



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale

**IL MAGAZZINO AUTOMATICO COME VALORE AGGIUNTO PER L'IMPRESA:  
IL CASO F.LLI GUZZINI S.P.A**

**THE AUTOMATIC WAREHOUSE AS AN ADDED VALUE CONCERNING THE COMPANY:  
THE F.LLI GUZZINI S.P.A CASE OF STUDY**

Relatore:

Prof. Maurizio Bevilacqua

Tesi di Laurea di:

Elena Tricoli

A.A. 2019 / 2020



# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	3
<b>CAPITOLO I: LA FUNZIONE LOGISTICA</b> .....	5
1.1 EVOLUZIONE DELLA LOGISTICA.....	5
1.2 FLUSSI LOGISTICI .....	7
1.3 AREE OPERATIVE DELLA LOGISTICA .....	9
<b>CAPITOLO II: MAGAZZINI</b> .....	14
2.1 EVOLUZIONE .....	14
2.2 OBIETTIVI .....	15
2.3 BENEFICI.....	17
2.4 PROBLEMATICHE.....	18
2.5 CLASSIFICAZIONE.....	19
2.6 LA GESTIONE DEI MAGAZZINI .....	23
2.6.1 LA LOCALIZZAZIONE DEL MAGAZZINO.....	24
2.6.2 L'ANALISI DEL LAYOUT DEL MAGAZZINO .....	25
2.6.3 INDICI DI PERFORMANCE.....	28
2.6.4 LE ATTREZZATURE DI STOCCAGGIO.....	30
2.6.5 LE ATTREZZATURE DI MOVIMENTAZIONE .....	35
2.6.6 I PROCESSI DI UN MAGAZZINO.....	39
2.7 LA GESTIONE DELLE SCORTE .....	42
2.7.1 CLASSIFICAZIONE DELLE SCORTE.....	44
2.7.2 COSTI ASSOCIATI ALLE SCORTE .....	46
2.7.3 METODI DI GESTIONE DELLE SCORTE .....	46
2.7.4 MATRICE ABC INCROCIATA .....	52
<b>CAPITOLO III: LOGICA LEAN e MAGAZZINO AUTOMATIZZATO</b> .....	54
3.1 LEAN PRODUCTION: LE ORIGINI ED I PRINCIPI.....	54
3.2 LEAN WAREHOUSING .....	57
3.2.1 I CINQUE PRINCIPI DELLA LEAN THINKING APPLICATI AL MAGAZZINO.....	58
3.2.2 LA LETTERATURA SUL LEAN WAREHOUSING .....	59
3.3 MAGAZZINO AUTOMATICO .....	63
3.3.1 PREGI E DIFETTI .....	64
3.3.2 CONTROLLO DELLE GIACENZE IN REAL TIME: RFID .....	64

<b>CAPITOLO IV: CASO F.lli GUZZINI S.p.A</b> .....	69
4.1 LA STORIA .....	69
4.2 INNOVAZIONE .....	70
4.3 SOFTWARE INTELLIMAG – INFOLOG .....	71
4.3.1 CARATTERISTICHE DI UN WMS 4.0.....	72
4.3.2 OBIETTIVI E REQUISITI .....	76
4.3.3 INTEGRAZIONE DEL MAGAZZINO AUTOMATICO .....	78
5.3.4 PROGETTO.....	79
4.4 RIEPILOGO INNOVAZIONI .....	83
4.5 OSSERVAZIONE RISULTATI RAGGIUNTI .....	84
<b>CONCLUSIONE</b> .....	86

## INTRODUZIONE

Il concetto di magazzino è cambiato notevolmente negli ultimi trenta anni; a livello tecnologico prima non si sapeva nemmeno cosa fosse l'automazione, mentre oggi i magazzini automatici sono sempre più numerosi e conosciuti. Si sta assistendo ad una notevole trasformazione, dovuta all'evoluzione di un contesto economico caratterizzato da una competizione sempre più accesa e da margini di profitto sempre più ristretti. La necessità di ridurre i costi ha spinto le aziende a porre maggiore attenzione al magazzino, considerato nel passato semplicemente un edificio dove tenere la merce al riparo dagli agenti atmosferici e in cui concetti come efficienza ed ottimizzazione della movimentazione degli articoli erano del tutto fuori luogo. Lavorare in magazzino non richiedeva né tecnologia né abilità particolari, per questo gli operatori non avevano alcuna competenza specifica. Dall'ultimo decennio l'approccio di tutte le aziende al mercato è rivolto ad intuire i vantaggi, in termini di diminuzione dei costi e aumento del servizio, apportati dall'automazione. Il principale obiettivo di un magazzino non è quindi quello di ridurre i costi, bensì di aumentare il livello di servizio (aumentando l'efficienza del picking e del material handling). Anche per quanto riguarda i costi, d'investimento e di esercizio in particolare, il magazzino automatico permette un risparmio in termini di minor spazio occupato, minore manodopera diretta e maggiore affidabilità nel material handling rispetto a un magazzino manuale.

Non esiste una formula per decidere se e quando sia vantaggioso avere un magazzino completamente automatico. Ogni azienda ha le proprie esigenze e obiettivi legati al tipo di produzione. Il magazzino è l'ultima fase della modernizzazione dell'azienda: più alto è il grado di automazione delle linee di produzione e più sarà sentito il problema dell'automazione dei trasporti interni e del magazzino. Ciò risulta tanto più vero quanto più i prodotti sono a basso costo e dunque l'incidenza dei tempi e dei costi di trasporto può essere sensibile. Le esigenze più comuni che potrebbero consigliare di investire in un magazzino automatico sono:

- avere un'alta densità di riempimento di un locale, sfruttandone al meglio l'altezza;
- ridurre il numero di addetti al trasporto interno ed ottimizzare il flusso di merci in entrata ed in uscita;
- aumentare qualità e quantità del picking, specialmente se il magazzino è del tipo interoperazionale, asservito alla produzione;
- conoscere quantità e disponibilità delle merci in giacenza e il loro grado di movimentazione nel tempo, fissando le regole per un controllo gestionale automatico.

Il primo capitolo della tesi intende occuparsi di un'introduzione alla funzione logistica e della sua evoluzione, per poi passare ad un'analisi dettagliata dei magazzini in cui viene data particolare importanza alla gestione degli stessi e delle scorte, al fine di evitare qualsiasi tipo di spreco. Nel terzo capitolo viene trattata la logica lean associata ai magazzini automatici al fine di dimostrare che questi possano essere un valore aggiunto per l'impresa. Per valorizzare questa tesi è stato riportato il progetto di automatizzazione realizzato dall'azienda F.lli Guzzini, il quale ha permesso di valutare i benefici tratti dall'applicazione di questa scelta strategica.

