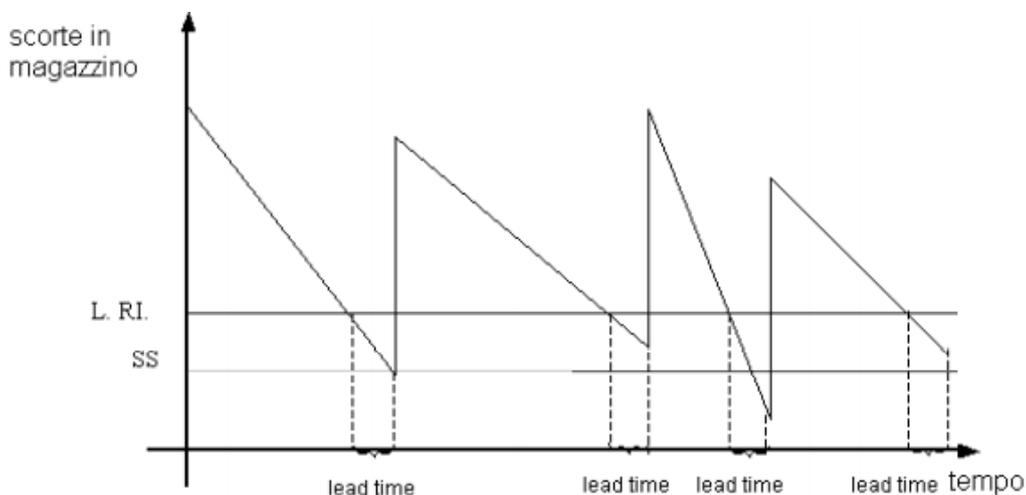
La quantità d'ordine è prefissata, in modo da determinare la quantità che minimizza il costo totale. L'intervallo di tempo tra gli ordini è variabile in base alla domanda, il livello del magazzino è controllato in modo continuo e gli ordini vengono emessi automaticamente.

È una tecnica adottata per articoli con elevato costo unitario, soggetti ad ordinazioni frequenti in piccole quantità o per articoli a basso costo unitario ma soggetti ad ordinazioni meno frequenti in maggiore quantità.

I parametri che definiscono il modello sono la dimensione del lotto economico **EOQ** ed il livello di riordino **L.RI.**

È il metodo più semplice per calcolare quanto ordinare, quando ordinare e la quantità d'ordine che minimizza il costo totale delle giacenze.

Figura 3.1 Grafico Economic order quantity



Il grafico, come riportato sopra (In figura 3.1), è a dente di sega e permette di capire per mezzo del livello di riordino quando è necessario, in maniera automatica, emettere un ordine di ripristino.

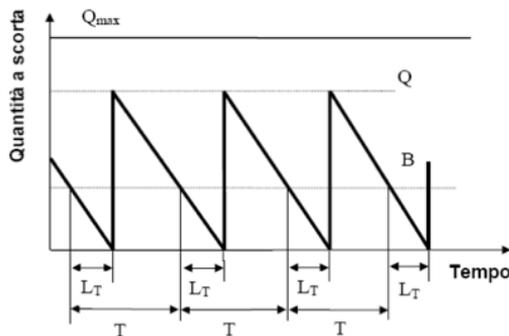
È necessario, tuttavia, considerare il dato relativo al lead time, ovvero il tempo effettivo che permette all'azienda di accedere al ripristino, il livello di riordino è sicuramente funzione di questo.

L'utilizzo di questo metodo, però necessita di un adeguato livello di scorte di sicurezza (SS), che permettono di rispondere ed evadere ordini durante il periodo di lead time, evitando rotture di stock generate da un eventuale fluttuazione della domanda durante questo periodo.

### 3.2.2 Modello EOI (Economic Order Interval)

È definito un modello a tempo fisso, ovvero che a differenza del modello EOQ permette di generare in maniera automatica un ordine, tramite intervalli temporali ben definiti.

Figura 3.2 Economic order interval



L'idea di base è uguale ad un sistema EOQ, tanto che anche la rappresentazione (in figura 3.2) grafica in questo caso è la medesima.

L'Economic Order Interval è un tipo di modello utilizzato nel momento in cui viene effettuato un controllo del magazzino di tipo periodico; ciò che si vuole identificare è l'intervallo economico tra due ordini successivi ( $T_{ec}$ ) ottenuto minimizzando il costo annuale totale. Le ipotesi in cui ci mettiamo sono quelle per cui lo stock-out non è ammesso e il costo annuale totale è dato dalla somma del costo di acquisto indipendente dall'intervallo di tempo, dal costo di ordine dipendente dall'intervallo in quanto maggiore è l'intervallo di tempo minori saranno i costi e dal costo di giacenza anch'esso dipendente dall'intervallo in quanto maggiore sarà quest'ultimo, maggiore sarà il numero di scorte da mantenere in magazzino con i relativi costi.

Il calcolo dell'intervallo economico  $T_{ec}$  che minimizza il costo sarà pari a:

$$T_{ec} = \sqrt{\frac{2C_{ord.}}{D_a H_c}}$$

essendo poi il numero di revisioni annuali corrispondenti al costo minimo pari a  $\frac{1}{T_c}$ , quest'ultimo sarà dato da:

$$m_{ec} = \sqrt{\frac{D_a H_c}{2C_{ord.}}}$$

Quando invece si parla di gestione a fabbisogno oppure look ahead, il materiale viene ordinato in base al fabbisogno, basandosi sulle quantità e le tempistiche presenti nei piani di produzione.

In questa particolare tipologia gestionale, il livello delle scorte è notevolmente inferiore, il che permetterebbe un vantaggio economico, rispetto ad una tecnica basata sulla ricostruzione delle scorte, a discapito però di una programmazione molto più complessa. Il fabbisogno è legato ai consumi del prodotto finito, informazioni ricavabili dal piano principale di produzione detto MPS.

### 3.2.3 Tecniche di gestione a fabbisogno

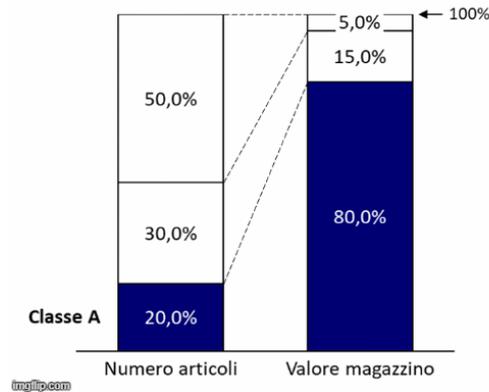
Le tecniche di gestione a fabbisogno (note anche come “tecniche push” o MRP (Material Requirements Planning) sono utilizzate per materiali dipendenti ed ha come input l'MPS. Essa può essere effettuata attraverso il Material Requirements Planning (MRP), tecnica di gestione dei materiali che venne presentata la prima volta nel 1970 alla tredicesima International APICS Conference da Joshep Orlicky. Questo momento rappresenta una svolta 16 nell'ambito dell'operation management in quanto per la prima volta si passò da una gestione “a scorta” ad una “a fabbisogno”. Il sistema MRP ha logica Push ed è fondato sulle previsioni e sull'informatizzazione: si basa sui dati del MPS permette di ricavare dai fabbisogni dei prodotti finiti, quelli dei componenti e delle materie prime. Attraverso un'esplosione della distinta base è possibile moltiplicare ogni componente per il suo coefficiente d'impiego e per il fabbisogno dei livelli superiori della distinta.

