

UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di laurea Triennale in Ingegneria Gestionale

**DIMENSIONAMENTO DI UN MAGAZZINO MANUALE ED OTTIMIZZAZIONE
DEI FLUSSI LOGISTICI**

**SIZING OF A MANUAL WAREHOUSE AND OPTIMIZATION OF LOGISTIC
FLOWS**

Relatore:

Prof: Maurizio Bevilacqua

Tesi di Laurea di:

Emilio Di Corato

Anno Accademico 2018/2019

***Per il tempo,
Per la via che mi hai aiutato a tracciare
Senza mai impormi la tua,
Per il tuo amore...
Per essere semplicemente il mio papà
Grazie***

INTRODUZIONE.....	4
1 IL MAGAZZINO MANUALE.....	5
1.1 PREMESSA.....	5
1.2 OBIETTIVI DEL MAGAZZINO.....	6
1.3 TIPOLOGIE DEI MAGAZZINI.....	7
1.4 STOCCAGGIO DELLA MERCE.....	8
1.4.1 IL MODELLO A MEMORIA.....	8
1.4.2 IL MODELLO A LOCAZIONE FISSA.....	9
1.4.3 IL MODELLO A LOCAZIONE RANDOM.....	9
1.5 MATERIAL MANAGEMENT PERFORMANCE.....	11
1.6 SERVICE LEVEL.....	14
2 GESTIONE DELLE SCORTE.....	18
2.1 LE SCORTE.....	18
2.2 SISTEMI DI GESTIONE DELLE SCORTE.....	21
2.3 MODELLI A QUANTITA' D'ORDINE FISSA.....	25
2.3.1 IL PUNTO DI RIORDINO.....	29
2.3.2 IL LOTTO ECONOMICO DI ACQUISTO EOQ.....	30
2.3.3 LOTTO ECONOMICO DI ACQUISTO A VALORE.....	31
2.3.4 I MODELLI A TEMPI FISSI.....	33
2.4 LA SCORTA DI SICUREZZA.....	34
2.4.1 DIMENSIONAMENTO DELLA SCORTA DI SICUREZZA.....	37
3.1 LAYOUT E PROGETTAZIONE DEL MAGAZZINO.....	38
3.1.1 AREE INTERNE ED ESTERNE.....	38
3.1.2 AREE DI CARICO E SCARICO.....	40
3.1.3 AREE DI CARICO-SCARICO INTEGRATE NEL MAGAZZINO.....	41
3.2 LAYOUT DI MAGAZZINO E AREE DI CARICO E SCARICO INDIPENDENTI...	47
CONCLUSIONI.....	55

INTRODUZIONE

Il presente lavoro tratta le metodologie che stanno alla base della scelta, della progettazione e della realizzazione del magazzino, in particolare quello manuale, evidenziando tutti i fattori che concorrono al dimensionamento dello stesso. Il problema principale da affrontare nella gestione del magazzino consiste nell'utilizzo ottimale della superficie a disposizione in modo da creare un percorso ben definito sia per gli addetti che per le merci. Affinché il magazzino sia più efficiente e funzionale possibile, il management deve compiere scelte che riguardano le seguenti aree di intervento:

- Utilizzo ottimale degli spazi fisici aziendali tenuto conto che ogni mq di superficie occupata incide sui costi di esercizio.**
- Previsione delle vendite per identificare la giacenza e pianificare la produzione.**
- Allocazione dinamica della merce per consentire un flusso efficace delle operazioni di carico e scarico.**
- Modalità di stoccaggio: è fondamentale identificare le tipologie di immagazzinamento.**
- La gestione a scorta dei prodotti la cui domanda deriva da stime previsionali.**

1 IL MAGAZZINO MANUALE

1.1 PREMESSA

Il magazzino è parte integrante di tutte le realtà aziendali e rappresenta uno spazio dedicato a contenere materie prime, semilavorati, prodotti finiti. Il magazzino rappresenta uno spazio indispensabile per la gestione corretta dei processi produttivi e aziendali la cui gestione obbliga l'azienda a tenere sotto controllo tali costi. In particolare si possono evidenziare:

- Costi economici: l'immagazzinamento comporta immobilizzo di capitale.**
- Attività di ricevimento: messa a stock, controllo qualità, selezione, imballaggio, spedizione da parte di operatori dedicati alle suddette mansioni.**
- Superficie: ogni metro quadrato di superficie occupata rappresenta un costo in termini di infrastrutture e di risorse destinate al mantenimento dello stesso (tasse, energia, etc.).**
- Perdita di valore: danneggiamento, deterioramento, obsolescenza, perdita di valore, furti. E' noto che il valore della merce a magazzino può variare nel tempo e quindi risulta necessario uno stoccaggio razionale ma ad un livello sufficiente a soddisfare le esigenze produttive e dei clienti.**

Esistono in letteratura dei metodi per calcolare il valore della merce stoccata a magazzino:

- FIFO (first in first out): il primo prodotto arrivato nel magazzino è il primo ad essere venduto. Questo metodo è adatto nei casi in cui i prodotti sono deperibili o temono l'obsolescenza.

- LIFO (last in last out): l'ultimo prodotto ad essere acquistato è il primo ad essere venduto; con questa logica si possono gestire soprattutto i prodotti non obsolescenti. -A valore medio: questo metodo tiene conto del costo medio per pezzo relativamente a tutti gli acquisti di un determinato prodotto. - A valore attuale: ipotizzando che per il prodotto considerato il valore sia aumentato costantemente nell'arco di un anno, alla data del prelievo il prodotto in considerazione presenta un valore commerciale superiore.

1.2 OBIETTIVI DEL MAGAZZINO

Le teorie moderne circa le politiche aziendali affermano unanimi che la merce a magazzino rappresenta uno spreco: tra queste filosofie emerge senza dubbio il 'Toyota Production System' da cui ha avuto origine la Lean Manufacturing, produzione snella, priva di sprechi, in cui l'azienda virtuosa è quella che riesce a gestire il proprio business a zero scorte. L'obiettivo che si prefigge l'azienda deve essere quello di riuscire a mantenere un livello alto di business soddisfacendo il cliente finale con il minimo livello di scorte. E' possibile individuare delle motivazioni che orientano l'azienda alla scelta o meno della presenza di un magazzino:

1) Fluttuazioni della domanda: dal momento che i dati storici circa il trend aziendale vengono spesso abbandonati diventa necessario mantenere alti livelli di stock per non incappare in richieste insoddisfabili e quindi il verificarsi dell'out of stock.

- 2) **Prevedibilità:** per impedire blocchi di produzione a cui è inevitabilmente correlata l'insoddisfazione del cliente, l'azienda preferisce mantenere merce a magazzino per poter migliorare la capacità di schedulazione della stessa.
- 3) **Protezioni dal prezzo:** le fluttuazioni del prezzo dei prodotti possono incidere negativamente sui costi d'acquisto.
- 4) **Inaffidabilità dei fornitori:** la merce detenuta a magazzino protegge l'azienda da fornitori che non rispettano i termini contrattuali comprese le date di consegna.
- 5) **Sconti di quantità:** le economie di scala favoriscono l'acquirente con degli sconti previo l'ordine di grossi quantitativi di prodotto.

1.3 TIPOLOGIE DEI MAGAZZINI

Possiamo distinguere all'interno dell'azienda tre tipologie fondamentali di magazzini:

- 1) **Materie prime:** il magazzino contiene prodotti usati per realizzare semilavorati o prodotti finiti.
- 2) **Semilavorati:** si distinguono per la loro peculiarità di essere temporanei e non possono essere considerati ne materia prima ne prodotto finito.
- 3) **Prodotto finito:** rappresenta il magazzino che contiene il prodotto pronto per essere venduto.

A queste si possono aggiungere altre due categorie non sempre presenti in azienda:

4) Riparazione e/o sostituzione di componenti che non fanno parte direttamente del ciclo produttivo ma sono essenziali per la soddisfazione del cliente.

5) Consumabili: riferito a tutti i prodotti indispensabili per il corretto funzionamento dell'azienda, ad esempio materiale per l'imballaggio, dispositivi per computer, per stampanti.

1.4 LO STOCCAGGIO DELLA MERCE – MAPPATURA ED ALLOCAZIONE:

Un magazzino risulta efficiente quando è possibile reperire in tempi abbastanza brevi tutti i prodotti desiderati. Il punto cardine diviene quello che non si può controllare ciò che non si può trovare e alla luce di questo è fondamentale che ogni addetto al magazzino debba aver ben chiaro dove si trovano i prodotti e deve essere messo nella condizione di conoscerne l'ubicazione. Generalmente i modelli che si possono utilizzare per la locazione della merce sono:

- a memoria;
- a locazione fissa;
- a locazione random.

1.4.1 Il modello a memoria

Tale metodologia, attualmente obsoleta, è molto semplice e consiste essenzialmente nella capacità mnemonica degli operatori: l'allocazione della merce è decisa al momento dell'occorrenza e il conseguente ritrovo avviene nello stesso modo, attraverso il semplice ricordo di dove è stato posizionato. E' principalmente utilizzato quando si hanno poche varietà di prodotto e le aree di stoccaggio sono ridotte in numero e dimensioni.

1.4.2 Il modello a locazione fissa

In questa situazione le locazioni sono ben determinate per ogni prodotto e non vi è spazio per altri con la conseguenza che il numero delle locazioni a disposizione del magazzino deve essere uguale o superiore al numero massimo di unità che vengono gestite. Così disposto il magazzino presenta alcuni svantaggi: l'honey combing o nido d'ape, si verifica quando nel magazzino parte delle locazioni dedicate rimangono vuote: è possibile quantificare ciò attraverso l'indice di efficienza di stoccaggio così definito:

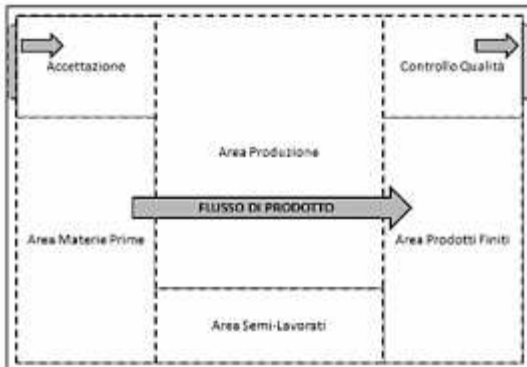
$$\text{INDICE DI HONEY COMBING} = \frac{\text{N di locazioni vuote}}{\text{N di locazioni}}$$

Più ci si avvicina al valore 1 e più è forte l'honey combing con molte locazioni inutilizzate. Per avere buone prestazioni tale indice deve risultare il più possibile tendente a zero misurato ad intervalli frequenti.