# CAPITOLO I: LA FUNZIONE LOGISTICA

## 1.1 EVOLUZIONE DELLA LOGISTICA

Esistono numerose definizioni della logistica, ognuna delle quali differisce per l'ampiezza di visione con cui viene considerata questa materia. Secondo l'enunciato dell'Associazione Italiana di Logistica e Supply Chain (AIILOG), essa è "l'insieme delle attività organizzative, gestionali e strategiche che governano nell'azienda i flussi di materiali e delle relative informazioni dalle origini presso i fornitori fino alla consegna dei prodotti finiti ai clienti e al servizio post-vendita". Secondo la definizione data dalla Society Of Logistic Engineers (SOLE), la logistica è "arte e scienza dell'organizzazione, della progettazione e dell'attività tecnica riguardante i requisiti, la definizione, la fornitura e le risorse necessarie a supportare obiettivi, piani ed operazioni".

In altri termini la logistica rappresenta il processo di pianificazione, organizzazione e controllo delle attività finalizzate all'efficiente (operazione effettuata investendo il minimo quantitativo di risorse possibile) ed efficace (capacità di raggiungere l'obiettivo) gestione del flusso: delle merci dai punti di acquisizione delle materie prime; dei prodotti in corso di lavorazione attraverso il processo produttivo dell'azienda; dei prodotti finiti sino al cliente finale; delle informazioni relative. Il tutto finalizzato principalmente alla soddisfazione delle esigenze dei clienti nelle modalità migliori possibili.

Questa attività ha assunto un ruolo fondamentale, in quanto ricopre sempre più la funzione di supporto alla produzione e di valorizzazione del prodotto, dovendo garantire che gli articoli che possono essere venduti lo siano realmente nelle quantità, nelle tipologie e nei tempi richiesti dai clienti, altrimenti la non disponibilità andrebbe a rappresentare un significativo danno per l'azienda in termini di fatturato.

L'ascesa in campo della logistica è legata allo sviluppo dell'industrializzazione: inizialmente, con le economie di scala, si tendeva a produrre volumi elevati con sistemi meccanizzati, ad esempio si lavorava con linee organizzate con layout per prodotto in modo tale da garantire elevati volumi contenendo i tempi non produttivi; successivamente, con gli aumenti di scala e mercati sempre più estesi da servire, la funzione è stata quella di contenere i costi di trasporto al mercato, dando la possibilità all'azienda di incrementare le aree da essa coperte e rendendola più competitiva.

Il termine, in realtà, venne originariamente utilizzato in campo militare per indicare la tecnica che gestisce gli spostamenti delle truppe e il loro rifornimento di armi e viveri durante la guerra. Infatti, l'Enciclopedia Militare (1933) definisce la logistica come "le operazioni che si estrinsecano manovrando e predisponendo uomini e cose nel luogo e nel tempo consigliati dagli obiettivi e dai

concetti della strategia e della tattica in maniera da assicurare l'inizio e il proseguimento del conflitto sino alla conclusione". A questo riguardo, l'organizzazione delle forze armate sovietiche durante la Seconda Guerra Mondiale, che ha permesso di contrattaccare l'esercito tedesco e poi sconfiggerlo, rappresenta un esempio evidente di quanto importante sia la pianificazione e la progettazione tattica in campo bellico.

Prima degli anni cinquanta il sistema industriale concentrava la propria attenzione sui costi di produzione e sulla localizzazione in funzione del minimo trasporto, inoltre a cavallo tra la crisi del '29 e la seconda guerra mondiale ci fu un incremento della considerazione riposta sul mercato, ma allo stesso tempo una contrazione dello stesso.

Successivamente, nel primo dopoguerra ci fu una ripresa dell'economia con un conseguente incremento dell'interscambio e della concorrenza, che portò ad una potenziale compressione dei profitti, poiché sul mercato era presente un numero maggiore di attori in competizione tra loro. In tali anni l'accezione di logistica era limitata alla distribuzione del prodotto finito (la cosiddetta logistica di distribuzione) e il suo ruolo era rimasto confinato al presidio di specifiche attività di supporto, generalmente legate all'organizzazione dei magazzini e dei trasporti.

Le prime forme di evoluzione verso la gestione di un insieme strutturato di attività vengono registrate nel corso degli anni settanta, poiché le aziende incominciarono a ricercare miglioramenti nell'ambito della distribuzione fisica, dal magazzino di stabilimento al cliente, attraverso opportuni interventi di razionalizzazione volti all'ottimizzazione dei diversi segmenti del ciclo distributivo.

A partire dagli anni ottanta, in seguito all'introduzione nelle aziende di nuove logiche gestionali, come il Material Requirements Planning (MRP), o il Just in Time (JIT), l'attenzione si spostò sulla gestione dei materiali, per indicare il governo di tutte le attività volte ad assicurare la corretta acquisizione, movimentazione e gestione dei materiali al fine di garantire il costante e tempestivo rifornimento alla produzione ed agli altri enti utilizzatori. È in questo periodo che nascono espressioni come logistica dei materiali e material management.

La fase successiva del percorso evolutivo comporta la trasformazione della logistica da insieme di attività operative a sistema interfunzionale che si pone come mezzo per il raggiungimento di più elevati livelli prestazionali. Emerge, quindi, il concetto di "logistica integrata" che rappresenta una funzione trasversale alle altre, e si occupa di gestire, coordinare, ed integrare tutte le varie attività logistiche allo scopo di ottimizzare i livelli di efficacia ed efficienza, riducendo i costi e garantendo comunque un certo livello di servizio.

L'ultimo stadio del processo evolutivo, che conduce alla nascita del concetto di gestione della catena di distribuzione, è caratterizzato dalla presa di coscienza da parte delle aziende che il miglioramento nella gestione dei flussi all'interno della catena logistica non può prescindere dal coinvolgimento degli attori esterni: la logistica assume un ruolo sempre più centrale ed il suo obiettivo diventa principalmente quello di governare tutte le fasi del processo produttivo, anche esterne all'azienda, secondo una visione sistemica.

In questa visione il concetto di gestione della catena di distribuzione non deve essere inteso come sinonimo di logistica integrata, ma come un nuovo approccio di management in cui la singola azienda diventa parte di una rete di entità organizzative che integrano i propri processi di business per fornire prodotti, servizi e informazioni che creano valore per il consumatore.

L'economia del nuovo millennio dominata da dinamiche globali ha portato molte organizzazioni a focalizzare l'attenzione sul cliente, ovvero su colui che, attraverso le proprie scelte di consumo, è in grado di garantire la sopravvivenza, prima ancora che il successo delle aziende. Obiettivo delle imprese è, quindi, quello di riuscire a garantire la massima soddisfazione del cliente, senza perdere di vista il costante mantenimento dei trade-off di gestione sul piano economico, finanziario e patrimoniale. In questa ottica, la funzione logistica ha assunto un valore sempre più strategico, contribuendo sia al recupero dei margini di efficienza nell'ottimizzazione dei costi, sia ad una migliore performance dei livelli di servizio al cliente. Inoltre, la convinzione sempre più diffusa che il vantaggio competitivo dipenda anche dalle modalità attraverso le quali i prodotti sono resi disponibili ai consumatori finali, ha svolto un ruolo decisivo nell'indurre le organizzazioni a far evolvere la logistica dalla sua concezione tradizionale di funzione di supporto a funzione strategica.