### 3.3 Gestione del magazzino per mezzo di “Analisi ABC”

L'analisi ABC è una tecnica di gestione delle scorte che permette di classificare e organizzare gli articoli in base alla loro rotazione. L'analisi ABC è fondamentale poiché permette di utilizzare una corretta strategia volta alla pianificazione del magazzino, dando la giusta importanza agli articoli in base al valore che essi rappresentano per il magazzino, inoltre risulta utile per aumentare l'efficienza operativa in quanto si riducono i tempi operativi del picking.

L'analisi ABC si basa sul principio di Pareto ed è detta anche Legge 80/20 in quanto un 80% dei risultati dipende da un 20% di cause. Applicando lo stesso concetto all'interno di una realtà aziendale, più nello specifico in un magazzino si può affermare che circa il 20% degli articoli rappresentano l'80% del valore dell'intero stock, verranno perciò definiti come di "Classe A". Il restante 80% dei prodotti rappresenterà quindi il 20% del valore del magazzino, saranno perciò definiti articoli di "classe B e C". Come riportato in figura 3.3

Figura 3.3 Analisi ABC



L'analisi permette quindi di individuare quali sono gli articoli su cui dobbiamo focalizzarci per ottimizzare i costi e le fasi operative (specie quella del picking) del magazzino.

Un'analisi di questo genere è utile poiché permette di suddividere diverse tipologie di articoli, in modo tale da utilizzare una tecnica migliore, in termini di ottimizzazione di risorse, per il riordino dei prodotti in magazzino.

- articoli di classe A: devono essere gestiti con strumenti a punto di riordino.
- articoli di classe B e C possono essere gestiti più correttamente con tecniche di periodo di riordino; come periodo di riferimento gli articoli di classe B hanno l'ordine di grandezza di un mese, per gli articoli di classe C invece 6-12 mesi.

Se dovessero mancare delle quantità di articoli di classe C non c'è incidenza rilevante sul fatturato.

### 3.4 Cross-Analysis

Tra gli strumenti utili alla gestione delle scorte all'interno di un magazzino, oltre a quelli sopra citati, ce n'è uno che probabilmente viene preferito, poiché molto più semplice da implementare.

Il modello è basato sulla cosiddetta "analisi incorniciata" detta anche cross-analysis, che confronta i valori delle rimanenze di magazzino con i valori del fatturato per articolo. Un'analisi di questo genere permette in maniera piuttosto

precisa di evidenziare le criticità in termini di disponibilità della merce, minimizzando costi di stock-out e di obsolescenza.

Questa tipologia di modello fa riferimento all'analisi ABC, con la differenza sostanziale che in questo caso agli articoli vengono assegnate due tipologie di classe, uno in termini di rimanenze in magazzino, un altro per il fatturato che il prodotto porta all'azienda.

Una volta assegnata la classe, sia in termini di fatturato che di rimanenze in magazzino, ad ogni articolo si passa alla fase in cui si costruisce la matrice (in genere 3x3) come in figura 3.4

Figura 3.4 Analisi ABC incrociata

		Consumo		
		A (0% - 80%)	B (81% - 95%)	C (96% - 100%)
Giacenza	a (0% - 80%)	Gestione equilibrata	Sovra scorta	Sovra scorta
	b (81% - 95%)	Rischio rottura di stock	Gestione equilibrata	Sovra scorta
	c (96% - 100%)	Rischio rottura di stock	Rischio rottura di stock	Gestione equilibrata

La cross-analysis, oltre a fornire questi dati ci permette di suddividere le classi di articoli in tre categorie:

- Area verde: ne fanno parte gli articoli Aa, Bb e Cc, nella quale non vi sono particolari situazioni di rischio, poiché la disponibilità dell'articolo è coerente con i fabbisogni di consumo/vendita.
- Area magenta: (articoli Ab, Ac, Bc) qui troviamo prodotti che contribuiscono in maniera importante sul fatturato, ma rappresentando solo, in totale, il 20% circa delle scorte in magazzino, sono prodotti ad alto rischio di stock-out, in quanto la disponibilità potrebbe non essere sufficiente all'elevata richiesta.
- Area arancione: (articoli Ba, Ca, Cb) le giacenze disponibili sono sovradimensionate rispetto ai consumi medi, potrebbe gravare alle casse dell'azienda poiché con articoli fermi in magazzino si generano costi di obsolescenza, in genere quest'area è occupata da articoli appena lanciati sul mercato che necessitano ancora approvazione da parte del mercato.

Ovviamente un'analisi di questo genere, nonostante l'accuratezza, rappresenta una prima bozza di verifica incrociata del magazzino, ma proprio per la semplicità che la caratterizza, necessita di ulteriori considerazioni al fine di ottenere una classificazione più precisa.

### 3.5 Indici di performances del magazzino

Gli indicatori di gestione degli stock sono alleati preziosi perché offrono il quadro d'insieme della salute di un'impresa: consentono infatti di misurare il rinnovo degli stock e le performance di vendita e di approvvigionamento. Per sfruttare appieno il loro potenziale, bisogna tuttavia saperli interpretare: ecco alcuni consigli.

I principali indicatori utilizzati in logistica sono le KPI (Key Performance Indicators). Essi sono strumenti fondamentali per il monitoraggio della supply chain, oltre che per verificare l'evoluzione della performance aziendale.

KPI è un acronimo derivato dall'inglese che sta per Indicatori Chiave di Prestazione. Essi sono dei valori numerici, ciascuno dei quali indica le prestazioni di un determinato processo aziendale.

Ma perché sono utili i KPI della logistica?

Le ragioni sono innumerevoli e in particolare mediante l'utilizzo di questi fattori, è possibile programmare le attività, risorse e carichi di lavoro ottenendo così una valutazione più precisa.

L'utilizzo di questi indicatori permette inoltre un controllo continuo relativo all'andamento dei processi logistici, e se necessario, intervenire in maniera tempestiva per eventuali azioni correttive.