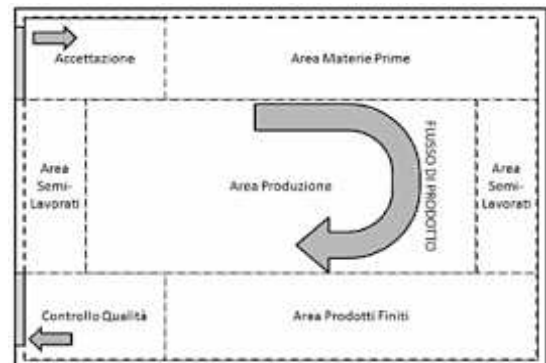
1.4.3 Il modello a locazione random

Con l'espressione random si esprime il posizionamento casuale del prodotto, lontano da qualsiasi logica di allocazione; così strutturato il magazzino presenta come unico vantaggio quello di sfruttare al meglio lo spazio eliminando l'effetto honey combing del modello precedente. Tra gli svantaggi si possono citare: la necessità di creare un sistema informativo in grado di memorizzare tutte le operazioni che avvengono nel magazzino. Inoltre tale modalità di allocazione non risulta applicabile ad aziende con poche referenze. Idealmente il posizionamento delle aree dedicate all'immagazzinamento dovrebbe rispecchiare il flusso operativo del prodotto; di seguito

vengono riportati due esempi di posizionamento magazzini, il primo con flusso lineare il secondo senza flusso lineare:



Magazzino con flusso lineare



Magazzino senza flusso lineare

E' bene sottolineare che i modelli esposti non sono esclusivi ed è possibile che nelle realtà aziendali si verifichi il loro mix, dedicando per alcune tipologie di prodotti un modello e per altri uno diverso; sulla base quindi delle caratteristiche di ciascun particolare di prodotto e sulla base delle loro peculiarità, viene scelto il modello più appropriato. Da un punto d vista operativo è necessario considerare anche i prelievi dei prodotti per ottenere una suddivisione e una classificazione sulla base delle loro movimentazioni. In particolare è possibile fare riferimento ad alcune fasi fondamentali:

- Stilare una lista con tutti i prelievi fatti per codice articolo, metterla in ordine decrescente sul numero di prelievi fatti, ottenendo una lista ordinata dei prodotti dalla più alta frequenza di movimentazione alla più bassa.
- Calcolare la sommatoria dei prelievi effettuati.
- Determinare per ogni codice prodotto il valore percentuale dei suoi prelievi sul totale, attraverso l'espressione matematica:

$$\% \text{ prelievo} = \frac{\text{N prelievi del prodotto}}{\text{Totale dei prelievi}} \times 100$$

- **Ottenere il valore cumulativo derivante dalla percentuale di prelievo come risultato della somma di tutti i codici che lo hanno preceduto.**
- **Classificazione dei prodotti a seconda del valore percentuale cumulativo dei prelievi, ottenendo:**
 - **Prodotti classe A; corrispondente a un cumulativo dell'80 % dei prelievi;**
 - **Prodotti classe B; con un cumulativo compreso tra 80 e 95%;**
 - **Prodotti classe C; rappresentata dai restanti prodotti.**

1.5 MATERIAL MANAGEMENT PERFORMANCE

La valutazione dell'efficacia logistica di qualsiasi sistema di approvvigionamento, può essere testata attraverso l'analisi di una serie di indicatori di performance del magazzino.

- **La giacenza media (GM), valore che indica il livello medio di giacenza di magazzino.**
- **L'indice di rotazione (Ir), la giacenza di materiale si rinnova durante un determinato periodo di esercizio, l'efficacia della logica di approvvigionamento migliora all'aumentare dell'indice di rotazione.**
- **L'indice di copertura (Ic), che matematicamente è rappresentato da un coefficiente che deriva dal reciproco dell'indice di rotazione,**

restituisce l'autonomia logistica del magazzino valutata attraverso il numero di giorni di copertura dei fabbisogni medi mediante la giacenza media presente in magazzino.

- La frequenza di stock out (Fso), restituisce la frequenza percentuale in cui si è verificato l'evento della rottura di stock nei confronti del numero di sotto periodi considerati. Un'efficace gestione logistica dei materiali minimizza o esclude la possibilità della condizione di stock out.

- La frequenza di riordino (Fr), restituisce la percentuale degli ordini emessi rispetto al numero di consumi riscontrati nel periodo d'esercizio. E' noto che la giacenza media dei materiali è inversamente proporzionale alla frequenza di riordino, quindi in una logica di pianificazione efficace si tende ad integrare una limitata frequenza di riordino ad un elevato indice di rotazione dei materiali.

- Escursione minimo-massimo (EM-m), indica la differenza tra il valore massimo ed il valore minimo di giacenza, riscontrati nel periodo di esercizio considerato. Un limitato livello di escursione minimo massimo facilita la gestione delle risorse umane e strutturali del magazzino (SCE).

Per quanto riguarda l'aspetto tecnico-gestionale, tra i fattori che influenzano maggiormente le scorte funzionali troviamo le caratteristiche del prodotto (dimensioni, obsolescenza, deteriorabilità), le caratteristiche del mercato (trend, prevedibilità della domanda), le caratteristiche del sistema di distribuzione, i costi relativi all'acquisto, al mantenimento e alla gestione dei materiali. Tutto ciò ruota attorno al livello di servizio che l'azienda vuole fornire. Valutiamo ora i costi legati alla gestione delle scorte (OM).

Nel prendere qualunque decisione che impatti sulle scorte, occorre considerare le seguenti voci di costo:

- **Costi di giacenza o di mantenimento.** Quest'ampia categoria comprende i costi di magazzino (strutture, manipolazione, assicurazione, furti, rotture, danneggiamenti, obsolescenza) e il costo opportunità del capitale. Chiaramente costi di giacenza elevati inducono a ridurre il livello delle scorte e a reintegrarle spesso.
- **Costi di emissione dell'ordine.** Sono i costi per le attività gestionali e amministrative che presiedono alla preparazione dell'ordine di produzione o di acquisto. I costi di emissione dell'ordine includono tutte le operazioni di dettaglio, quali il conteggio degli articoli e il calcolo delle quantità da ordinare, nonché altri costi legati alla manutenzione del sistema di tracciabilità degli ordini stessi. I costi di emissione spesso hanno un andamento a gradino, motivato dal fatto che il costo dell'ordine è costante per un dato intervallo, oltre il quale aumenterà di una certa quantità per far fronte all'impiego di nuove risorse come ad esempio il costo del personale.
- **Costi di mancanza o di stock out.** Quando una scorta di articoli viene esaurita, un ordine che richieda tale prodotto deve attendere fino al reintegro dello stock. Fra il mantenimento dello stesso a copertura della domanda e i relativi costi di stock out esiste un trade-off, che è difficile risolvere in modo equilibrato, poiché risulta complicato stimare il margine di profitto perso, le ripercussioni dovute alla perdita del cliente, o le penalità da pagare in caso di ritardo. Spesso si tratta quindi di una stima effettuata entro un range credibile, ma pur sempre soggettivo.

Di seguito viene riportato un grafico che descrive l'andamento dei costi:

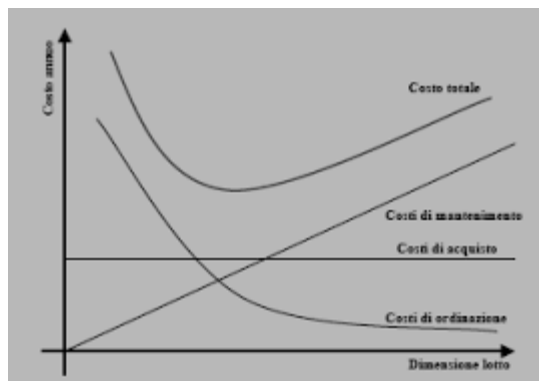


Grafico di andamento dei costi

Possiamo notare che il costo di acquisto ha un andamento lineare dovuto al fatto che è indipendente dalla dimensione del lotto, fatta eccezione nel caso in cui si considerino gli sconti di quantità. Il costo di manutenzione risulta lineare crescente in funzione della dimensione del lotto, infatti è legato alla quantità ed al valore del materiale. Il costo di ordinazione invece è inversamente proporzionale alla dimensione del lotto, quindi più aumenta la dimensione del lotto, minore sarà il costo di ordinazione e il numero di ordini da effettuare. La curva del costo totale è data dalla somma algebrica delle tre curve di costo e raccoglie tutte le soluzioni possibili in maniera dipendente dalla strategia aziendale e dall'andamento delle scorte a magazzino. Dalla figura si nota come il costo totale è minimizzato in corrispondenza del punto in cui la pendenza della curva costo totale è zero.