Dunque, la logistica si è trovata a dover fronteggiare le sfide dettate dalle nuove dinamiche dei mercati quali la crescita della differenziazione dei prodotti, la rapidità dell'innovazione, l'ampliamento della distribuzione spaziale di stabilimenti e centri produttivi, l'esigenza di consegne più rapide e frequenti.

## 1.2 FLUSSI LOGISTICI

Oltre a permeare tutte le funzioni interne all'impresa, la logistica può essere vista anche come un'attività condivisa di collaborazione tra le aziende della supply chain. Quest'ultima viene descritta come una rete di imprese connesse e interdipendenti, una catena che parte dai fornitori e, attraversando le fasi di approvvigionamento, trasformazione e distribuzione, arriva ai clienti finali.

Il sistema logistico delineato è costituito da un insieme di attività, svolte all'interno di ciascuna impresa della supply chain, che possono essere ricondotte a due flussi principali:

- Il flusso fisico del valore aggiunto: è un processo che va da monte verso valle che quindi cura la distribuzione e il trasporto del prodotto dal punto dove lo stesso viene realizzato o assemblato, ovvero dove viene reso disponibile, a dove verrà utilizzato;
- Il flusso informativo sui fabbisogni: è un percorso opposto al precedente, in quanto il mercato raccoglie le indicazioni di vendita e i fabbisogni dei clienti, che opportunamente lavorati con sistemi più o meno automatizzati vengono forniti verso monte a chi dovrà predisporre l'evasione dell'ordine.



Figura 1.1: flussi logistici

Il flusso fisico è un aspetto operativo della logistica che si occupa del trasporto, della movimentazione negli impianti e dello stoccaggio delle materie prime, dei work in progress e dei prodotti finiti. Il valore aggiunto è generato da una riduzione dei costi di trasporto e di stoccaggio e da maggiori opportunità di mercato in termini di acquisto e di vendite. E' possibile coniugare i due concetti di efficienza, costi minori, ed efficacia, intesa come prontezza di risposta: tanto più un sistema deve essere pronto, ossia essere in grado di garantire con velocità le consegne e le disponibilità adeguate di volumi di prodotti, tanto maggiori saranno i costi. Per questo motivo, essendo efficienza e prontezza di risposta due grandezze inversamente proporzionali, il buon pianificatore deve saper individuare quale sia la condizione migliore in grado di coniugare entrambe le richieste: tanto più un prodotto permette di guadagnare, tanto più l'azienda potrebbe essere chiamata ad investire su una filiera che sia pronta e reattiva.

Il flusso informativo riguarda non solo la raccolta di informazioni sulla domanda che possono essere suddivise per mercato, per tipologie di prodotto e di clienti o per vendite, ma anche la pianificazione logistica, poiché è fondamentale creare e rendere disponibili alla produzione tutte le attività che garantiscono la realizzazione dei prodotti, l'approvvigionamento degli stabilimenti e il trasporto dei prodotti verso i punti vendita. Inoltre, questo flusso è correlato alla programmazione della produzione in base alle diverse opzioni di prodotto da realizzare e una

classificazione potrebbe essere costituita dai seguenti livelli: piano strategico di produzione, che ha come oggetto la capacità di reperire tutte le risorse necessarie per l'attività che si desidera svolgere; il piano aggregato di produzione, che deve definire in base alle previsioni l'output in termini di fatturato per un intervallo di tempo; il piano principale di produzione, che deve definire cosa, quanto e quando produrre; l'approvvigionamento dei materiali, che cura la gestione degli acquisti di materie prime e semilavorati in modo tale che i materiali siano disponibili prima dell'inizio della produzione; la programmazione operativa, che consiste nella definizione dei carichi di lavoro da assegnare alle macchine.

In realtà, a questi due flussi ne va aggiunto un terzo, ossia il flusso finanziario che percorre la catena dal cliente finale verso chi distribuisce il prodotto ed è legato alla retribuzione degli ordini emessi.

Osservando lo schema in Figura 1.1 è possibile dedurre che la logistica ricopra le seguenti funzioni fondamentali: l'approvvigionamento, in quanto si occupa della fornitura e della gestione dei contratti in modo tale che l'attività possa avere i materiali da trasportare dai fornitori all'azienda; il supporto alla produzione, ossia attività svolta internamente all'azienda per realizzare le tipologie di articoli specifici; la distribuzione, che consiste nella fase di trasferimento dei prodotti realizzati verso i clienti finali; il recupero (reverse logistic) del materiale usato affinché possa essere conferito ad esso un nuovo valore. In questo modo si sviluppa il concetto di economia circolare, in quanto viene data nuova vita a materiali già usati complicando, per ovvie ragioni, l'intervento della logistica. Inoltre, con il supporto alla produzione la logistica interessa l'azienda internamente occupandosi della movimentazione dei prodotti, della definizione delle disposizioni planimetriche al fine di garantire dei layout efficaci, della scelta dei sistemi di immagazzinamento e dei sistemi di prelievo frazionato per allestire gli ordini. In questo caso, quindi, si parla di logistica integrata che supera la visione tradizionale di rifornimento e trasporto dei materiali diventando un supporto alle attività che creano valore.

### 1.3 AREE OPERATIVE DELLA LOGISTICA

Il compito della logistica è di seguire il flusso di tutti i materiali che attraversano i nodi logistici dai fornitori ai clienti finali, al fine di attuare una gestione integrata. L'obiettivo principale è ottenere che il servizio offerto al cliente finale sia fornito in termini di rapidità, precisione, regolarità di consegna, risorse impiegate in modo affidabile, minimizzando il costo totale delle operazioni logistiche relativo al flusso dei materiali. Pertanto, la logistica prende in esame ogni nodo che possa avere impatto sull'efficacia del sistema e ha un ruolo fondamentale affinché il prodotto sia

conforme alle richieste dei clienti; in altri termini l'obiettivo è una gestione efficiente ed efficace dal punto di vista dei costi dell'intera catena logistica.

Le aree operative della logistica sono, quindi, le seguenti: i trasporti; le scorte, l'immagazzinamento e l'imballaggio; la gestione dei flussi informativi; la localizzazione.