Il tutto permette infine di ottenere un miglioramento continuo che permette innanzitutto di migliorare l'organizzazione aziendale, oltre che coinvolgere in maniera attiva gli operatori per il processo di valutazione.

#### 3.5.1 Le diverse tipologie di KPI nella logistica

Ovviamente una valutazione mediante indicatori come i KPI necessita di uno studio per mezzo di un analista specializzato, e tendenzialmente rispecchiano le fasi logistiche, per tale motivazione è possibile individuare:

- 1) KPI per il monitoraggio dell'approvvigionamento
- 2) KPI per il monitoraggio dei trasporti
- 3) KPI per il magazzino
- 4) KPI di inventario

- 1) I KPI per il monitoraggio dell'approvvigionamento permettono di controllare le procedure di acquisto delle scorte e legate ai fornitori sono prevalentemente:
  - $\text{Consegne non riuscite ricevute} = \frac{\text{ordini rifiutati}}{\text{ordini di acquisto totali ricevuti}} \times 100$

- Conformità del fornitore =  $\frac{\text{Ordini ricevuti dopo la scadenza}}{\text{Totale ordini ricevuti}} \times 100$
- Lead time ordine di acquisto = Data di ricezione dell'ordine - Data di emissione

2) Quando si parla invece di KPI utilizzati per il controllo dei trasporti, si fa riferimento a strumenti utilizzati principalmente per valutare l'impatto logistico della circolazione delle merci lungo i diversi anelli della supply chain, alcuni esempi di questa tipologia di KPI:

- Costi di trasporto sulle vendite =  $\frac{\text{Costo totale del trasporto}}{\text{Vendite}}$
- Consegne puntuali =  $\frac{\text{Numero di consegne puntuali}}{\text{Numero totale di consegne effettuate}} \times 100$
- Utilizzo del trasporto =  $\frac{\text{capacità effettiva utilizzata}}{\text{capacità totale in kg o m}^3}$

3) Controllare in maniera efficace il magazzino, è essenziale per ottenere un'attività logistica migliore per l'intero processo logistico. Di fatto un ottimo controllo del deposito aiuta a rilevare rapidamente i problemi e ad agire, scongiurando eventuali ripercussioni sull'intera supply chain.

A tal proposito è necessario disporre di un sistema in grado di analizzare e interpretare enormi quantità di dati. Di solito questa funzione complementare viene svolta da moduli specifici per software WMS, come il modulo supply chain business intelligence che fornisce i principali KPI per il controllo del magazzino, tra i quali alcuni dei più importanti:

- Costo unitario di stoccaggio =  $\frac{\text{Costo totale di stoccaggio}}{\text{Capacità nominale}} \times \text{Tasso di occupazione}$
- Tempo ciclo ordine interno = Data registrazione ordine - Data consegna
- Tasso di consegne complete e puntuali =  $\frac{\text{Totale ordini preparati in tempo}}{\text{Totale di ordini}} \times 100$

4) Infine, i Kpi di inventario permettono di tracciare e analizzare i movimenti delle scorte lungo la catena di approvvigionamento. Sono fondamentali perché forniscono informazioni utili ad organizzare in maniera precisa le fasi di rifornimento, tenendo conto dei costi, alcuni KPI di inventario sono:

- Tasso di turnover =  $\frac{\text{valore di referenze vendute}}{\text{valore medio delle scorte}}$
- Tasso di out-of-stock =  $\frac{\text{Ordini non soddisfatti}}{\text{Ordini totali}} \times 100$
- Contrazione dello stock =  $\frac{\text{Stock teorico} - \text{Stock effettivo}}{\text{Stock teorico}}$

### 3.5.2 Indicatori di efficienza e di efficacia

Tuttavia, gli strumenti per verificare le performances che vengono utilizzati principalmente sono gli indicatori di efficienza e indicatori di efficacia.

#### Indice di rotazione

Il principale strumento utilizzato per indicar una buona efficienza della gestione della scorta è sicuramente l'indice di rotazione (IR), appartenente ad un fondamentale KPI dell'inventario. Esso permette di valutare lo stato aziendale prendendo in considerazione il dato relativo al numero di volte in cui il capitale immobilizzato viene remunerato e reinvestito in nuove scorte.

Un elevato indice di rotazione del magazzino indica che i prodotti stoccati vengono venduti velocemente, il che rappresenta un indicatore positivo per il business della società.

Però dietro a un valore troppo elevato di questo indicatore potrebbe nascondersi un problema di rottura di stock. Un altro problema che potrebbe sorgere con un'eccessiva rotazione delle scorte è un incremento dei costi di ordinazione e movimentazione tale da vanificare i benefici che si erano ottenuti riducendo i costi di mantenimento.

Un indice di rotazione dell'inventario basso, invece, indica periodi lunghi di giacenza delle merci in magazzino e rileva, quindi, eccedenze numerose, overstock ovvero la presenza di potenziale merce obsoleta.

Un basso indice di rotazione del magazzino causa problemi di liquidità e, di conseguenza, una maggiore pressione sul capitale operativo, riflettendo un eccessivo investimento in scorte.

un indice di rotazione del magazzino elevato è generalmente un dato positivo, poiché indica che le merci sono vendute rapidamente e riflette una buona gestione di magazzino.

L'indice di rotazione delle scorte è un ottimo parametro per valutare la performance della gestione delle scorte e in genere viene utilizzata in contesti diversi:

- $IR \text{ quantità} = Q \text{ in uscita} / Q \text{ scorta media}$
- $IR \text{ valore} = (\sum_{i=1}^n Q \text{ in uscita } i * Val \text{ unitario } i) / Val \text{ scorta media}$
- $IR \text{ valore} = Fatturato / Val \text{ scorta medi}$

## **Livello di servizio**

Un parametro molto utile per verificare l'efficacia della gestione delle scorte è sicuramente il livello di servizio (LS), è un dato calcolato in percentuale che indica quanto l'azienda è in grado di rispettare gli accordi presi con il cliente.

Il livello di servizio è una valutazione che permette di quantificare il numero di scorte di sicurezza che consentono all'azienda di far fronte alla variazione di domanda e del Lead Time; il calcolo avviene sottraendo il rischio di penuria a 100, rischio deciso dall'azienda stessa in base ai rischi che è disposta ad assumersi. Se l'azienda vuole evitare situazioni come quelle di stock-out attribuirà al rischio di penuria un valore basso ottenendo di conseguenza un livello di servizio molto alto; come si può capire, al crescere del livello di servizio, la probabilità che la domanda superi la disponibilità si fa molto bassa. La quantità giusta di scorte di sicurezza dipende: dal valore medio e dalla variabilità della domanda, dal valore medio e dalla variabilità del Lead Time e dal livello di servizio desiderato; per la variabilità sia della domanda che del Lead Time si tiene in considerazione se questa variabilità è molto stretta, quindi piuttosto costante o molto ampia. Per variabilità ampie e livelli di servizio alti corrisponderanno scorte di sicurezza maggiori.