1.6 SERVICE LEVEL

Il livello di servizio è un concetto che si è sviluppato sulla base delle necessità di avere uno strumento semplice con il quale poter misurare la risposta dell'azienda alle richieste dei clienti e del mercato, ed attraverso il quale poter regolare e controllare l'attività aziendale e l'impiego delle risorse. Se il concetto di livello di servizio può essere esteso a tutte le attività aziendali, esso trova la sua massima esplicitazione nel rapporto tra l'azienda ed il proprio mercato. Infatti quest'area comprende le attività che precedono la definizione e la gestione delle fasi e dei requisiti necessari per la ricezione e per l'evasione degli ordini. Nel caso di vendita la risposta alla domanda dei clienti è chiaramente affidata alle scorte di prodotto finito disponibili e in questi casi il livello di servizio è misurabile come rapporto tra gli ordini evasi immediatamente e il totale degli ordini pervenuti. Il concetto può essere più o meno restrittivo a seconda di cosa si intende per ordine evaso: un ordine può ritenersi tale con un livello di servizio del 90% se sono stati evase il 90% degli item che componevano l'ordine stesso. In altri casi non sono ammesse evasioni parziali e quindi il livello di servizio riflette la percentuale di ordini evasi in prima battuta. A livello analitico, possiamo dare due definizioni di livello di servizio:

-LS = Ordini Evasi / Ordini Pervenuti

-LS = N giorni Stock out / N giorni Totali

-Ls = Unità non evase / Totale Unità

-Ls = N ordini evasi in ritardo / N totale ordini

Un concetto fondamentale su cui si basa il livello di servizio, è quello del servizio al cliente. Questo rappresenta il complesso delle attività volte a soddisfare il cliente nella gestione della transazione intercorrente dal ricevimento dell'ordine fino alla fatturazione e al pagamento. Per soddisfare completamente il cliente, è necessario rispettare le condizioni seguenti:

- 1) Il prodotto giusto.**
- 2) Nella quantità giusta.**
- 3) Nella condizione giusta.**
- 4) Nel luogo giusto.**
- 5) Al momento giusto.**
- 6) Al cliente giusto.**
- 7) Al costo giusto.**

In base al rispetto di queste condizioni, si possono valutare le prestazioni di servizio al cliente attraverso il ciclo di ordine-consegna e il grado di copertura delle scorte. Ovviamente il servizio logistico, deve essere comparato con un altro parametro importante, il costo logistico, ovvero il costo che deve sostenere il sistema logistico per raggiungere il livello di servizio desiderato.

Possiamo osservare l'andamento del costo logistico nella figura:

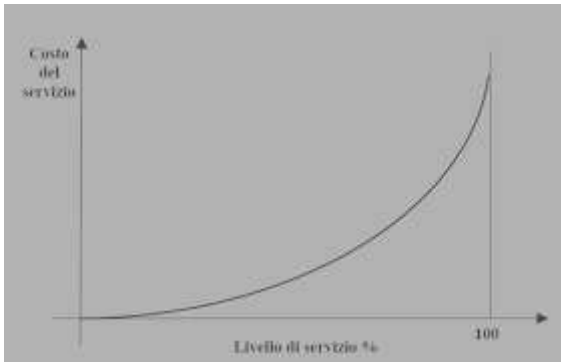


Grafico di andamento del costo logistico

Dalla curva si può osservare che il servizio costa, ovvero che per aumentare il livello di servizio tendendo verso il 100%, si deve affrontare un costo elevato. Inoltre la curva parte dall'origine degli assi poiché per un servizio nullo, non si sostengono i costi per lo stoccaggio, non evadendo nessun ordine. Grazie all'ausilio di software gestionali è possibile registrare gli ordini, aggiornare l'anagrafica delle scorte a magazzino, valutare le disponibilità di merce e la loro locazione nel magazzino. In questo modo si riduce notevolmente il tempo complessivo di approvvigionamento. Inoltre per la trasmissione dell'ordine, si può far ricorso facilmente a fax, mail, telefonia. Quindi la tecnologia e l'informatica sono entrati in maniera decisiva nella gestione del magazzino, andando ad abbattere quei tempi morti che avrebbero aumentato il lead-time di approvvigionamento. Assume allora una importanza strategica, una buona gestione delle scorte, che può ridurre i tempi di approvvigionamento. Questo perché, sia l'istante in cui perviene l'ordine, opportunamente deciso, sia il fatto che i materiali risultino sempre disponibili, accorcia i tempi. In realtà vi possono essere casi nei quali, una buona gestione delle scorte non assicura un buon lead-time, per esempio a causa di inefficienze logistiche che si presentano nella preparazione e nell'evasione degli ordini, o nel tempo di trasporto nel caso di lunga distanza tra fornitore e azienda. Tutto ciò

porta quindi ad un servizio logistico non efficiente. In altri casi, si può avere un lead-time ottimale, ma di contro una non buona gestione delle scorte. Quindi si hanno casi nei quali il materiale non è disponibile a magazzino, con relativa perdita di fiducia da parte del cliente. Questo è un altro caso di servizio logistico non efficiente. Bisogna aggiungere che questi problemi sono sicuramente noti all'azienda che si rifornisce. Infatti se si presenta il problema del tempo di trasporto, è possibile cercare mezzi più veloci, o anticipare gli ordini, ovvero organizzare in maniera opportuna gli ordini. Sta quindi all'azienda prendere decisioni che le consentono di non perdere un cliente a causa di un servizio logistico inefficiente. Questo discorso può essere anche trasmesso ai costi. Infatti, la logistica distributiva assorbe la quantità di costi maggiore di ogni altra attività, escluso i costi di acquisto di materiali. Questi, possono essere ottimizzati applicando una strategia di gestione delle scorte adeguata al mercato in cui ci si confronta e alle possibilità a disposizione.

2 Gestione delle scorte

2.1 LE SCORTE

Per un'azienda la gestione delle scorte di magazzino rappresenta un'area critica che ne può fortemente influenzare il risultato economico. Ciò si verifica soprattutto per il trade dove la contrazione dei margini operativi e l'accelerazione dei fenomeni di obsolescenza dei ricambi ha reso, negli ultimi anni, particolarmente critiche le politiche di gestione del magazzino. Una quantità eccessiva di scorte rispetto al fabbisogno, comporta l'immobilizzazione di capitale circolante e di conseguenza maggiori oneri finanziari che vanno ad influenzare il risultato economico; una quantità troppo ridotta può portare, per contro, all'impossibilità di soddisfare in modo tempestivo le richieste della clientela. Appare perciò chiaro che una sana gestione degli approvvigionamenti e degli stock, può e deve essere realizzata in tutte le realtà aziendali, indipendentemente dalla loro dimensione; le tecniche da adottare possono essere concettualmente semplici e poco costose dal punto di vista realizzativo ma idonee a ridurre i costi logistici. Le principali finalità di un buon sistema di gestione delle scorte sono essenzialmente due:

- assicurare l'esistenza a magazzino dei materiali necessari all'attività commerciale nel momento in cui essi necessitano;
- contenere al minimo gli oneri di gestione del magazzino e i costi di approvvigionamento.

Una corretta gestione delle scorte impone come primo elemento di valutazione l'individuazione del quantitativo minimo di ogni articolo che deve permanere costantemente in magazzino: questo valore è

definito scorta minima o scorta di sicurezza ed esprime la quantità limite che deve trovarsi in magazzino al fine di garantire il regolare svolgimento dei processi produttivi e distributivi.

2.2 SISTEMI DI GESTIONE DELLE SCORTE

La gestione dei materiali è uno degli elementi tattici fondamentali della logistica aziendale che si prefigge tre obiettivi fondamentali:

- 1. Garantire la disponibilità del materiale;**
- 2. Contenere l'investimento del capitale;**
- 3. Contenere i costi logistici.**

Il problema è, pertanto, quello di definire l'esatta quantità richiesta in un certo periodo di tempo. I sistemi di gestione dei materiali sono molteplici ma possono essere ricondotti a due categorie fondamentali:

- sistemi di gestione a fabbisogno, o criterio look-ahead;**
- sistemi di gestione a scorta, o criterio look-back.**

Queste due categorie fanno riferimento a due differenti criteri per la pianificazione del fabbisogno dei materiali, sulla base del quale può verificarsi l'istante di rilascio di un ordine:

- 1. un ordine per un certo materiale viene rilasciato perché è stato calcolato che in un istante futuro ci sarà un fabbisogno corrispondente;**
- 2. un ordine per un certo materiale viene rilasciato perché la scorta di quel materiale, a seguito di prelievi per fronteggiare i fabbisogni**

passati, è diventata troppo piccola rispetto al fabbisogno che è stato pianificato per i periodi futuri.

Tali criteri hanno effetti molto diversi sugli obiettivi aziendali, con la gestione a fabbisogno si riduce la giacenza delle scorte ed i relativi costi ad essa associati dato che i materiali entrano nello stabilimento ad intervalli di tempo gestiti dal piano principale di produzione. Con la gestione a scorta, per evitare fenomeni di mancanza di materiale (stock out), si tende tramite un segnalatore di livello (livello di riordino) ad emettere nuovi ordini in modo che la scorta non sia mai esaurita. (Logistica integrata e flessibile)

Esistono due sistemi di gestione delle scorte (metodi puri) a periodo multiplo:

- modelli a quantità d'ordine fissa (detti modelli EOQ, o basati sul lotto economico d'acquisto, oppure modello Q)**
- modelli a tempo fisso (definiti anche come metodi a revisione periodica o di riordino a intervallo fisso, oppure modello P).**

I sistemi di gestione delle scorte multi-periodo sono progettati per assicurare la costante disponibilità di un articolo nel corso dell'anno. Solitamente l'articolo viene riordinato più volte durante l'anno, in tempi e quantità ottimali, dettati dalla logica del sistema adottato. L'elemento di distinzione è che i modelli a quantità fissa sono "attivati dall'evento" e i modelli a periodo di tempo fisso sono "attivati dal tempo". In altre parole, con il modello a quantità fissa si segnala l'esigenza di lanciare un ordine al raggiungimento di uno specificato livello di riordino: tale evento, dipendendo dalla domanda del bene considerato può capitare in qualsiasi momento. Al contrario con il modello a periodo fisso l'ordine è ammesso solo alla scadenza di un ciclo predefinito: soltanto lo scorrere del tempo attiva il modello, indipendentemente dalle quantità domandate. Per

usare il modello a quantità fissa, le giacenze devono essere monitorate assiduamente, quindi tale modello è una revisione continua dello stock a magazzino per verificare se si è raggiunto il livello di riordino. Nel modello a tempi fissi, il calcolo delle quantità avviene soltanto nell'istante di reintegro. Vediamo ora dove possono essere applicati tali modelli prima di passare ad una descrizione più dettagliata:

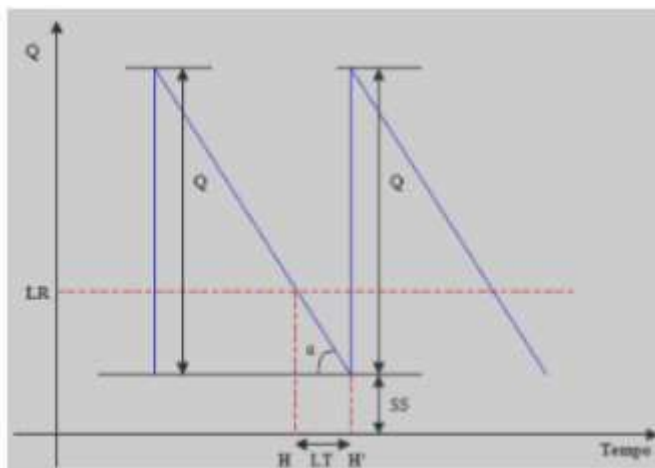
- Il modello a periodo fisso prevede una maggiore quantità di scorta media per prevenire lo stock out durante il periodo di revisione.
- Il modello a quantità fissa si addice meglio ad articoli costosi perché la quantità media di scorte è inferiore.
- Il modello a quantità fissa si addice meglio ad articoli critici perché esiste un più stretto controllo e quindi una più rapida reazione ad eventuali rotture di stock.
- Il modello a quantità fissa richiede un maggior dispendio di tempo perché prelievo e carico vengono contabilizzati (OM).

2.3 MODELLI A QUANTITA' D'ORDINE FISSA

2.3.1 Il punto di riordino

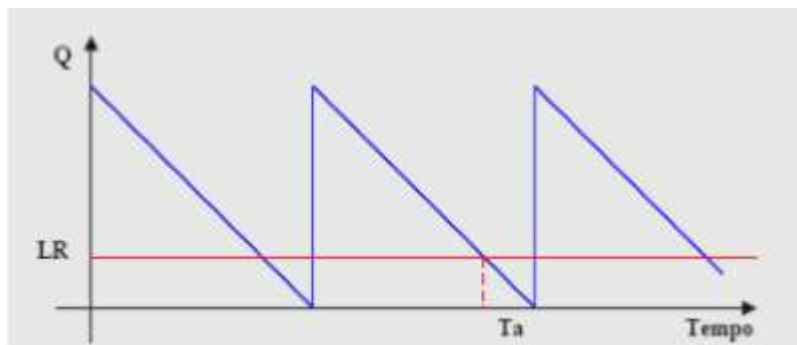
Il punto di riordino rappresenta quel quantitativo di giacenza raggiunto il quale si manifesta la necessità di emettere un ordine al fine di ricostituire la scorta, diminuita per effetto del consumo o della domanda finale. Il punto di riordino coincide quindi con la giacenza sufficiente a far fronte al consumo previsto o alla vendita, durante il tempo di approvvigionamento, o lead-time, noto per ipotesi e

costante nell'intervallo di tempo considerato. Nella figura che vedremo di seguito il lead time è rappresentato dal tempo che intercorre tra l'ordine (H) e l'istante in cui il materiale è disponibile per essere prelevato (H'), D rappresenta il fabbisogno nell'unità di tempo considerato ed è valutata come la tangente dell'angolo alfa, LR rappresenta il livello di riordino ed è quindi rappresentato dalla relazione $LR=LT*D+SS$ dove SS rappresenta la scorta di sicurezza che sarà oggetto di approfondimento. La domanda nel lead time di reintegro è in realtà una stima o una previsione del consumo atteso delle scorte dal momento di emissione dell'ordine fino alla sua acquisizione. Infine Q rappresenta il lotto di riordino, che sarà approfondito in seguito.

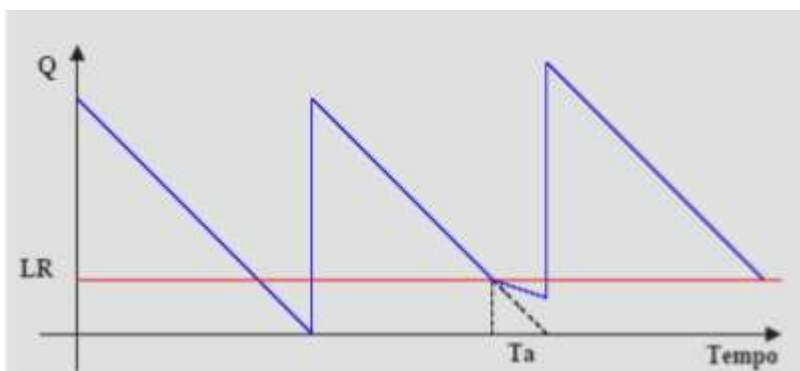


Per rendere più realistica la situazione, possiamo osservare tre differenti ipotesi di andamento delle giacenze in funzione del tempo di approvvigionamento, nell'istante in cui esse raggiungono il punto di riordino:

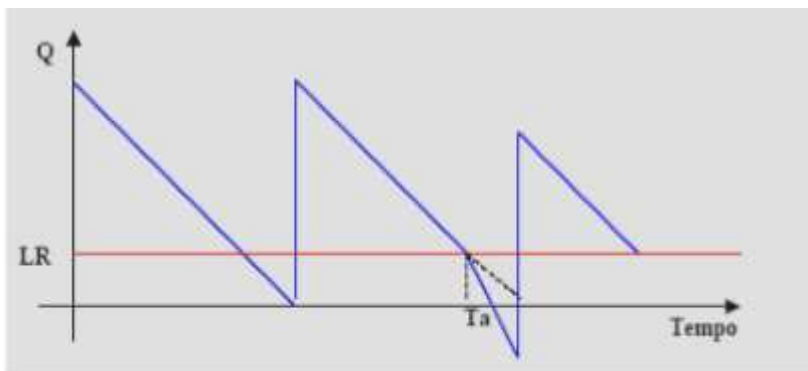
1



2



3



Nel primo caso (figura 1), il consumo nel periodo di approvvigionamento (espresso dalla pendenza della curva) è considerato costante: in tale ipotesi, la scorta di magazzino si esaurisce nello stesso istante in cui arrivano nuove quantità di merci.

Nel secondo caso (figura 2), il consumo durante il periodo di approvvigionamento, risulta inferiore al livello stimato. In questa

Tali variazioni della domanda, possono essere assorbite da volumi particolari, opportunamente dimensionati, ovvero la scorta di sicurezza. Per ora, si deve aggiungere a quanto detto, che il punto di riordino si innalzerà, inglobando questa scorta, al fine di garantire la corretta gestione inventariale in presenza di un livello di servizio prefissato. Si verifica quindi, che la relazione del punto di riordino cambia in questo modo:

$$LR = Tc * Ta + SS$$

Dove Tc rappresenta il tasso di consumo, in unità e Ta il tempo di approvvigionamento. Quindi possiamo concludere che i parametri da dimensionare sono due:

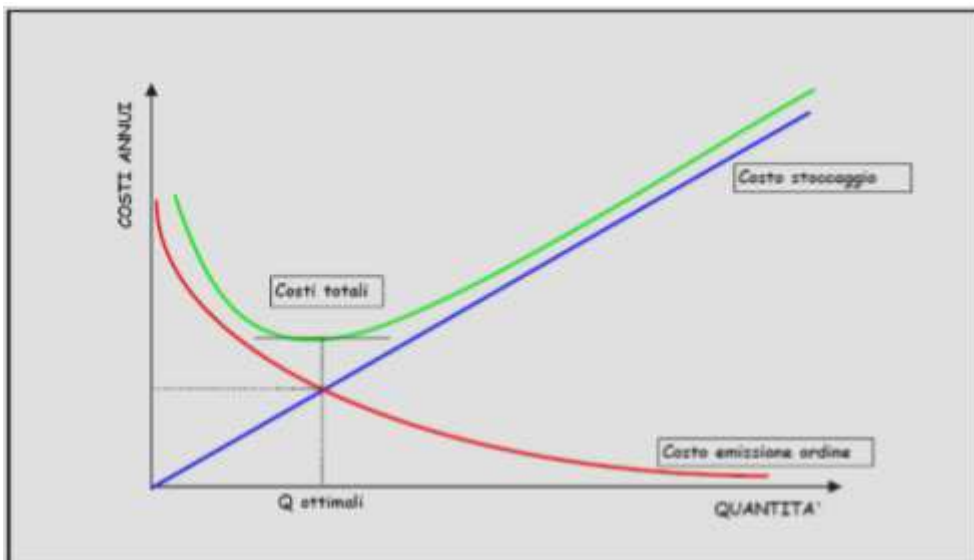
- Il lotto di riordino Q**
- Il livello di riordino LR che a sua volta dipende dalla scorta di sicurezza SS.**

2.3.2 Il lotto economico di acquisto- EOQ (Economic Order Quantity) (logistica integrata e flex)

Lo schema del lotto economico si caratterizza per la richiesta di un continuo controllo della giacenza e per ordini di riassorbimento emessi ad intervalli variabili ma in quantità fisse. Lo schema del lotto economico può essere utilizzato in caso di domanda o consumo dell'articolo costante e deve essere verificata l'ipotesi di indipendenza statistica della domanda.

Il modello EOQ si prefigge di stabilire la dimensione ottimale del lotto di acquisto Q attraverso il miglior compromesso tra i seguenti fattori aventi andamenti contrastanti al variare della dimensione del lotto Q:

- Il costo di mantenimento a scorta che a parità di domanda D ed essendo proporzionale alla giacenza media, cresce linearmente con Q
- Il costo dell'ordine che cala con andamento iperbolico al crescere di Q . In base a quanto detto, si evince quanto sia importante per una azienda quantificare il lotto economico. In generale si seguono due strade: una, favorevole all'utilizzo di lotti di maggiori dimensioni e l'altra favorevole all'utilizzo di lotti di piccole dimensioni.