Per quanto concerne i trasporti, questi possono essere distinti in inbound, per identificare tutti i processi logistici che precedono il processo produttivo e che quindi riguardano l'approvvigionamento e lo stoccaggio dei materiali necessari alla produzione, o in outbound, facendo riferimento alle attività successive alla produzione che riguardano l'immagazzinamento e la distribuzione dei prodotti finiti. Ad ogni modo, il trasporto ottimale è caratterizzato dalla minimizzazione del trasporto di input (costo monetario, tempo, rischio) lavorando in termini di efficienza e dalla prontezza di risposta, ossia dall'efficacia di far pervenire i prodotti ai clienti nelle varietà e quantità opportune. Per questo motivo risulta fondamentale un trade-off tra queste due caratteristiche basandosi sulla stagione del ciclo di vita che il prodotto sta attraversando. Infatti, nella fase di sviluppo, in cui le vendite sono elevate, la disponibilità elevata garantita ad esempio da un trasporto veloce crea efficacia perché incrementa i volumi di vendite, mentre nel caso in cui il prodotto sia diventato obsoleto, ossia non è più attrattivo, non è necessario investire molte risorse per renderlo sempre disponibile sugli scaffali.

L'attività di gestione delle scorte ha l'obiettivo di rendere disponibili i prodotti nel momento e nella quantità richiesta dai clienti. Allo stesso tempo, a livello industriale, mantenere un articolo a magazzino crea un costo, poiché è necessario uno spazio in magazzino il quale ha i suoi tempi di ammortamento e che dovrà essere gestito da personale addetto; inoltre si ha un immobilizzo di capitale, ci potrebbero essere degli oneri assicurativi, ad esempio per una polizza contro i danneggiamenti, e il prodotto potrebbe soffrire di obsolescenza, rimanendo invenduto. Tutto questo crea costo di giacenza e il modo più semplice per quantificare il costo di possesso a scorta è di pensarlo come percentuale del prezzo di acquisto dell'articolo, ovvero tenere un prodotto a magazzino per un anno comporta un onere che ha un valore pari al 20-30% del prezzo di acquisto. Per questo motivo, lo scopo di ciascuna impresa è quello di ridurre al minimo possibile il loro livello, tenendo sempre in considerazione il servizio offerto al cliente.

L'immagazzinamento si occupa della ricezione, della movimentazione, dello stoccaggio e della preparazione; quest'ultima fase serve per creare delle liste di prelievo dal magazzino sulla base degli ordini ricevuti dai clienti e rappresenta una percentuale decisamente elevata dei costi di immagazzinamento. Una buona efficienza nello svolgimento di tali attività rende più scorrevole il flusso fisico di materiali e prodotti, che è uno degli obiettivi fondamentali in questa area.

Inoltre, l'imballaggio riguarda le strutture che possono permettere una sicura movimentazione interna ed esterna, facilitando la trasportabilità dei prodotti in modo tale che ogni articolo possa avere rivestimenti più idonei per arrivare al cliente finale senza danneggiamenti.

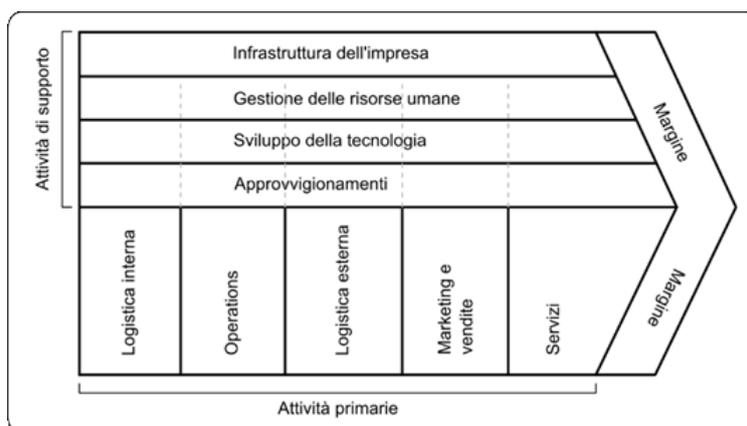
Per quanto riguarda la gestione dei flussi informativi, l'obiettivo principale della logistica è di raccogliere in tempi rapidi le informazioni da parte dei clienti, minimizzando i rischi di errore e ricorrendo a sistemi che possono permettere una rapida evasione degli ordini. Prima dell'introduzione su vasta scala della rete, uno strumento molto usato per la trasmissione degli ordini era il fax, con il quale si potevano verificare frequentemente errori, superati al giorno d'oggi con i documenti digitali che garantiscono anche una riduzione delle tempistiche e conseguentemente dei costi. Infatti, le tecnologie di comunicazione consentono di minimizzare sia il costo di raccolta delle informazioni che la possibilità di creare errori e permettono di sviluppare sistemi di controllo, ad esempio per la tracciabilità dell'ordine, attraverso la disponibilità di reti rapide di comunicazione. Inoltre, i flussi informativi sono legati alla fase di previsione, alla gestione, ossia alle modalità con cui gli ordini vengono raccolti, e alla parte di esecuzione, che comprende la predisposizione dei trasporti con quantità e tipologie di prodotti richiesti.

Infine, la localizzazione riguarda la definizione dei siti più opportuni per realizzare determinate attività. La scelta di un'area in corrispondenza della quale ubicare un impianto avviene attraverso una serie di strumenti; uno di questi che può essere utilizzato si basa sull'attribuzione a ogni potenziale ubicazione un certo punteggio, il quale viene valutato sulla base di diversi parametri, ognuno dei quali può essere pesato rispetto agli altri. Esistono anche strumenti più complessi basati su metodi di decisione multicriterio e tra di essi uno molto efficace è l'Analytical Hierarchy Process, che permette di effettuare delle scelte andando a garantire una struttura decisionale che pesi i diversi aspetti, garantendo in uscita un indice di preferenza delle diverse ubicazioni. Inoltre, la localizzazione condiziona la performance delle altre aree operative e incide sui costi, in quanto condiziona sia le modalità con cui vengono gestiti i trasporti, che il numero e dimensionamento dei magazzini, ossia i costi delle scorte, comportando un trade-off tra le due spese.

In conclusione, in un'ottica di logistica integrata, le aree operative non sono interdipendenti tra loro sul piano dei costi, per questo motivo non ci si può focalizzare sul risultato delle singole attività, ma va ricercato un ottimo globale. In altri termini l'ottimizzazione dell'intero processo deve tener conto dei vari compromessi presenti all'interno di ciascuna attività, per questo motivo è fondamentale una visione sistematica che coinvolga tutti i vari centri di responsabilità

funzionale. Pertanto, all'interno della strategia aziendale, la logistica assume un ruolo indispensabile partecipando, insieme alle altre attività, alla creazione e alla realizzazione della catena del valore di un'impresa.

Brevemente, nel 1985 Michael Porter ideò il concetto di value chain, elaborando un modello utile ad analizzare le attività di un'azienda che concorrono alla creazione del valore per il cliente. Vennero individuate nove attività strategicamente rilevanti, delle quali cinque furono identificate come primarie e quattro come secondarie, ossia di supporto, come illustrato in Figura 1.2.