Ne esistono diverse versioni a seconda del parametro d'interesse:

- $LS \text{ quantità} = Q \text{ consegnate} / Q \text{ ordinate} (\%)$
- $LS \text{ ordini} = N \text{ ordini evasi} / N \text{ ordini ricevuti} (\%)$
- $LS \text{ puntualità} = t \text{ consegna effettivo} / t \text{ consegna promesso} (\%)$
- $LS \text{ rapidità} = t \text{ consegna} / t \text{ consegna miglior concorrente} (\%)$

Per concludere, si può affermare che con il passare degli anni un utilizzo di chiavi per stabilire le performance risulta sempre più indispensabile, questo per contrastare l'aumento delle spese logistiche.

Stando alle stime della società di consulenza americana APQC: per l'88% degli intervistati i KPI sono essenziali per ottimizzare la catena di approvvigionamento e contenere i costi, al contempo permettono di migliorare la soddisfazione dei clienti.

### 3.5.3 Ulteriori indici di performance

#### **Indice di selettività.**

Questo è un indicatore che ci permette di capire qual è la maggiore o minore facilità di accesso alle unità di carico.

Sostanzialmente se ho una serie di prodotti disposti a catasta quindi uno sull'altro, per prelevare un prodotto alla base è necessario spostare prima tutti i prodotti sopra di esso e poi prelevarlo. In questo caso dovrò compiere un numero di operazioni elevato; pertanto, avremo un indice di selettività è basso. Viceversa, se ho prodotti disposti in scaffali il prelievo sarà molto più facilitato in quanto devo compiere un numero di operazioni ridotto, quindi l'indice di selettività sarà più elevato.

$$S = (\text{Movimenti utili}) / (\text{Movimenti necessari})$$

#### **Indice di saturazione superficiale.**

Indica qual è la % di spazio effettivamente occupata in magazzino rispetto alla superficie totale.

Se la merce è disposta a catasta l'indice sarà alto, viceversa se la merce è disposta su scaffali l'indice

tende a diminuire poiché ad esempio dovremmo lasciare dei corridoi tra uno scaffale e l'altro.

$$I = (\text{Superficie effettivamente utilizzata}) / (\text{Superficie totale})$$

#### **Indice di saturazione volumetrica.**

Esso tiene conto anche in qualche modo quello che è lo sviluppo in altezza

$$V = (\text{Volume occupato}) / (\text{Volume totale})$$

#### **Grado di utilizzo del sistema.**

È dato dal rapporto tra la somma dei tempi di utilizzazione degli impianti di movimentazione e il tempo totale a disposizione.

#### **Indice di movimentazione del sistema.**

Ci dice qual è il numero di UdC movimentato in un certo periodo, generalmente corrisponde al numero di prelievi anche relativi ad unità di carico non complete.

#### **Indice di accesso.**

Indica il numero medio di accessi, in un periodo fissato, ad una specifica posizione/vano. In base anche a quello che è l'indice di rotazione di ciascun articolo vado a collocarli in una determinata posizione (es. articoli prelevati spesso li metto dove il prelievo è più agevole).

## Capitolo 4

### Mappatura del magazzino

Nel quarto capitolo, vengono definiti quali sono le principali caratteristiche che un magazzino deve avere per ottenere una mappatura, che a lunga andare, ottimizza le risorse. Vi è una prima classificazione in base al criterio di allocazione che viene utilizzato (a posto fisso, random, per classi), e successivamente, verranno definiti cosa sono e a cosa servono i codici SKU e UPC

#### 4.1 In cosa consiste mappare il magazzino

Il controllo del magazzino, come già affermato in precedenza, è probabilmente una tra le azioni più importanti all'interno dell'organizzazione aziendale.

Tra le tante operazioni già analizzate in precedenza, una molto importante è sicuramente la mappatura del magazzino. Questo perché sapere in ogni momento dove trovare la merce e ridurre il consumo di risorse sono tra gli obiettivi fondamentali per una corretta logistica all'interno del magazzino.

Per ottenere una buona gestione della logistica di magazzino di fatti è importante avere il controllo completo del deposito, che a sua volta risulta un mezzo fondamentale per l'implementazione di un software WMS che gestisca per l'appunto la logistica del magazzino. Software che permette di identificare ogni zona ed ogni struttura di stoccaggio presente, con il fine di poter tenere la tracciabilità del flusso della merce all'interno del magazzino.

Cosa si intende per mappatura del magazzino? Per mappatura si intende la disposizione che viene assegnata alle varie referenze all'interno delle scaffalature, tipicamente viene definita al momento della messa a dimora.

Identificare miglior criterio di mappatura per il proprio magazzino è fondamentale per garantire un funzionamento efficace, che preveda minimo spreco di spazio, tempo e budget. Ottimizzando il processo di supply chain sarà inoltre possibile assicurare al cliente un servizio più rapido ed efficiente.

Per questo motivo possiamo evidenziare tre criteri che specificano l'allocazione del prodotto:

1. Criterio a posto fisso
2. Criterio random
3. Criterio per classi

La scelta del criterio di allocazione è principalmente funzione di tre indici quali indice di movimentazione, indice di rotazione e indice di accesso, che permettono di scegliere il metodo di mappatura più adatto.

1) La scelta del criterio a posto fisso è mirata alla facilitazione di rintracciabilità degli articoli all'interno del magazzino, ogni articolo pertanto destinato ad un'unica ubicazione precisa, comportando tuttavia un sovradimensionamento dello stesso, sarà necessario quindi, in fase di progettazione, reperire i dati storici di giacenza massima.

I principali vantaggi dell'utilizzo di questo criterio risiedono nella semplicità di ricerca e collocazione dei materiali, inoltre non è necessario implementare un software specializzato.

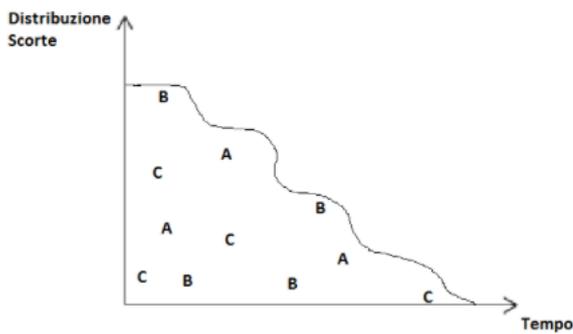
Di contro però, è molto facile incorrere in un sovradimensionamento del prodotto, inoltre vi è una presenza non indifferente di posti vuoti oppure la necessità di cambiare le allocazioni dei prodotti, destinandoli a posizioni più "comode" per la fase di picking.