Queste due tendenze contrastanti, trovano il loro problema sulla questione relativa ai costi. Infatti, bisogna considerare diversi fattori, sulla base dei quali poter stabilire la dimensione ottimale Q del lotto economico di acquisto:

- i costi di mantenimento della scorta, proporzionali alla giacenza media ($Q/2$), graficamente espressi da una retta passante per l'origine, crescente all'aumentare della quantità;
- i costi di emissione dell'ordine, proporzionali al numero di ordini emessi ($n = D/Q$), graficamente espressi da una iperbole equilatera, decrescente all'aumentare della quantità;

Per poter applicare tale metodo, bisogna fare alcune ipotesi di base:

- la domanda D deve essere nota e costante;
- i costi di gestione degli ordini, devono essere noti e costanti;
- il costo unitario (costo di acquisto o di produzione) deve essere costante;
- il lotto deve essere consegnato in una volta sola, quindi acquisizione istantanea;
- il tasso del costo di mantenimento a scorta deve essere noto e costante.

Va inoltre considerato il fatto che la capacità del magazzino non risulta vincolante ai fini del calcolo del lotto Q e si presuppone che il tempo di riordino sia noto e costante.

Cominciamo con il valutare il costo di gestione degli ordini.

Indichiamo con C' il costo medio di gestione di un ordine, con Q la dimensione del lotto e con D la domanda del prodotto, possiamo ottenere il costo annuo di gestione degli ordini (C_2) calcolato come segue:

$$C_2 = C' * (D/Q)$$

Per il costo di mantenimento, o di giacenza (C_3), indichiamo con H il costo annuo di mantenimento per unità di scorta media, spesso si

indica $H=i*C$ dove i è il costo percentuale di mantenimento a scorta e C è il costo d'acquisto.

$$\text{Quindi } C_3=H*(Q/2)$$

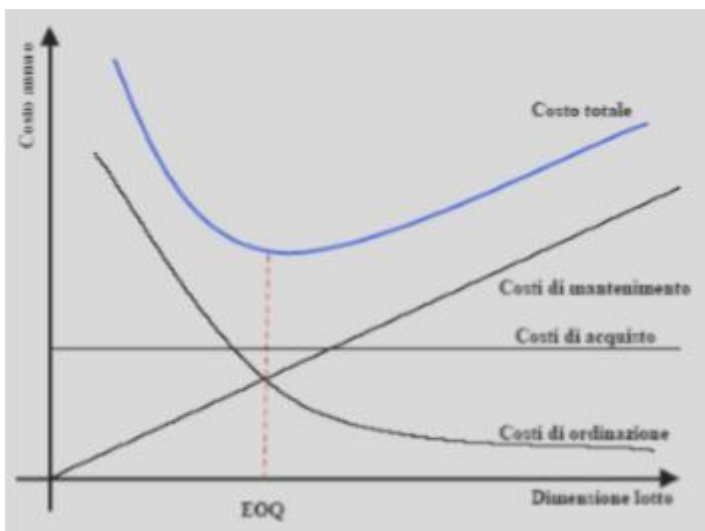
Mentre il costo per articolo (C_1), lo valutiamo come prodotto tra la domanda D e il costo unitario per articolo P .

Sommiamo questi termini per ottenere il costo totale C_{tot} :

$$C_{tot} = C_1+C_2+C_3 = D*P+C'*(D/Q) +H*(Q/2)$$

Dobbiamo minimizzare questa funzione, quindi calcoliamo la sua derivata prima rispetto a Q , e poniamola uguale a zero.

Otteniamo così il valore del lotto economico di acquisto EOQ: Possiamo osservare questa situazione in maniera grafica, in corrispondenza del punto di minimo della curva dei costi totali



Una volta noto il valore del lotto economico di acquisto Q , è semplice calcolare il costo minimo unitario:

$$C_{tot} = D \cdot P + C' \cdot (D/Q_{opt}) + H \cdot ((Q_{opt}/2) + S_s)$$

Se si fa riferimento solo ai costi annuali di gestione allora la relazione diventa:

$$C_{tot} = C' \cdot (D/Q_{opt}) + H \cdot ((Q_{opt}/2) + S_s)$$

Nell'applicazione di tale metodo possiamo riscontrare alcune difficoltà relative alla stima dei parametri:

- C' costo medio di gestione di un ordine; tale parametro rappresenta il costo che l'azienda sostiene dal momento in cui emette un ordine. Si tratta di un consumo di risorse per tenere i contatti con il fornitore, compilare documenti, ed eseguire controlli sugli stessi. Una volta individuato tale valore esso viene utilizzato come costante di proporzionalità tra costo annuo per emissione ordini e il numero di ordini.

- Per quanto riguarda i (costo del denaro), potremmo considerare: l'interesse passivo che fa pagare la banca sulla scopertura di un conto.

2.3.3 Lotto economico di acquisto a valore

Un'altra via da seguire, può essere quella dell'individuazione del lotto economico di acquisto a valore. Con ciò si fa riferimento al valore di impiego ($D \cdot P$) di ciascun materiale oggetto dell'analisi in

funzione della previsione di consumo in un arco di tempo: Il valore di impiego previsto sarà $Dv=D*P$

Indicando con Qv il lotto economico a valore e ricordando che $Q_{opt}=(2C'D/H)^{1/2}$

$Qv=P*(2C'D/H)^{1/2}$ $H=i*P$ dove P è il prezzo d'acquisto.

$Qv = P*(2C'D/i*P)^{1/2} = (2CDP/i)^{1/2}$ da cui $Qv = (2DvC'/i)^{1/2}$

Possiamo anche esprimerlo come: $Qv=(2C'/i)^{1/2} * Dv^{1/2}$

Nell'espressione ottenuta possiamo notare come il primo termine non dipenda dal materiale; trattandosi di parametri che dipendono dalla struttura aziendale e quindi tale valore, essendo uguale per tutti i materiali, possiamo esprimerlo come una costante. Il lotto economico di acquisto a valore di un materiale è una grandezza direttamente proporzionale alla radice quadrata del valore di impiego del materiale $Dv^{1/2}$

2.3.4 I modelli a tempi fissi

In un sistema a tempi fissi, il controllo delle scorte avviene solo ad intervalli predefiniti, per esempio settimane o mesi. Verificare le scorte ed emettere gli ordini ciclicamente è opportuno quando i fornitori visitano regolarmente i clienti e ricevono ordini per intero

linee di prodotti, quando la domanda del bene risulti discontinua nel tempo, o quando i clienti vogliono unificare gli ordini per ridurre i costi del trasporto. Altre aziende operano su scadenze fisse per meglio pianificare il controllo degli inventari. I modelli a periodo fisso generano quantità da ordinare diverse da periodo a periodo, in funzione del tasso di consumo. Esse richiedono generalmente scorte di sicurezza maggiori rispetto a quelle relative ai modelli a quantità fissa. Può accadere che una domanda particolarmente elevata azzeri le giacenze immediatamente dopo l'emissione di un ordine, ciò passerebbe inosservato fino al successivo periodo di revisione ecco perché la scorta di sicurezza deve proteggere dallo stock out sia durante il periodo di revisione sia durante il lead time intercorrente tra l'emissione dell'ordine e il ricevimento della merce.

Il criterio di ordinazione a quantità calcolata si articola essenzialmente in due fasi:

- nella prima viene determinata l'entità di base di ciascuna commessa, utilizzando opportuni algoritmi ripetitivi**
- nella seconda fase, i lotti di ordinazione calcolati, vengono opportunamente modificati per tenere conto di eventuali vincoli imposti al problema (ad esempio quantità minime e massime per ordine).**

Si possono seguire essenzialmente due metodi:

- metodo del costo minimo unitario CU;**
- metodo del bilanciamento dei costi (Economic part period).**

Prima di illustrare i due metodi, è necessario introdurre alcune grandezze. Per determinare i fabbisogni produttivi, dobbiamo trattare il fabbisogno lordo e il fabbisogno netto.

Il fabbisogno lordo è la quantità di prodotti di cui abbiamo complessivamente bisogno e viene così calcolato:

$$FL(t) = FPR(t) + FAD(t)$$

I termini sono espressi tutti in funzione del tempo t . Dalla relazione scritta, abbiamo che FPR rappresenta il fabbisogno primario che deriva dal piano generale di produzione, e FAD rappresenta il fabbisogno addizionale, necessario per soddisfare nuove richieste.

Il fabbisogno netto, invece, è così calcolato:

$$FN(t) = FL(t) - G + IM + SS - OC(t)$$

Dove FL è il fabbisogno lordo, G è la quantità in magazzino o giacenza, IM la quantità impegnata (quantità già disponibile per la vendita), SS la scorta di sicurezza e OC sono gli ordini in corso (materiale ordinato in attesa di essere ricevuto).

Fatta questa premessa, introduciamo i due metodi.

Il metodo del costo minimo unitario, consiste nel sommare progressivamente i fabbisogni di ciascun prodotto relativi ai successivi periodi fino a determinare l'istante a cui corrisponde un valore del lotto Q tale da rendere minimo il costo unitario così definito:

$$CU = (C' + C3) / Q$$

In cui C' è il costo di emissione dell'ordine e $C3$ è il costo di mantenimento a magazzino così calcolato:

$$C3 = H * [\sum FN(t) * (t-1)] \quad Q = \sum FN(t)$$

Dove $H=ip*P$

I_p = percentuale di costo per mantenimento a magazzino relativa ad un periodo.

P = prezzo di acquisto materiale. $(t-1)$ rappresenta il tempo di immagazzinamento. Quindi si procede in maniera ricorsiva fino a determinare l'orizzonte temporale a cui corrisponde una dimensione del lotto Q tale da rendere minimo il costo unitario CU .