**Figura 1.2:** la catena del valore; Porter, 1985.

Le attività primarie comprendono il ricevimento e lo stoccaggio delle merci (logistica in entrata), la loro trasformazione in prodotti finiti (operations), la distribuzione dei beni al cliente (logistica esterna), la commercializzazione (marketing e vendite) e i servizi post vendita, che consentono di aumentare ulteriormente il valore percepito dal cliente.

Le attività di supporto, invece, sono coinvolte trasversalmente in tutte quelle primarie in quanto comprendono: gli approvvigionamenti, ovvero i processi di acquisto dei fattori produttivi per tutte le attività della catena, dalle materie prime ai materiali da ufficio; lo sviluppo della tecnologia, riguardante sia il prodotto sia il processo produttivo; la gestione delle risorse umane, come assunzione, formazione e sviluppo del personale; l'infrastruttura dell'impresa, che include l'amministrazione e la gestione generale, i servizi legali e quelli finanziari.

Da questa analisi alla logistica, divisa in interna ed esterna, viene attribuito un ruolo attivo nella creazione di valore da parte dell'impresa, il quale può essere pensato come la differenza tra il valore utile prodotto per il cliente, in termini di servizio, ed i costi sostenuti. Porter, inoltre, riconosce la logistica come un elemento determinante nel vantaggio competitivo, sia che si persegua una leadership di costo, sia che si voglia raggiungere un certo grado di differenziazione strategica.

Oltre al concetto di logistica appena trattato e approfondito, al fine di compiere un'analisi completa di un qualsiasi sistema logistico è necessario introdurre al tri due termini: scorta e magazzino. Questi due elementi base del linguaggio aziendale sono estremamente connessi tra loro poiché, in linea generale, è possibile affermare che il magazzino è il luogo dedicato allo stoccaggio delle merci.

## CAPITOLO II: MAGAZZINI

### 2.1 EVOLUZIONE

Un magazzino è una struttura logistica in grado di ricevere le merci, conservarle e renderle disponibili nel momento e nelle quantità richieste dalla produzione o dal cliente finale.

In passato, è stato spesso considerato come semplice luogo di deposito e di movimentazione delle merci, era una superficie senza valore aggiunto, nella quale i prodotti dovevano rimanere il minor tempo possibile. L'assenza di problemi era il principale indicatore di performance e il personale che lavorava in magazzino era poco qualificato e responsabilizzato, in quanto consisteva principalmente in addetti alla movimentazione delle merci.

Il momento in cui le imprese iniziarono a ricercare l'efficienza nell'organizzazione dei magazzini può essere fissato tra le due guerre mondiali, per varie ragioni sia economiche che sociali. Fra le prime, deve essere considerata l'emancipazione sociale degli operai che aveva costretto le imprese a migliorare la sicurezza delle condizioni di lavoro e aumentato il costo della manodopera, obbligando gli imprenditori a prestare maggiore attenzione nell'impiego di tale fattore produttivo. In secondo luogo, lo sviluppo urbano aveva reso poco accessibili e costose le zone edificabili, forzando una razionalizzazione degli spazi. Infine, altri motivi resero necessaria una continua ricerca di maggiore efficienza e flessibilità del magazzino tra cui: l'ampliamento della gamma delle referenze trattate e il conseguente incremento delle giacenze immagazzinate; l'affermazione di nuove tecniche di produzione e distribuzione, con un conseguente aumento della frequenza di consegna di lotti disomogenei e di modesta entità; l'enfasi posta sul servizio al cliente, inteso come tempestività delle consegne e accuratezza delle spedizioni.

A questo punto, data la mutata situazione ambientale e sociale, un magazzino efficiente diviene una delle condizioni fondamentali per competere nel mercato, poiché il prezzo del prodotto dipende dai costi di produzione e distribuzione, entrambi influenzati dal costo di immagazzinamento.

Oggi il magazzino ha un ruolo fondamentale nella supply chain, in quanto svolge una funzione regolatrice per quanto riguarda la gestione dei flussi e dei lead time lungo la catena logistica. Pertanto, il suo compito ha subito una netta modifica, passando da essere uno dei tanti tasselli del sistema logistico, ad essere centro fondamentale di tale sistema per far sì che quest'ultimo sia in grado di erogare il prodotto giusto nel momento, nelle quantità e nei costi opportuni. In quest'ottica il magazzino si trasforma da semplice gestore di merci stoccate a fonte di vantaggio

competitivo, ottenibile sia dal punto di vista del contenimento dei costi che del miglioramento del servizio offerto.

Ogni azienda ha bisogno di un magazzino, sia che essa svolga un'attività industriale oppure commerciale, e una gestione adeguata procura un vantaggio competitivo, sia in termini di servizio al cliente, sia nella performance economica dell'impresa. I magazzini a sostegno della produzione e quelli a supporto della distribuzione sono identici dal punto di vista operativo, in quanto i processi che avvengono al loro interno sono uguali. Le differenze riguardano la rete logistica, i mercati serviti e la dimensione dei volumi movimentati. Una sostanziale differenza fra un'azienda manifatturiera e una esclusivamente commerciale è che, mentre la prima necessita di tre tipologie distinte di magazzino - uno per le materie prime, uno per i semilavorati e uno per i prodotti finiti - l'impresa commerciale ha bisogno di un unico magazzino in cui sostano solamente i prodotti finiti.

Questa struttura logistica può essere intesa come un insieme integrato di aree funzionali, all'interno delle quali vengono svolte specifiche operazioni e processi, per questo motivo l'organizzazione e la progettazione razionale e coerente delle diverse zone e l'integrazione tra le stesse rappresentano la base che permette al magazzino di svolgere la sua funzione in maniera efficiente ed efficace. Le principali aree che compongono un magazzino sono: ricevimento merce, stoccaggio, allestimento ordini e spedizione. L'importanza di ognuna di esse e la disposizione in cui si susseguono dipende dal tipo di magazzino, ad ogni modo il layout è impostato in modo tale da minimizzare i costi di movimentazione.

Per queste ragioni, i magazzini meritano un approfondimento che permetta di indagare sull'organizzazione, la gestione e l'elaborazione dei dati generati e che fluiscono in questo luogo. Di seguito verranno esaminati aspetti importanti che riguardano i magazzini: obiettivi, benefici e costi, le diverse tipologie a seconda della modalità di classificazione, il modo con cui vi si stocca la merce, i criteri di progettazione, gli indici di valutazione e i modelli di prelievo dei prodotti.

## 2.2 OBIETTIVI

Premesso che lo scopo di una logistica efficiente è quello di ridurre le scorte, è comunque necessario stoccare e gestire quelle poche giacenze necessarie nella modalità più efficiente ed efficace possibile.