2) La mappatura con criterio random prevede che ogni referenza venga inserita nelle scaffalature senza seguire delle indicazioni precise, ma bensì come dice la parola stessa a "caso". Non viene seguito uno schema rigido, di fatti gli articoli vengono semplicemente inseriti nelle ubicazioni vuote. Tuttavia, nella fase di stoccaggio, non tutti gli articoli vengono immagazzinati in maniera casuale, bensì vengono seguite delle regole di allocazione che premettono di ottenere vantaggi operativi e qualitativi.

Queste regole prevedono di dare trattamenti diversi agli articoli in termini di stoccaggio, di fatti si cerca di tenere conto degli indici di rotazione e movimentazione, per determinare l'ubicazione migliore in prossimità delle zone di arrivo/spedizione delle merci. Inoltre, le regole di allocazione permettono di definire un'allocazione ideale ai prodotti valutando anche quanto prezioso è lo stesso, e stoccarlo eventualmente nei piani più alti, oppure se un prodotto è facilmente deteriorabile o infiammabile deve essere stoccato in zone adatte.

Il principale vantaggio dell'utilizzo di questo criterio, è la possibilità di avere un magazzino non necessariamente molto grande, perché con questo criterio si riescono a minimizzare gli spazi vuoti. Ovviamente però un criterio di questo genere presenta anche degli svantaggi, di fatti non tutti i prodotti hanno un indice di movimentazione semplice; quindi, si rischia di mettere un prodotto con una bassa movimentazione in un posto "comodo", come in figura 4.1 (seguendo una classificazione ABC)

Figura 4.1 Criterio random



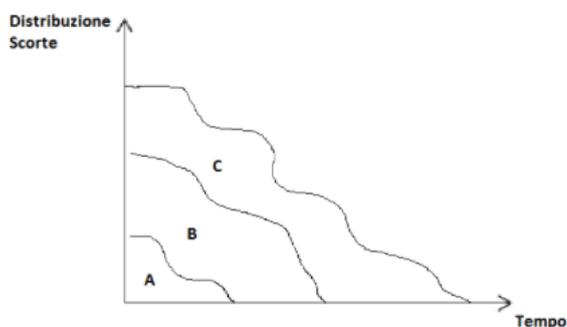
Inoltre, l'utilizzo di un criterio random necessita dell'implementazione di un software specializzato per il controllo del deposito.

3) Il criterio, infine, che prevede una suddivisione per classi, può essere visto come un'evoluzione del metodo random, in quanto provvede allo svantaggio principale riferito all'indice di movimentazione, diverso fra i vari articoli. Il criterio random non valuta il diverso indice di movimentazione dei prodotti, mentre un Class Based Storage suddivide le merci in:

- Merce con alta movimentazione
- Merce con media movimentazione
- Merce con bassa movimentazione

Seguendo principalmente una classificazione ABC. La zona A per merci ad alta movimentazione, zona B per la media movimentazione e zona C per bassa movimentazione, come in figura 4.2:

Figura 4.2 Criterio per classi



L'utilizzo di questo criterio è probabilmente il più efficace, poiché risolve i problemi generati dall'utilizzo del criterio random; quindi, non necessita di un magazzino troppo grande e non si ha il rischio di allocare items a bassa movimentazione in una posizione troppo "comoda".

## 4.2 Codici SKU e UPC

Per un controllo ottimale della mappatura del magazzino, spesso le aziende ricorrono a dei codici identificativi, che contengono informazioni di vario genere, relativi al prodotto.

Il codice SKU (Stock Keeping Unit), è costituito da una serie di caratteri alfanumerici che permettono di identificare il prodotto all'interno del magazzino, evitando confusione tra i diversi articoli.

Questi particolari codici sono, come detto precedentemente, legati alla posizione che l'articolo associato occupa a seconda del magazzino, ma forniscono inoltre informazioni quali prezzo, marca, colore, dimensione, ecc..., quindi è facile capire che per uno stesso prodotto esistono più codici SKU, a differenza di un codice a barre che è invece univoco per lo stesso prodotto, a prescindere dalla sua ubicazione all'interno del magazzino.

Come viene generato un codice SKU? Innanzitutto, è necessario conoscere a fondo le caratteristiche del prodotto, successivamente è necessario verificare la disponibilità del magazzino in termini di spazio ed è molto importante inoltre ascoltare le esigenze dei consumatori, dopodiché si passa alla creazione di una struttura adatta, composta da una serie di codici SKU che permettono l'identificazione dell'ubicazione in magazzino.

La generazione di tale codice in genere segue dei passaggi consigliati:

- Il primo carattere è sempre una lettera
- Si utilizzano i trattini (-), per dividere le caratteristiche del prodotto (JNS-MOD-WH-36 la prima sequenza indica il tipo, la seconda il modello, la terza il colore e la quarta sequenza indica la taglia)
- Le sequenze devono essere corte, in genere si abbreviano
- Vengono esclusi i caratteri speciali, poiché i sistemi gestionali potrebbero non riconoscerli
- È necessario tener presente delle esigenze dei clienti (se viene richiesta una marca precisa, nel codice sarà utile inserire il nome del brand)
- È meglio non inserire lo zero poiché potrebbe confondersi con la lettera "O"

Questi codici in genere vengono generati automaticamente da un sistema ERP, e vengono gestiti per mezzo di software gestionali come il WMS.

Tuttavia, ampliando la visione all'intera supply chain, risulta evidente che un codice SKU, è solo un piccolo tassello che permette di ottimizzare l'intero processo, ma non sufficiente, di fatti i prodotti sono dotati anche di un codice UPC che permette di identificare in maniera univoca il prodotto a prescindere da dove esso si trovi nella catena logistica.

È un codice formato da 12 cifre accompagnate da un codice a barre identificativo, rispetta gli standard internazionali dell'organizzazione mondiale GS1.

La differenza sostanziale tra questi due codici è il fatto che l'UPC è univoco nell'intera catena logistica; quindi, se lo stesso prodotto viene stoccato due volte, in due magazzini diversi, esso sarà caratterizzato dallo stesso UPC. Mentre lo stesso prodotto sarà identificato per mezzo di due codici SKU, che difficilmente coincideranno, poiché ovviamente sta all'azienda stilare, a seconda delle necessità, il codice SKU.

L'implementazione di questi codici all'interno dei magazzini, ovviamente, al giorno d'oggi, è sempre più fondamentale poiché permette di trarre numerosi vantaggi, tra i quali:

- Tracciabilità: più efficienza e produttività
- Previsioni e responsiveness
- E-commerce: guidare il cliente verso nuovi prodotti

È sicuramente più facile tracciare i prodotti poiché i codici SKU e UPC, permettono di suddividere in unità minime l'inventario in base alle loro caratteristiche, inoltre forniscono una maggiore quantità di dati relativi alle vendite, che permettono di prevedere in maniera più accurata le oscillazioni della domanda.