Il metodo del bilanciamento dei costi: l'entità di ciascun ordine viene fissata in maniera tale che il costo totale di immagazzinamento CM del lotto risulti uguale o il più possibile prossimo al costo di C' dell'ordine del lotto stesso. Questo metodo si può ottimizzare con l'uso delle tecniche Look-back e Lookahead, le quali si basano sul fabbisogno del periodo immediatamente successivo evitando giacenze lunghe a magazzino. Si considerano i fabbisogni ai periodi (t) e $(t-1)$:

- Look-ahead: $(t^*-1) FN(t^*) \leq FN(t^*+1)$ finché è valida questa relazione conviene immagazzinare. Quando non è più verificata, si emana un nuovo ordine. Al primo membro abbiamo il CM includendo il lotto precedente nel fabbisogno successivo, al secondo membro invece abbiamo il CM non includendo il lotto precedente nel fabbisogno successivo**
- Look-back: $(t^*-2) FN((t^*-1) > FN(t^*)$ si utilizza questa tecnica se e solo se la tecnica del Look-ahead non va a buon fine al primo tentativo. Il primo membro rappresenta il risparmio, mentre il secondo membro l'aggravio di costo.**

Infine si effettua il test addizionale mediante la relazione:

$$(t^*-1) FN(t^*) < EPP$$

EPP è l'Economical Part Period ed è pari al rapporto tra C' e C3. È usata per evitare che la funzione di analisi risulti influenzata da un eventuale andamento crescente della curva di domanda.

2.4 LA SCORTA DI SICUREZZA

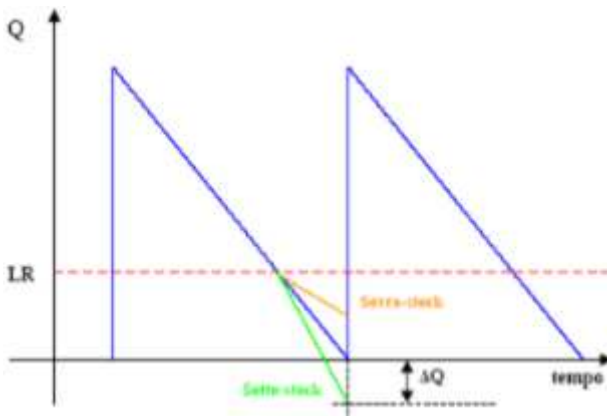
Rappresenta l'ammontare di scorte detenute a magazzino, eccedenti la domanda attesa che, in caso di distribuzione normale, equivarrebbe alla domanda media e può essere stabilita in base a diversi criteri. Con l'approccio più diffuso, l'azienda stabilisce scorte di sicurezza per far fronte alle esigenze di un certo numero di settimane. In realtà è meglio servirsi di un modello probabilistico che consideri la variabilità della domanda: il modello del lotto economico EOQ di produzione o di acquisto e il modello di gestione "ad intervallo di riordino".

Da questa introduzione si evince il forte legame della scorta di sicurezza con il Lead-Time e il livello di servizio. Teoricamente, la sua dimensione ottimale discende dal confronto tra i costi che l'impresa deve sopportare per mantenere quantità aggiuntive di giacenze con intenti cautelativi e il costo generato da situazioni di insufficienza delle scorte. Alla determinazione del valore del livello di riordino concorrono due variabili:

- giacenza fisica**

- quantità ordinata e non ancora ricevuta.

Quindi LR rappresenta la quantità disponibile all'impiego. Nel caso di domanda costante nell'unità di tempo il livello di riordino è dato dalla relazione $LR = y * LTA$ dove y rappresenta il consumo nell'unità di tempo. Nella realtà la domanda è comunque variabile e può dar luogo a scostamenti, in positivo o in negativo rispetto quanto previsto (vedasi grafico sottostante).



La conseguenza è un accumulo di unità in eccesso (sopra stock) alle quali corrisponde un costo di giacenza non trascurabile; al contrario, quando la domanda effettiva è maggiore rispetto quella prevista, si determina una rottura di stock con ripercussioni sul livello di servizio. La scorta di sicurezza ha quindi lo scopo di fronteggiare una variabilità imprevista, in termini quantitativi, della domanda che potrebbe portare ad uno stock out. Generalmente questa scorta viene valutata in base al livello di servizio desiderato.

Il livello di servizio LS rappresenta la probabilità di riuscire a far fronte al fabbisogno (ΔQ) eccedente il fabbisogno medio LR corrispondente al lead time d'acquisto (LTA), tra il lancio di un ordine e la disponibilità del materiale.

Esistono due definizioni di livello di servizio:

- Frequenza relativa o percentuale di cicli di riordino che possono dar luogo a rotture di stock (RS), indicando con n medio il numero medio

di cicli per anno che possono dar luogo a rotture di stock su un totale di n cicli per anno. Quindi se n medio= RS allora:

$$LS = \frac{n - RS}{n} = 1 - \frac{RS}{n} \quad \text{quindi} \quad RS = n \cdot (1 - LS) \quad n = \frac{D}{Q_{OPT}}$$

- Fabbisogno effettivamente soddisfatto rispetto al fabbisogno totale di un anno. Tale definizione è utile per valutazioni economiche. Indicando con DP la domanda persa a causa dello stock out, allora:

$$LS = (D - DP) / D$$

$$\text{Dove } DP = DRS \cdot RS = DRS \cdot (1 - LS) \cdot n$$

Chiaramente queste due definizioni portano a risultati molto diversi dato che nel primo caso viene valutata la frequenza di stock out senza considerare la domanda effettivamente persa, mentre nel secondo si valuta la domanda persa a causa della rottura di stock.

2.4.1 Dimensionamento della scorta di sicurezza

I fattori che principalmente incidono sul dimensionamento della scorta di sicurezza sono:

- La variabilità della domanda;
- La variabilità del tempo di approvvigionamento;
- Il tempo di approvvigionamento medio;
- Il livello di servizio desiderato.

Per ottimizzare i parametri economici mediante la determinazione della scorta di sicurezza, bisogna tener conto della seguente

relazione: $C_{tot} = f(CRS, CGIAC)$ dove: - C_{tot} rappresenta il costo totale annuo dovuto alla gestione della scorta di sicurezza;

- **CGIAC rappresenta il costo proporzionale all'entità della scorta di sicurezza SS mediamente calcolata nel corso dell'anno: $CGIAC = SS * c$ con $c = i * P$ e $i =$ percentuale del prezzo d'acquisto;**
- **CRS rappresenta il costo di mancato servizio a causa della rottura di stock in un anno. $CRS = [DRS (1-LS) * n] * CMAN$ dove $CMAN$ rappresenta il costo sostenuto dall'azienda per non aver venduto il materiale. Si ottiene quindi: $C_{tot} = f [CGIAC(SS), CRS(SS)] = \phi(SS)$ Dove il problema si riduce nel calcolo del minimo di questa funzione di costo $\phi(SS)$. Il livello di servizio è la strada più appropriata in quanto minimizza il trade-off tra costi e benefici, ed è quindi più adatto ad un caso aziendale.**

3.1 LAYOUT E PROGETTAZIONE DEL MAGAZZINO

Definire il layout del magazzino è il primo passo nella progettazione dell'impianto. La distribuzione dello spazio può sembrare una questione semplice sulla carta, ma nella pratica è una delle fasi più complesse dell'intero progetto. Nel capitolo dedicato al magazzino abbiamo visto i concetti relativi alle caratteristiche di questa struttura e gli elementi che sono contenuti in essa. Ora, andiamo ad analizzare le singole aree in virtù della loro posizione ideale in termini di layout. In un magazzino le aree possono suddividersi in: interne ed esterne, di carico e scarico, integrate o indipendenti. A ogni area corrisponde una funzione: ricevimento, stoccaggio e preparazione

degli ordini. È il progettista di un magazzino che pianifica la distribuzione degli elementi allo scopo di ridurre i fattori che possono rappresentare un ostacolo in termini di efficienza o una seria limitazione della superficie disponibile. Vediamo quindi quali sono gli elementi del layout da considerare per rendere l'impianto una macchina performante e produttiva.

3.1.1 Aree interne ed esterne

Al momento di progettare le zone interne ed esterne di un magazzino, si possono presentare tre diverse situazioni che alterano l'assegnazione degli spazi:

- **L'implementazione di nuovi magazzini.**
- **L'ampliamento di quelli esistenti.**
- **La riorganizzazione di quelli attualmente in servizio.**

L'ultimo scenario esclude decisioni particolarmente complesse che possano influenzare lo sviluppo dell'attività a medio e a lungo termine. Tuttavia, indipendentemente dall'unicità delle situazioni, la distribuzione generale di un impianto deve essere conforme a un corretto sistema di stoccaggio.

La soluzione di immagazzinaggio deve pertanto offrire:

- **Il migliore sfruttamento dello spazio.**
- **La riduzione al minimo delle operazioni legate alla movimentazione delle merci.**
- **La facilità di accesso al prodotto stoccato.**