Il termine magazzino deriva dall'arabo ed indica un luogo dove riporre e custodire il tesoro, infatti la merce in esso custodita rappresenta pur sempre una ricchezza dell'azienda in quanto verrà immessa nel mercato generando valore. Scopo del magazzino è quindi quello di ricevere, stoccare

e consentire il prelievo della merce per poter essere utilizzata. In altri termini rappresenta un punto di arresto all'interno del flusso fisico della merce. Pertanto, se l'obiettivo globale è quello di ridurre al minimo la durata della sosta, quello specifico per chi deve gestire il magazzino è quello di rendere efficiente la sosta.

Le principali forze contrapposte che influenzano lo scenario operativo sono la necessità di avere un livello di scorte alto per soddisfare i propri clienti e allo stesso tempo economicamente vantaggioso, ossia tendente a zero.

Il servizio al cliente consiste nella capacità di rendere disponibili i prodotti rispetto alle esigenze del cliente, per questo motivo lo scopo del magazzino è di far transitare i prodotti il più rapidamente possibile. Per rispettare il lead time commerciale o del servizio al cliente, ovvero il tempo di attesa tra emissione dell'ordine e la consegna del prodotto, è necessario che ciascuno degli anelli della catena logistica rispetti le tempistiche parziali, in quanto i ritardi portano all'esigenza di istituire scorte di sicurezza e di gestire le attività in emergenza.

Inoltre, un magazzino deve riuscire a conseguire questo scopo senza perdere il controllo dei costi. Questo, infatti, rappresenta il secondo obiettivo gestionale che un gestore di magazzino deve perseguire nel tempo e comporta che si attui un controllo accurato e attento delle seguenti voci: costi economici, che nascono dall'immobilizzo del capitale; costi associati alle attività di ricevimento, che interessano gli operatori addetti alle mansioni di immagazzinaggio come la messa a stock, il picking, l'imballaggio, la spedizione; costi della superficie, in quanto ogni metro quadro occupato rappresenta una spesa in termini di mantenimento e infrastrutture (ammortamento, energia, tasse); costi attribuiti alla perdita di valore, il quale varia nel tempo a causa del deterioramento, dell'obsolescenza, dei danneggiamenti e dei furti.

Per determinare il valore dell'immobilizzazione della merce si può ricorrere a differenti modalità di calcolo:

- Metodo FIFO (First In First Out), secondo il quale il primo prodotto che arriva in magazzino è il primo ad essere venduto ed è solitamente adottato dalle aziende che producono e vendono prodotti deperibili o soggetti ad obsolescenza;
- Metodo LIFO (Last In First Out), in cui l'ultimo prodotto che arriva in magazzino è il primo ad essere venduto ed è solitamente adottato per i prodotti che non sono soggetti ad obsolescenza, ossia non risentono eccessivamente del passare del tempo;
- A valore medio degli articoli rimanenti, prendendo in considerazione la giacenza a magazzino;

- A valore attuale, ipotizzando che alla data del rilievo il valore commerciale dell'articolo è cresciuto rispetto alla data di immagazzinamento.

Più in dettaglio, se volessimo definire degli obiettivi per la gestione del magazzino, dovremmo scomporlo nelle attività principali, ossia ricevimento, stoccaggio e prelievo. Per quanto riguarda la prima, l'intento è di ridurre gli errori di identificazione e i tempi di sosta della merce in accettazione, i tempi per l'inserimento dei dati nel sistema gestionale e per lo smistamento della merce. Per la parte dello stoccaggio, sono fondamentali l'ottimizzazione dello spazio occupato dalla merce e la riduzione dei prodotti smarriti, dei tempi di inventario e degli errori legati alle ubicazioni. Infine, per quanto concerne il prelievo, è necessario ridurre gli errori di identificazione della merce prelevata, i danneggiamenti nella movimentazione degli articoli e i tempi per l'inserimento dei dati nel sistema gestionale.

In conclusione la creazione di un magazzino può essere dovuta a motivi di natura:

- tecnologia, poiché i prodotti necessitano di un tempo di attesa prima di passare alla fase successiva del processo produttivo oppure prima di essere spediti al cliente finale;
- commerciale, per non rischiare di andare in rottura di stock (stock out, cioè quando non si riesce a soddisfare la domanda per mancanza di prodotto) è necessario mantenere dei livelli di scorta dimensionati per far fronte a richieste improvvise;
- economica e strategica, come l'acquisto di grandi quantità di merci per usufruire di prezzi più convenienti.

La scelta di creare o meno una scorta di prodotti dipende dalla strategia industriale e dalla compatibilità fra il lead time commerciale, o del servizio al cliente, e quello dei processi produttivi dell'azienda. Le scorte hanno quindi un ruolo fondamentale, in quanto consentono di mascherare il tempo di attraversamento della produzione e dell'approvvigionamento per non allungare il lead time del servizio al cliente.

### 2.3 BENEFICI

Come già menzionato, l'attività di immagazzinamento ha come obiettivo principale quello di soddisfare il cliente minimizzando allo stesso tempo i costi per l'azienda, conservando le giuste quantità di prodotti, per rispondere prontamente alle richieste della clientela, nel luogo più adeguato sia dal punto di vista della gestione che delle dimensioni.

Secondo il Toyota Production System l'azienda virtuosa è quella che è in grado di gestire il proprio business azzerando le scorte; questa considerazione, puramente teorica, indica come sia necessario tenere sotto controllo il livello di scorte e ridurlo al minimo.

Nonostante ciò vi sono diverse ragioni per le quali l'azienda riscontra benefici nell'avere un magazzino:

- permette di gestire l'imprevedibilità degli eventi che spesso è causa di blocchi della produzione o di insoddisfazione del cliente per ritardi nella consegna;
- consente di gestire le fluttuazioni della domanda dovute alla stagionalità, ai trend o a cause poco identificabili e quindi poco gestibili, permettendo di far fronte a richieste improvvise, pertanto smorzano le irregolarità;
- protegge l'azienda da fornitori che non rispettano le date di consegna e permette di gestire l'approvvigionamento di quelle materie prime/prodotti rari o difficilmente reperibili;
- permette la formazione di nuovi lotti differenti per articolo e/o quantità, ossia permette il prelievo frazionato di unità di piccola dimensione da UdC più grandi;
- protegge dalle fluttuazioni del prezzo dei prodotti;
- permette di acquistare maggiori quantitativi di merce e sfruttare quindi gli sconti quantità.

## 2.4 PROBLEMATICHE

Gestire in maniera ottimale il magazzino è la chiave del successo per ogni impresa, poiché significa fare in modo che un prodotto sia subito reperibile per soddisfare immediatamente il cliente. Organizzare un magazzino in maniera strutturata, è una priorità non solo per realtà con elevati flussi di merci, ma per qualsiasi impresa che abbia necessità di uno spazio di stoccaggio. Il magazzino non deve essere considerato uno spazio a basso valore aggiunto, destinato unicamente ad uno stazionamento temporaneo dei prodotti. Ottenere un magazzino efficiente dipende anche dal prendere in esame tutte le possibili problematiche fin dalla fase di progettazione di questo spazio. Le principali difficoltà del magazzino si possono classificare in tre categorie: fisiche, operative e gestionali.