Quando si parla di responsiveness si intende la capacità di rispondere in tempi brevi al mercato o ai picchi di lavoro improvvisi.

Se ben organizzati, i codici SKU rappresentano un tassello fondamentale per sfruttare appieno l'architettura di un sistema informatico o il potenziale commerciale di una piattaforma digitale dedicata all'e-commerce.

## CAPITOLO 5

### Le operazioni di “Refilling” e “Picking”

In questo ultimo capitolo, verranno definite due principali attività che vengono svolte all'interno di un magazzino, le operazioni in questione sono il “Refilling” e il “Picking”, che hanno come scopo principale rispettivamente, la ricarica degli articoli all'interno del magazzino e il prelievo degli stessi nel momento in cui vengono richiesti da un cliente.

#### 5.1 Il Refilling

L'operazione di refilling del magazzino si occupa principalmente del reintegro degli articoli all'interno del magazzino, già nel paragrafo 3.2 sono stati riportati i principali modelli matematici che permettono un ripristino in maniera efficiente, a seconda della tipologia di prodotto in questione; quindi, in questo caso saranno specificati i principali modalità di immagazzinamento delle UDC (Unità di carico).

L'immagazzinamento di un'unità carico può avvenire in diversi modi come riportato in figura 5.1

Figura 5.1 Schema di suddivisione metodi di immagazzinamento



Analizziamo in dettaglio le diverse tipologie:

- Sovrapposizione diretta delle unità di carico (catasta)

Questo tipo di immagazzinamento è tipico per materiali leggeri e non danneggiabili movimentabili con carrelli elevatori o transpallet a forche. I pallet vengono accatastati in blocchi monoprodotti separati dai corridoi necessari per la movimentazione e inoltre, lo sviluppo in altezza della catasta, richiede la sovrapposibilità dei pallet.

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, vedi ad esempio i prodotti fortemente

stagionali.

Generalmente si ha un buon indice di saturazione superficiale ma uno scarso indice di selettività in quanto per prelevare un prodotto alla base devo spostare tutta la catasta sopra.

- Scaffalature a ripiani

La scaffalatura a ripiani è generalmente utilizzata per l'archiviazione o lo stoccaggio di carichi leggeri quali minuteria, scatoloni, ricambi e capi appesi. Perfetta per ogni genere di picking: con uomo a terra, o con carrello commissionatore se attrezzata con guide a terra. Le configurazioni sono molteplici e personalizzabili in funzione delle esigenze di immagazzinaggio. Senza dimenticare la possibilità di raddoppiarne la capacità sopalmando la struttura

- 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. Quindi il carrello entra direttamente in questi tunnel per prelevare o depositare prodotti.

Generalmente, il sistema drive-in ammette tanti tipi di articolanti 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.

Possiamo distinguere due situazioni tipo: scaffalature **drive in** e scaffalature **drive through**.

- 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. Possiamo osservare due tipologie:

-Sistema tradizionale

È il sistema più utilizzato: il pallet entra nella corsia di carico e scivola per gravità sui rulli fino al lato opposto in corrispondenza della corsia di scarico

-Sistema push back

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 (sistema LIFO)

- 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.

L'apertura del corridoio nella posizione desiderata può avvenire manualmente, agendo sul fronte di ciascun scaffale mobile, oppure in semiautomatico.

Questo tipo di soluzione risulta essere sicuramente molto costosa ma permette di sfruttare al meglio lo spazio.

- Scaffalature per picking commissionatori

Le scaffalature per picking vengono gestite con carrelli che vengono chiamati commissionatori. Il carrello può operare con operatore a bordo e in corridoi molto stretti, in quanto non c'è necessità di orientare le forche o altro, poiché sarà lo stesso operatore a prelevare i pezzi da contenitori posizionati sugli scaffali.

I vantaggi più importanti per il picking 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.

- Scaffalature a 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.

- Scaffalature cantilever

Le 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.

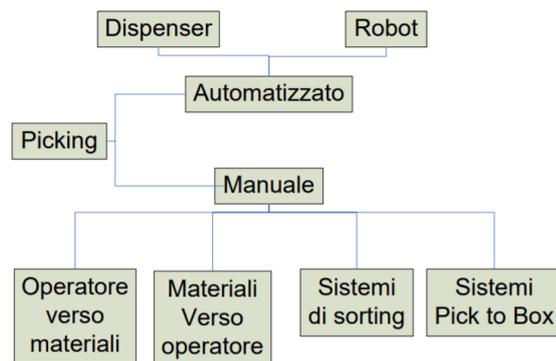
Si tratta di un sistema composto essenzialmente da colonne, formate da un profilato verticale e uno o due profilati orizzontali posti alla base per conferire stabilità. A queste colonne si fissa una serie di bracci sporgenti sopra i quali si deposita il carico. La movimentazione del carico può essere effettuata manualmente, quando il peso è ridotto, o con carrelli e mezzi di sollevamento adeguati.

## 5.2 il picking

Con il termine di picking si intende l'operazione di prelievo parziale di unità di carico stoccate all'interno di un deposito. Con il passare degli anni risulta sempre più efficace lavorare implementando l'automatizzazione del processo di picking, con l'obiettivo principale di creare valore, diminuendo eventuali errori, e riducendo il time to market dell'articolo preso in considerazione.

Figura 5.2 Classificazione tipologie di picking

Nell'immagine sulla destra (Figura 5.2), è possibile effettuare una prima classificazione dei sistemi di picking, che per l'appunto possono essere automatizzati o manuali, ovviamente entrambi presentano degli aspetti positivi ma anche dei contro, verranno tuttavia approfonditi successivamente



### SISTEMI DI PICKING MANUALI

Esistono diverse tipologie di picking manuale e la differenza fra di essi dipende da chi si sposta all'interno dell'area di prelievo. Si parla quindi di:

- **Picker to parts (operatore verso i materiali):** è l'operatore che a bordo di un adeguato carrello si muove all'interno dei corridoi del magazzino ed effettua il prelievo. È la soluzione con maggiore diffusione.
- **Parts to picker (materiali verso l'operatore):** è un sistema che permette di ridurre drasticamente le percorrenze degli operatori in quanto una struttura automatizzata porta direttamente le UdC verso una postazione di picking

dove l'operatore effettua il prelievo. L'UdC movimentata potrebbe essere un intero pallet - proveniente da un magazzino automatico - dal quale avverrà un prelievo selettivo oppure può essere di dimensioni ridotte, ad esempio un contenitore per colli proveniente da un Miniload. Altri sistemi utilizzati sono i caroselli (orizzontali e verticali) e i magazzini verticali.