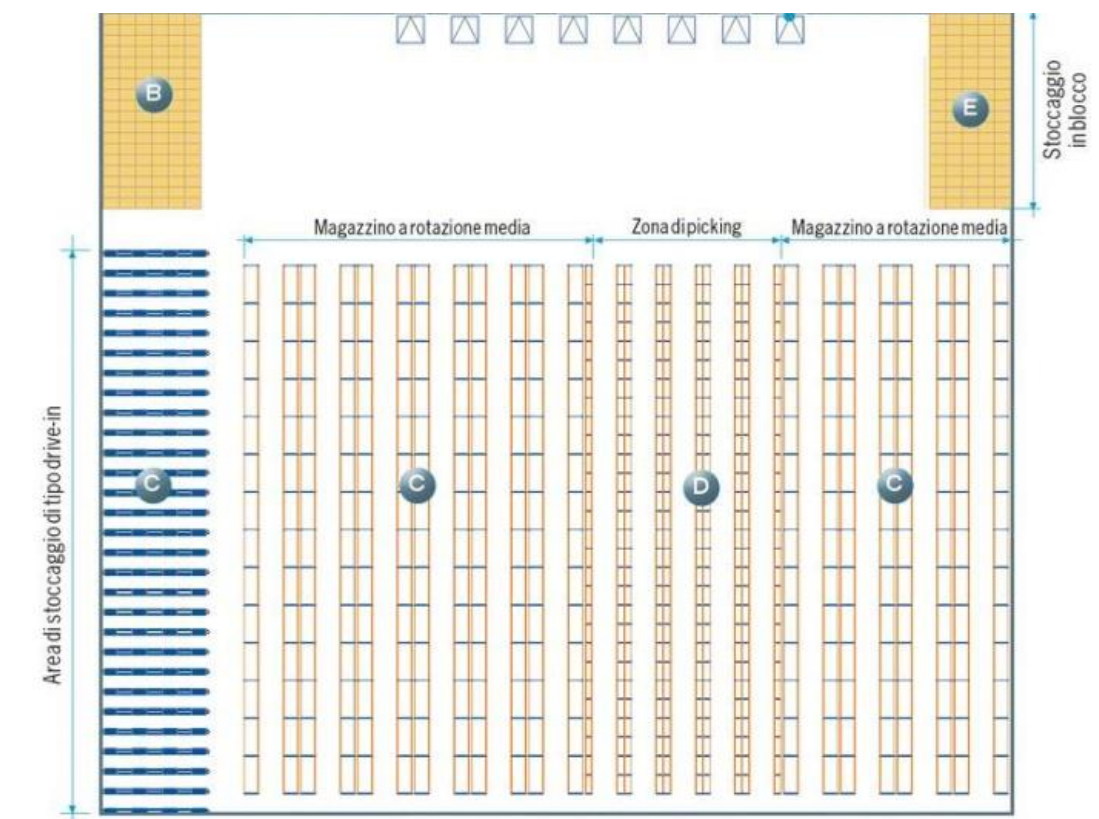
- **Il massimo indice di rotazione possibile.**
- **L'estrema flessibilità nello stoccaggio del prodotto.**
- **La facilità di controllo delle quantità stoccate.**

Per raggiungere tali obiettivi è necessario creare una distribuzione planimetrica, nota con il termine inglese lay out (anche scritto layout), ovvero il progetto di un magazzino rappresentato graficamente in un disegno tecnico. Il layout deve rispettare le regole basilari del corretto stoccaggio delle merci, evitare le aree e i punti di congestione, agevolare le operazioni di movimentazione e rendere disponibili i mezzi necessari per ottenere la massima velocità di movimentazione possibile (con conseguente riduzione dei tempi di lavoro).

La progettazione della distribuzione deve definire il posizionamento delle seguenti aree:

- A. Aree di carico e scarico.**
- B. Area di ricevimento.**
- C. Area di stoccaggio.**
- D. Area di preparazione degli ordini.**
- E. Area di spedizione.**

Qui di seguito illustriamo un esempio di layout che tiene in considerazione tutti i criteri precedentemente elencati:



Esempio di layout di magazzino

3.1.2 Aree di carico e scarico (A)

Le aree di carico e scarico, solitamente situate all'esterno del magazzino o combinate, sono quelle a cui accedono direttamente i camion o i mezzi di trasporto e il reparto merci. Possono essere integrate o indipendenti dal magazzino.

In un hub efficiente tali attività si separano dal resto dell'impianto, mettendo a disposizione lo spazio sufficiente per il carico e lo scarico.



Baia con rampa di raccordo al magazzino



Baia di carico intermedia in cella frigorifera

3.1.3 Aree di carico e scarico integrate nel magazzino

Se le aree destinate al carico e allo scarico delle merci sono costruite direttamente ai lati del magazzino, in modo tale che il deposito e il prelievo della merce avvengano senza dover effettuare giri particolari, si dice che sono integrate nell'impianto. Questo tipo di progettazione apporta una maggiore velocità di movimentazione del carico. I camion attraccano al magazzino tramite le baie di carico, che possono essere di due tipi:

- **Baia di carico intermedia: ideale nelle situazioni in cui sia necessario salvaguardare l'ambiente interno o il materiale stoccato.**

Un'applicazione tipica è costituita dalle celle frigorifere, nelle quali è necessario evitare a ogni costo la dispersione di freddo che potrebbe causare una baia di carico collegata tramite un portone di accesso. Esistono tuttavia molte altre circostanze nelle quali è preferibile adottare questa progettazione, il più delle volte vincolate alla sicurezza del magazzino.

- **Le baie di carico collegate all'edificio: consentono ai camion di attraccare direttamente alla parete del magazzino. Per evitare di modificare il layout interno dell'impianto, i portoni di accesso possono essere dotati di un sistema di chiusura ermetica, di metallo o a doppia parete.**



Baie di carico con accesso diretto al magazzino.

Le vie di accesso con chiusura metallica sono dotate di un sistema manuale o automatico che agisce su una barriera piana che può essere fissa, pieghevole o avvolgibile. Si apre quando si attracca un camion e si chiude quando il veicolo ha concluso l'operazione. Se il sistema di chiusura è automatico, la salvaguardia dell'ambiente interno è più efficace. I portoni a doppia parete sono quelli che, oltre

[Digitare il testo]

a essere dotati di chiusura metallica, sono caratterizzati da un tunnel che abbraccia il camion quando si avvicina all'ingresso, in modo tale che l'ambiente interno sia meno condizionato da quello esterno.



Portone a doppia parete o isothermico

[Digitare il testo]



Portone sezionale.



Portone avvolgibile

Quando si progettano questo tipo di zone di carico, bisogna progettare anche una pavimentazione del magazzino rialzata rispetto al pianale di carico del camion. È inoltre possibile mettere a punto delle zone di carico e scarico in cui i camion accedono a un piazzale in pendenza, ma la movimentazione e le operazioni si eseguono più rapidamente se il magazzino si trova a un livello superiore. Dato che la differenza di livello si può ottenere in vari modi, posizionare il piano dell'edificio a un'altezza superiore è opzionale. Ad esempio, si potrebbe ridurre l'aria in cui circolano i camion, in modo da creare una discesa progressiva che eviti che le rampe siano troppo ripide, ostacolando le manovre e ritardando le movimentazioni.



Vista di una baia con piazzale in pendenza

Nello stabilire la variazione di livello, essere o meno proprietari dei camion, incide sul tipo di progettazione aprendo lo spiraglio a due casi:

- **Se alle aree di carico e scarico accedono esclusivamente camion di proprietà, con un'altezza del vano di carico perfettamente identica in qualsiasi circostanza, è possibile stabilire con precisione la variazione di livello.**

- **Se invece i camion che accedono a tali aree sono di proprietà di terzi, di varie origini e pertanto l'altezza di carico è variabile, è necessario installare un sistema che regoli il dislivello.**



Transpallet

In genere, è fondamentale disporre di un sistema di regolazione dal momento che, anche quando si usa una flotta propria, potrebbero esistere differenze di altezza tra i veicoli e la baia di carico. Un esempio a sostegno di questa tesi ci viene fornito dalle balestre dei camion che cedono con il passare del tempo. Ovviamente, al variare del carico corrisponderà una variazione dell'altezza. Un altro esempio invece può essere la crescita della società al quale segue, di solito, la contrattazione di un servizio di trasporto per conto terzi (3PL).

Per evitare i dislivelli, è possibile utilizzare mezzi meccanici o idraulici. I primi comprendono rampe o pedane, solitamente di metallo, che si posizionano manualmente tra la baia e il camion. Lo scopo di tali elementi è quello di consentire ai carrelli elevatori,

transpallet o a qualsiasi altro mezzo meccanico utilizzato per il carico e lo scarico dei camion di entrare e uscire dal veicolo.



Piattaforma individuale



Piattaforma integrata

3.2 Layout di magazzino e aree di carico-scarico indipendenti

Questo tipo di aree sono esterne al magazzino, ma si trovano comunque all'interno del perimetro. Sono chiamate così perché la loro funzione è completamente indipendente dal magazzino vero e proprio. Solitamente sono costituite da un grande piazzale a cui i camion accedono direttamente. I veicoli vengono parcheggiati in modo tale da poter essere caricati o scaricati con l'ausilio dei carrelli elevatori. Questa modalità viene adottata solitamente nei magazzini in cui si svolge una sola di queste due funzioni. Tale particolarità consente di ottenere la velocità di movimentazione perché, evitando di attraccare i camion alle baie, si riduce automaticamente il tempo di raccordo degli stessi. In questo modo, inoltre, il procedimento di carico e scarico della merce è totalmente indipendente dal ciclo

operativo del magazzino. In queste aree le attività di movimentazione della merce sui camion possono avvenire dalla parte laterale o posteriore del veicolo. Per usare la parte laterale, si utilizzano carrelli elevatori, come illustrato nelle seguenti immagini.



Carrello che movimentata la merce lateralmente.



Una rampa che opera nella baia carico e scarico

Se al contrario le operazioni vengono eseguite solo dalla parte posteriore del camion, si può optare per delle rampe in metallo che si ancorano all'autocarro in modo manuale o meccanico. Sul mercato sono presenti diversi prodotti, ma quelli più utilizzati sono: le rampe modulari e quelle ancorate alla baia.

- **Le rampe modulari sono strutture metalliche dotate di una superficie di contatto antiscivolo che può essere fissa (per situazioni in cui i camion hanno la stessa altezza) o mobile per veicoli di diversa altezza.**
- **Le rampe ancorate alle banchine sono dotate di una struttura in muratura o in cemento che può avere un'altezza fissa o variabile. In**

quest'ultimo caso la struttura è simile a quella delle baie di carico e scarico fisse descritte precedentemente. Questa opzione prevede l'uso di un sistema automatico di convogliatori che sposta le merci all'interno sfruttando dei binari.



Operazione di carico automatico con rulli

Il procedimento ha inizio posizionando una o più unità di carico all'ingresso del veicolo, da lì vengono spinte con una seconda serie fino ad avanzare nella posizione che occupava la prima. In questo modo si accumulano i carichi uno dopo l'altro fino a riempire il vano di carico del camion.

Area di ricevimento (B)

L'area di ricevimento deve essere adibita in un luogo il più indipendente possibile rispetto al resto del magazzino per poter eseguire anche il controllo qualità e la classificazione delle merci.