Fra le problematiche fisiche sono comprese la definizione delle superfici e dei volumi necessari, del layout di massima, delle strutture di posizionamento, dei mezzi di movimentazione e del layout definito. Per rispondere a queste esigenze devono essere prese in esame numerosi aspetti tra cui: le dimensioni strutturali dell'edificio, sia in metri quadrati che cubi, per sfruttare lo spazio

in altezza con possibili scaffalature; le attività che in esso si svolgono; la tipologia merceologica dei prodotti, in termini di dimensione, volume, peso, frequenze di movimentazione; il numero di referenze da stoccare per ogni categoria. Ad esempio, se il magazzino è attrezzato con scaffali da utilizzare con i pallet, l'azienda ha bisogno di mezzi di movimentazione adatti, come carrelli elevatori, e di conseguenza di un layout che permetta il passaggio di tali macchine.

Dal punto di vista operativo, i principali argomenti da affrontare sono i mezzi e le procedure per il ricevimento dei materiali, il posizionamento degli articoli, i sistemi di picking, l'utilizzo di imballaggi secondari per la spedizione, la formazione delle unità di carico. Per risolvere queste problematiche è necessario analizzare la merce movimentata, il mix dei prodotti, il numero di referenze ed eventuali stagionalità. Soprattutto se i prodotti da stoccare hanno bisogno di particolari condizioni ambientali, come climatizzazione o suddivisione in lotti per possibili scadenze, allora è obbligatoria un'attenta analisi della tipologia degli articoli. In questo modo le merci che hanno scadenza vicina, che devono uscire dal magazzino prima di altre, o sono caratterizzate da alta rotazione verranno, ad esempio, posizionate in luoghi in cui l'attività di picking è più semplice e veloce.

Infine, fra le problematiche gestionali ricordiamo la definizione dei livelli di scorta, il controllo della produttività di magazzino e la gestione degli inventari, delle risorse umane e dei costi. Le complicazioni appena trattate sono molto delicate. Definire un corretto livello di scorta permette alla produzione, se l'impresa è industriale, e/o alla distribuzione dei prodotti di continuare senza intoppi. Per far ciò è necessario possedere una buona conoscenza del mercato in cui si opera. Un'efficiente gestione degli inventari, delle risorse umane, dei costi e il costante controllo della produttività del magazzino sono attività basilari per mantenere l'impresa competitiva.

Al fine di progettare un magazzino che sia funzionale anche in futuro, si devono tenere in considerazione, durante l'analisi delle problematiche elencate, gli eventuali sviluppi a breve o medio termine.

## 2.5 CLASSIFICAZIONE

I magazzini possono essere classificati sulla base di considerazioni in merito alla loro esposizione o meno agli agenti atmosferici, alla fase di trasformazione del prodotto stoccato o al tipo di meccanizzazione degli scaffali utilizzati. Per questo motivo esistono diversi criteri che permettono di suddividere le differenti tipologie di magazzino:

- categorie di unità da immagazzinare, ossia unità di carico (UdC), colli e materiali speciali;
- livello di automazione (manuale, semiautomatico, totalmente automatico);

- stato del materiale, ovvero materia prima, semilavorato o semi-assemblato e prodotto finito;
- grado di meccanizzazione delle scaffalature (dinamici o statici).

Con il termine unità di carico, detto anche imballaggio terziario, si indicano i contenitori di varia forma e materiale, carichi di prodotti destinati al magazzino, alla movimentazione e alla spedizione. Questi possono essere pallet di legno o di plastica (nelle varie forme dall'Europallet EPAL 800x1200 al "Philips" 1000x1200 o a quello a pianta quadra), gabbie metalliche con o senza ruote, cassoni in plastica o in metallo, ceste metalliche. Caratteristica comune è la collassabilità, ossia la capacità di occupare uno spazio ridotto quando l'unità di carico è vuota, grazie alla geometria pensata per renderla smontabile o impilabile. Il pallet, o meglio l'europallet, è l'UdC più diffusa ed è normalizzato ISO1, permettendo di standardizzare i processi e le procedure. Viene definito in forma colloquiale "bancale" ed è un'attrezzatura utilizzata per l'appoggio di vari tipi di materiale destinati allo stoccaggio o movimentazione all'interno del magazzino stesso. Al momento poi del carico sul camion, garantisce la saturazione del mezzo in quanto ha misure standard, quindi permette una perfetta organizzazione degli spazi ed una movimentazione semplificata perché facilmente inforcabili grazie all'altezza del piedino sottostante. Le gabbie metalliche vengono usate principalmente per particolari meccanici o materiali con poca stabilità. Anch'esse devono sempre essere forcabili in modo tale da permetterne la movimentazione. A differenza dei pallet, le gabbie hanno il problema della "Reverse Logistic", così detta logistica di ritorno: il costo della gabbia vuota corrisponde a quello della gabbia piena, perché lo spazio occupato è il medesimo. Per questo motivo nascono le gabbie collassabili, ovvero richiudibili su sé stesse fino ad occupare un terzo del volume originario, assicurando una riduzione dei costi di trasporto di ritorno. Infine, per quanto riguarda le ceste e i contenitori di plastica, le prime sono di natura più fantasiosa e vengono principalmente utilizzate per materiale di vetro, mentre i secondi sono solitamente usati per materiali leggeri.



**FIGURA 2.1:** UdC - pallet di diverse tipologie, cassoni metallici e termoplastici.

Gli articoli che non possono essere raggruppati in unità di carico a causa della varietà o della natura, della modalità o della frequenza di movimentazione, vengono posti a magazzino

all'interno di colli, ossia box in cartone o termoplastici; questi possono essere disposti in pile senza la necessità di strutture portanti o in scaffali serviti dall'uomo o da mezzi di trasporto quali ad esempio convogliatori. Questa tipologia di organizzazione di magazzino viene utilizzata principalmente nel settore farmaceutico, dove le singole unità sono molto piccole e diventa quindi conveniente raggrupparle in colli per facilitare lo stoccaggio e la successiva spedizione.



**FIGURA 2.2:** colli di varie dimensioni per lo stoccaggio.

Infine i materiali speciali hanno peso, forma o dimensioni che causano particolari problemi di immagazzinamento; tali materiali sono ad esempio tubi, profilati, barre, rotoli, bobine. Spesso conviene ricorrere allo stoccaggio all'esterno oppure a sistemi legati alla forma geometrica dell'articolo, come i cantilever.