- **Pick to box:** si divide l'area di picking in diverse stazioni, ognuna delle quali normalmente dedicata ad uno o più operatori. Le diverse picking stations sono connesse tra di loro mediante un convogliamento su cui scorrono i cartoni dove verranno inseriti i diversi pezzi prelevati. Ognuno di questi cartoni corrisponde ad un ordine cliente o a una sua parte
- **Pick and sort (sistemi di sorting):** questa metodologia si sposa con il concetto di batch picking in quanto ogni operatore effettua un prelievo massivo di un determinato articolo il quale equivale al fabbisogno (per quella referenza) cumulato di diversi ordini cliente. Il sorting potrà avvenire poi in maniera contestuale al prelievo oppure in maniera automatizzata tramite un sorter.

#### PICKING AUTOMATIZZATO

I sistemi di tipo automatizzato possono essere classificati come sistemi a dispenser o robotizzato.

I dispenser A- frame o V-frame hanno dei contenitori che lasciano cadere il materiale all'interno del sistema di trasporto (che possono essere rulli) e poi convogliati nel centro di distribuzione, tipi cestoni. Si effettua sia l'operazione di picking che di formazione dell'ordine e quindi si riducono i tempi. Questi sistemi sono utilizzati per articoli di piccole dimensioni ma con elevata rotazione del prodotto (rimangono per poco tempo all'interno del magazzino). Sono applicati nelle industrie farmaceutiche.

Nel caso dei sistemi robotizzati si parla di robot antropomorfi che prelevano le UdC oppure robot cartesiani.

Il picking è, dunque, una funzione tipica della gestione logistica del magazzino. Se si pensa a un magazzino altamente strutturato e con una grande mole di prodotti diversificati, non è difficile capire come il picking, assieme allo stoccaggio e alla catalogazione, rappresentino funzioni strategiche della gestione logistica.

### 5.2.1 Progettazione del picking in magazzino

Nell'immagine riportata in basso (Figura 5.3), si può notare quanto un sistema di picking da implementare possa risultare complesso, questo perché ovviamente è necessario andare a verificare quale tra le tante soluzioni può portare ad un'ottimizzazione del processo.

Figura 5.3 Implementazione sistema di picking



La prima azione da effettuare, per implementare un sistema di prelievo parziale che permette l'ottimizzazione dei processi, è la scelta della logica di picking:

- Logica Order Picking:

la sua traduzione letterale è Raccolta Degli Ordini, l'Order Picking consiste nella gestione di tutte le richieste provenienti dai clienti. Che siano essi finali o a loro volta commercianti o piccoli imprenditori, l'order picking consente all'azienda di scambiare, in maniera veloce ed intuitiva, i propri beni o servizi su un mercato di riferimento. Secondo alcuni dati l'Order Picking rappresenta quasi la metà di tutta l'organizzazione logistica di un'impresa perché, a differenza dello stoccaggio e della progettazione del magazzino, la gestione degli ordini agevola l'azienda nella concorrenza.

Ricevuto l'ordine di un cliente, l'impresa ricerca nel proprio magazzino la tipologia di prodotto richiesto e la sua quantità, spedendo la merce nel minor tempo possibile. L'order picking, oltre ad unire impresa e clienti, coinvolge la maggior parte dei settori di un'azienda, diventandone l'attività principale.

La missione dei singoli operatori consiste nell'evasione di un ordine completo o di una frazione di ordine

- Logica Batch Picking

I clienti emettono un certo numero di ordini; si raggruppano tutti gli ordini definendone uno generale per il prelievo completo in magazzino. La difficoltà sta nella separazione dei prodotti differenziandoli per i clienti. I criteri di formazione del batch: si scelgono delle dimensioni tali da poter evadere con una singola missione il numero massimo degli ordini. Gli ordini vengono regolati attraverso logica FIFO o criteri di destinazione.

*È tuttavia necessaria l'introduzione di un sistema di sorting, che permette, una volta accumulati più ordini, di smistarli ai vari clienti all'interno di una zona adibita a questa operazione definita di picking.*

La missione dei singoli operatori consiste nell'evasione di un lotto di ordini completi o di un lotto di frazioni di ordini

Order picking e batch picking non sono una scelta casuale, occorre un'analisi attenta del contesto per decidere in maniera consapevole: il prelievo è un'operazione dispendiosa in tutti i sensi, adottare il giusto picking significa eliminare costi non necessari e accelerare l'evasione degli ordini.

Dunque, la scelta tra order picking e batch picking dipende dal magazzino e dalla tipologia di ordine da gestire: se, infatti, con l'order picking gli operatori gestiscono un ordine completo o una frazione di esso, con il batch picking la missione consiste nell'evadere un lotto di ordini completi o un lotto di frazioni di ordini. A decretare la scelta migliore tra order picking e batch picking sono alcune variabili: il volume degli ordini, la rilevanza del tempo di percorrenza della merce in magazzino, la destinazione degli articoli o, ancora meglio, il sorting, e il numero di ordini in un lotto. Tutti questi fattori, attentamente analizzati, permetteranno di propendere per l'order picking o il batch picking. O per un mix dei due.

### **5.2.2 ALCUNE TECNICHE PER MIGLIORARE IL PICKING**

Il picking è indubbiamente l'attività più "costosa" tra quelle svolte all'interno dei magazzini: secondo le più recenti statistiche il 60% della spesa sostenuta per la gestione del magazzino è associata al picking.

Un modo "lean" per migliorare il processo di prelievo degli ordini sta nell'ottimizzazione del display di picking; questa attività permette di ottenere, senza grandi investimenti economici, una maggiore efficienza ed una più alta qualità del lavoro (sia dal punto di vista ergonomico sia da quello della performance di servizio).

L'ottimizzazione della disposizione e dello spazio da assegnare ad ogni articolo (display e slotting) è un elemento essenziale per accorciare i tempi e le percorrenze; infatti, in magazzino, il tempo maggiore viene impiegato negli spostamenti all'interno del capannone e nella ricerca del prodotto richiesto (in media si utilizza il 50% delle ore di lavoro totali per "camminare").

Ottimizzare il display di picking vuol dire mappare ed analizzare lo storico delle attività di magazzino per capire quali prodotti mettere vicini e in che parte del magazzino. In ogni magazzino, infatti, esiste sempre una "golden zone" cioè una zona facile e veloce da raggiungere (ergonomica e vicina alle zone di imballaggio e spedizione) dove posizionare i prodotti più movimentati (classificazione ABC degli articoli secondo la loro movimentazione).