Esempio di zona ricevimento

Una volta verificato che il carico risponda alle caratteristiche e alla qualità richiesta, si procede a stabilire l'ubicazione del carico nel magazzino. A seconda del tipo di magazzino potrebbe risultare necessario o meno un lavoro di trasformazione delle unità di carico ricevute, in tal caso si dovrà dimensionare l'area tenendo conto di questo aspetto. Si potrebbe, ad esempio, dover scomporre i pallet entrati in unità più piccole (ne abbiamo parlato a proposito dell'unità di carico). Dato che una corretta verifica e, soprattutto, una corretta distribuzione delle merci, incideranno sul rendimento del magazzino, è auspicabile dotare quest'area della massima ampiezza e indipendenza possibili. Attualmente praticamente tutti i prodotti movimentati in un impianto sono dotati di codici a barre leggibili con uno scanner. Una volta individuate le unità di carico con il software di magazzino, va generata immediatamente l'etichetta di ubicazione della merce che gli operatori leggeranno con gli scanner.

Area di stoccaggio (C)

L'area di stoccaggio viene usata esclusivamente per alloggiare la merce. Esistono vari tipi di stoccaggio della merce:

- **Direttamente a terra.**
- **Accatastamento in blocchi direttamente a terra.**
- **Sulle scaffalature.**

Il fatto di scegliere una forma piuttosto che un'altra dipenderà soprattutto dal tipo di prodotto da immagazzinare, dalla capacità di catasta dello stesso o dalla quantità e dal periodo di stoccaggio.

Lo stoccaggio a catasta

Il sistema a catasta prevede la sovrapposizione delle unità di carico una sopra l'altra, con il pallet come unico elemento di supporto. Tale soluzione migliora lo sfruttamento dello spazio, dal momento che non sono presenti posizioni inutilizzate. Non tutti i materiali possono essere stoccati in questo modo: anche le merci che lo consentono hanno un limite di resistenza e un'altezza massima della catasta.

La catasta è applicabile a due tipi di carico:

- **Le merci resistenti come le piastrelle in ceramica e i blocchi di cemento, ad esempio, possono essere stoccati direttamente, a volte anche senza bisogno di pallet o di qualsiasi altro supporto. Altre merci, come i mangimi stoccati in sacchi consentono questa modalità**

di stoccaggio del carico grazie alla resistenza alla compressione, sebbene siano necessari pallet o altri accessori di supporto per un'adeguata movimentazione.

- Gli imballaggi rigidi come i cartoni, le casse di legno o plastica possono essere accatastati in questo modo senza problemi, sebbene la rigidità e la resistenza di questi imballaggi siano i fattori che determinano la possibilità di accumulare più o meno unità di carico a una maggiore o minore altezza.

Stoccaggio sulle scaffalature

Questo tipo di stoccaggio incide sul layout di magazzino e presuppone l'uso di strutture metalliche che sono sostanzialmente costituite da spalle e correnti opportunamente controventati. Tali elementi costituiscono una struttura casellare caratterizzata da una serie di vani nei quali è possibile depositare le unità di carico. La configurazione e la disposizione dei vani può variare per venire incontro alle varie esigenze operative, di accesso e di accumulo del carico.



Magazzino per un'azienda di distribuzione

Aree di preparazione degli ordini (D)

La presenza di un'area di preparazione degli ordini è indispensabile solo in magazzini in cui la composizione della merce in entrata è diversa da quella in uscita.



Tali aree di possono essere integrate a quelle di stoccaggio: è il caso del picking dalle scaffalature che può realizzarsi in aree specifiche, spesso integrate in un'area di stoccaggio provvista di sistemi automatici o semiautomatici.

Aree di spedizione (E)

Si tratta di aree destinate all'imbballaggio degli ordini preparati nelle aree descritte in precedenza. In queste aree possono convergere le merci da accumulare e posizionare in attesa di essere caricate sugli automezzi. Per raggiungere una velocità di movimentazione performante, questi spazi vanno progettati in un luogo specifico e differenziato dal resto dell'impianto. Nel caso in cui siano state predisposte aree di ricevimento e spedizione separate, queste devono essere dotate anche di varie aree di carico e scarico. Al contrario, se l'area di ricevimento è vicina a quella di spedizione, è

sufficiente predisporre un unico spazio di carico e scarico, sebbene tale scelta comporti una maggiore difficoltà nel controllo del flusso delle merci e per le manovre degli automezzi.



Magazzino per un'azienda di distribuzione

Aree di servizio (F)

Una parte del magazzino deve svolgere le attività che rientrano tra i servizi dell'impianto: uffici generali e di controllo, gli spogliatoi, i bagni e le aree destinate alla manutenzione delle macchine di movimentazione.

Vediamo come disporre queste aree:

- **L'ufficio di controllo dovrebbe ubicarsi tra le zona di ricevimento e spedizione in modo da ottenere un maggior livello operativo e una maggiore efficienza del personale preposto.**
- **Gli spogliatoi, i bagni e gli uffici generali dovrebbero trovarsi più vicini agli uffici di controllo. Una buona soluzione per avvicinare queste risorse sarebbe quella di costruire un soppalco nella zona di ricevimento e spedizione dove sistemare tali strutture.**

- **Lo spazio dedicato alla ricarica delle batterie delle macchine di movimentazione dovrebbe essere separato e dotato di una buona aerazione, in modo da garantire una maggiore sicurezza ed evitare in questo modo eventuali incidenti durante le operazioni che si eseguono in quest'area.**

CONCLUSIONI

Questo lavoro ha voluto inquadrare gli aspetti inerenti il tema più ampio della logistica e, in particolar modo, soffermarsi sul magazzino. La logistica è stata affrontata per capire il contesto, l'ambito di riferimento; il magazzino, invece, per capire l'organizzazione e la gestione di uno degli aspetti fondamentali della stessa. La logistica, infatti, è un aspetto molto vasto, caratterizzato da diverse sfaccettature. La scelta di soffermarsi sulla logistica aziendale o logistica interna è stata effettuata per comprendere uno dei problemi con cui le aziende devono quotidianamente confrontarsi. La logistica, in quanto una delle attività primarie all'interno delle aziende e strettamente connessa anche con tutte le altre aree operative, è stata affrontata per capire come le scelte in tale ambito possono influenzare le decisioni aziendali e come da queste si può determinare o meno il successo aziendale. Tra tutte le componenti di questa

materia, ci si è soffermati sul magazzino in quanto il luogo dove si concentrano la maggior parte delle attività della logistica interna. È il luogo dove la merce arriva, dove viene temporaneamente depositata; da dove viene spedita o dove la merce deve essere prelevata per essere poi venduta al cliente finale. La maggior parte delle attività, quindi, avviene sicuramente in magazzino. Proprio per capire come viene gestito e organizzato, come vengono suddivise ed eseguite le diverse operazioni, come si affronta il tema di gestione delle scorte e come, invece, i dati ricavati possono essere utili per le decisioni o per l'analisi aziendale, si è così deciso di trattare questo particolare aspetto aziendale.

RINGRAZIAMENTI

A conclusione di questo elaborato, desidero menzionare e ringraziare tutte le persone, che hanno contribuito alla conclusione di questo meraviglioso percorso.

In primis, un ringraziamento speciale al mio relatore **Maurizio Bevilacqua**, per la sua immensa pazienza, per i suoi indispensabili consigli, per le conoscenze trasmesse prima durante il percorso di studi e successivamente della stesura dell'elaborato.

Ringrazio l'Ing. **Antonio Ricci** che mi ha seguito e aiutato nel lavoro di tirocinio.

Ringrazio **Pasquale e Michelina**, la loro presenza costante nella mia vita mi ha aiutato a crescere e ad avere una visione più ottimistica delle cose.

Un grazie speciale ai miei amici **Michele e Francesco**, un rapporto di sincera amicizia che dura da ormai venti anni, il primo che mi ha sempre sostenuto tirandomi su con la sua immensa simpatia ma anche bastonato con la freddezza che lo contraddistingue, il secondo non solo mi ha aiutato a portare a termine il mio percorso di studi ma è sempre stato vicino ad ascoltare i miei sfoghi e le mie preoccupazioni.

Ai miei amici **Nicola, Luca, Daniele e tutti gli altri** per tutti quei momenti in cui c'era solo bisogno di un po' di spensieratezza.

Ringrazio il mio collega **Lorenzo** per tutti i suoi suggerimenti pratici, grazie per avermi insegnato ad ottimizzare tempi ed attività e per aver

condiviso momenti che porterò sempre con me dei primi 2 anni da coinquilini.

Ringrazio tutti gli **zii e i nonni** perché chi più chi meno in questo momento soprattutto, sono stati vicini alla mia famiglia e non mi hanno fatto sentire abbandonato.

Non so mai se riuscirò a leggere questi ultimi ringraziamenti perché scriverli mi ha portato a versare qualche bella lacrima di emozione. Per questo inserisco i ringraziamenti delle persone più vicine a me solo alla fine.

Ringrazio la mia fidanzata **Nicol** per avermi trasmesso la sua immensa forza e il suo coraggio. Grazie semplicemente per tutto il tempo che mi hai dedicato. Grazie perché averti conosciuta mi ha dato la giusta motivazione di proseguire e concludere un percorso che avrei abbandonato.

Grazie a noi come famiglia. Quello che dovevo dirvi sta tutto nella prima parola e in lungo messaggio di Natale: GRAZIE, infinitamente grazie. Non c'è molto da aggiungere a tutto quello che già sapete e a tutto ciò che già abbiamo passato. Supereremo tutto insieme. Vi voglio bene!

Infine, vorrei dedicare questo piccolo traguardo a **me stesso**. Nonostante abbia sofferto varie situazioni di vita scolastica e privata, non mi sono mai tirato indietro. Come si dice: sono caduto e mi sono rialzato ed oggi vi leggo i miei ringraziamenti da Dottore in Ingegneria. In bocca a lupo a me e alla mia carriera!