Più si comprime la dimensione del display di picking meno si cammina ma più si ha bisogno di reintegrare la locazione con continue attività di refilling; l'ottimo è cercare di ridurre al massimo la somma tra i costi di prelievo e quelli di reintegro.

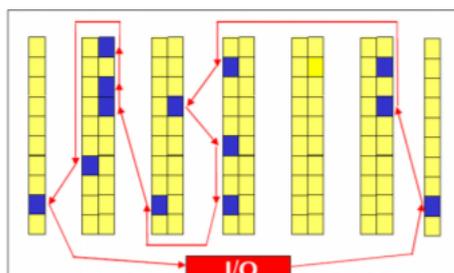
### 5.3 Politiche di percorrenza (politiche di routing)

L'obiettivo principale, come già è stato affermato è l'ottimizzazione delle risorse, per tale motivazione ovviamente è necessario andare a valutare anche quegli che sono gli spostamenti all'interno dei corridoi di un magazzino.

Individuando così quelle che vengono definite politiche di routing, o di percorrenza:

- **Percorso traversal:**  
la caratteristica principale è che il numero di corridoi da visitare è pari, come in figura (5.4)

Figura 5.4 Percorso traversal

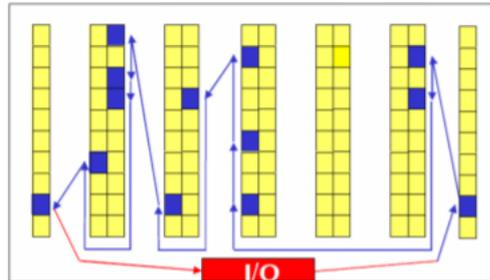


l'operatore entra nei corridoi in cui deve effettuare i prelievi e li percorre interamente, uscendo dalla parte opposta rispetto a quella di entrata.

- **Percorso return**  
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 sul medesimo corridoio di collegamento da cui è entrato. Vedi figura (5.5)

Figura 5.5 Percorso return

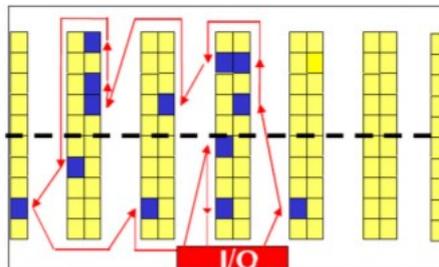


Questo richiede corridoi ampi per effettuare inversioni di marcia.

- **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 i prelievi con percorsi di tipo return. La missione viene completata da due percorsi di tipo traversal, che vengono effettuati nel primo corridoio da visitare a sinistra e nell'ultimo da visitare a destra, rispetto al fronte di I/O, come in figura (5.6)

Figura 5.6 Percorso mid-point return



- **Percorso Largest gap return**

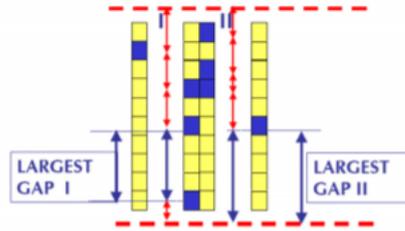
Si determina per ciascun corridoio in cui occorre effettuare prelievi il "largest gap",

ossia la massima fra le seguenti distanze:

- dal punto di ingresso nel corridoio alla prima posizione di prelievo
- fra ciascuna posizione di prelievo e la posizione di prelievo contigua
- fra l'ultima posizione di prelievo ed il punto di uscita dal corridoio

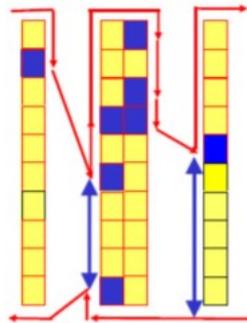
Come in figura (5.7)

Figura 5.7 Largest gap



L'obbiettivo è quello di non fare percorrere al picker il largest gap dei corridoi da visitare (salvo i due corridoi "estremi").  
La Procedura varia 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 traversal nei corridoi "estremi". Vedi figura (5.8)

Figura 5.8 Percorso largest gap return

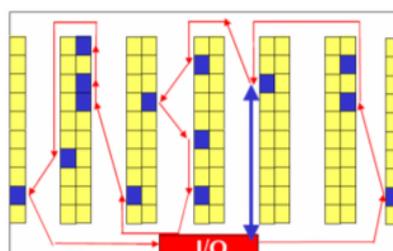


- **Percorso traversal modificato**

L'operatore percorre interamente tutti i corridoi da visitare meno quello connotato dal largest gap. Tale corridoio è percorso con tecnica return (in modo da evitare il largest gap).

Vedi figura (5.9)

Figura 5.9 Percorso traversal modificato





## Conclusioni

Giunti alla conclusione, si può affermare che vivendo in un periodo di grandi cambiamenti come quello attuale definito di “Industry 4.0”, l’automatizzazione dei processi industriali potrebbe addirittura rivoluzionare i modelli di business interni all’azienda.

L’obbiettivo principale dell’elaborato è proprio quello di approcciarsi in maniera più approfondita all’idea di poter implementare un livello di automatizzazione tale da permettere l’ottimizzazione delle risorse interne all’aziende, che si traduce con una creazione di valore per la stessa.

Il focus della tesi è mirato anche, e soprattutto sulle possibilità di questa tipologia di implementazione, andando ad analizzare le varie casistiche, per valutare al meglio se un investimento di questo genere, possa risultare ottimo o meno.

Perciò, il mio parere personale è quello di almeno valutare di poter utilizzare queste nuove tecnologie fornite dalla cosiddetta quarta rivoluzione industriale, che molto spesso spaventano le aziende per via di un investimento iniziale ingente che non genera guadagno nel breve termine, ma guardando al futuro potrebbe mettere una qualsiasi impresa in una posizione di privilegio nei confronti del mercato in cui operano e quindi in vantaggio competitivo rispetto ai vari “Competitors”.

## Sitografia:

- <https://www.mecalux.it>
- <https://www.mecalux.it>
- <https://www.modula.eu>
- <https://easylogisticsrls.it>
- <https://www.logisticaefficiente.it>
- <https://www.ferrettogroup.com>
- <https://www.improntasrl.com>
- <https://my.liuc.it/>
- <https://blog.mcgroup.it>
- <http://www.magazzinoefficace.it>
- <https://www.bitto.com>
- <https://www.technobuild.it/>

## Bibliografia

- Power point messi a disposizione dal Prof. Maurizio Bevilacqua
- Gianfranco Balestri, 2009 “Le basi della logistica. Il magazzino, i trasporti, la distribuzione e il sistema informativo”
- Donald Bowersox, Davis J. Closs, M.Bixby Cooper,2011 “Manuale di logistica e gestione della supply chain”