**FIGURA 2.3:** Stoccaggio di materiali speciali su scaffalatura cantilever.

La differenziazione rispetto all'automazione prevede la valutazione del livello di supporto alle attività manuali da parte di sistemi autonomi controllabili tramite circuiti logici o elaboratori, riducendo così la necessità di intervento umano. Si parte da un grado di automazione nulla con il magazzino manuale, in cui la gestione e la movimentazione della merce e la manutenzione vengono effettuate da operatori specializzati; quando solo alcune attività sono svolte in modo automatico da macchine controllate da elaboratori si parla di magazzino semi-automatico, perciò uomo e macchina lavorano in parallelo all'interno dello stesso spazio. Si definisce, infine, magazzino completamente automatico quello che non implica l'intervento umano in nessuna attività svolta all'interno del magazzino, ovvero azioni di picking, refilling, stoccaggio e pallettizzazione non richiedono la presenza dell'operatore (interviene esclusivamente per la manutenzione).

Un ulteriore criterio che permette di classificare il magazzino è lo stato del materiale; ci sono pertanto depositi per lo stoccaggio di materie prime o parti per realizzare semilavorati o prodotti finiti, magazzini per i semilavorati che si trovano temporaneamente fermi in attesa della lavorazione successiva, magazzini per i prodotti finiti pronti per essere venduti al cliente. Le aree destinate alle materie prime assicurano una riserva di materiali grezzi, quelle dedicate ai semilavorati rappresentano un polmone tra le lavorazioni con cadenze di produzione differenti, mentre quelle contenenti i prodotti finiti sono utili al fine di sopperire ai ritardi della produzione rispetto alla distribuzione e di compensare le diverse entità tra lotti economici di produzione e distribuzione.

Infine, utilizzando come criterio di classificazione il grado di meccanizzazione delle scaffalature, si possono identificare magazzini dinamici o statici. Si può considerare dinamico uno stoccaggio delle merci in cui il deposito è effettuato in maniera che, sfruttando la gravità o altri meccanismi (come i rulli), i prodotti siano accumulati in unità di carico (scatoloni, casse, pallets...) secondo una sequenza prestabilita.

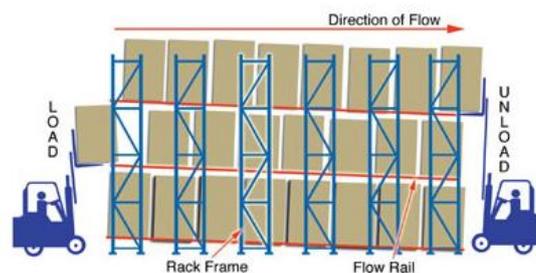


FIGURA 2.4: esempio di magazzino dinamico.

Come si nota dalla Figura 2.4, le unità di carico entrano da un lato e escono dal lato opposto, sfruttando la gravità e il basamento dello scaffale costituito da rulli. Nei magazzini statici, invece, i materiali sono stoccati su ripiani orizzontali semplici.

Nonostante lo svantaggio del costo iniziale di allestimento, le strutture dinamiche godono di svariati vantaggi: uno, in particolare, è collegato al concetto FIFO (first-in, first-out) per cui la prima merce che entra in magazzino è anche la prima a uscire. Questo è utile soprattutto per tenere sotto controllo i prodotti soggetti a scadenza. Se, ad esempio, nel magazzino vengono stoccati prodotti farmaceutici e questi rimangono in stock oltre alla loro data di scadenza per errori di pick-up, la perdita economica è notevole e facilmente intuibile.

Altri vantaggi relativi all'utilizzo di scaffalature dinamiche sono:

- la movimentazione della merce, avvenendo su rulli, riduce fino al 50% i percorsi degli operatori;

- con la movimentazione a gravità, i materiali si spostano senza dover sostenere costi energetici;
- aumenta la capacità di stoccaggio, rispetto a scaffali tradizionali, anche del 100%;
- si minimizza l'utilizzo dei carrelli elevatori, usati in questo caso solo per il carico e lo scarico dei pallet;
- permette lo sfruttamento massimo del volume a disposizione. I magazzini dinamici hanno infatti bisogno solo di due corridoi di passaggio (non di corsie intermedie): uno per l'immissione e uno per il prelievo delle unità di carico.

## 2.6 LA GESTIONE DEI MAGAZZINI

La gestione dei magazzini riguarda sia i depositi, che le piattaforme (transit point) in quanto è una tematica che si rivolge alla gestione delle unità di stoccaggio. Le due forme si differenziano principalmente per il tempo di stazionamento delle merci e per il ruolo che svolgono nelle catene logistiche globali delle imprese. Il deposito permette di bilanciare il fabbisogno di materiale di un centro di produzione o di distribuzione, secondo i vincoli dei diversi stakeholder che intervengono nella supply chain. Il transit point serve invece a riunire i flussi dei prodotti e a ridistribuirli verso nuove destinazioni; è un luogo nel quale si riceve la merce per rispedirla entro un intervallo di tempo molto breve. L'obiettivo del transit point è quello di ottenere la sincronizzazione e l'unificazione dei flussi di prodotti all'interno di una supply chain.

La gestione del magazzino è un'attività fondamentale per ogni azienda, dal momento che una cattiva organizzazione potrebbe complicare l'attività di consegna delle merci, generando quindi insoddisfazione nei clienti. Gli aspetti da valutare sono molteplici e le operazioni possono essere più o meno complesse in base alle dimensioni della struttura, alla natura e varietà delle merci, alle modalità di consegna e a molte altre variabili. Gestire il magazzino comprende l'esecuzione di lavori di manutenzione, la formazione del personale che vi lavora e si pone di fronte a doveri e responsabilità che coinvolgono moltissime attività: il trasporto, la ricezione, gli acquisti, il controllo delle scorte, lo stoccaggio e la distribuzione della merce.

I quattro fattori principale da tenere in considerazione per una eccellente gestione del magazzino sono:

- Personale: qualificato e opportunamente formato per le specifiche mansioni, per garantire che il lavoro venga svolto al meglio.
- Sicurezza del magazzino: è fondamentale che la struttura segua tutte le normative vigenti e che l'ambiente di lavoro sia sano e sicuro, sia per garantire la tutela dei propri operatori

che per l'attività. Infatti, incidenti e infortuni influiscono anche in modo negativo sull'economia dell'impresa se non vengono gestiti in modo opportuno. Tuttavia, una serie di accorgimenti può aiutare a prevenire e limitare al minimo gli imprevisti, come assicurarsi che vengano utilizzate le dovute protezioni, che le misure di sicurezza funzionino correttamente, che i malfunzionamenti siano segnalati e riparati in tempi brevi e che venga eseguita una regolare revisione e manutenzione di macchinari e veicoli.

- Documentazione: i documenti di gestione del magazzino devono essere redatti in modo accurato, sia a fini fiscali che amministrativi. Tenere traccia di operazioni, movimentazioni e quantità è uno strumento fondamentale per l'efficienza dell'attività. I principali documenti da eseguire in modo accurato sono il Documento di Trasporto (DDT), le fatture di acquisto e vendita, gli ordini o le comande e l'inventario delle merci.
- Logistica: riguarda in senso più ampio la gestione fisica, informativa ed organizzativa del flusso dei prodotti, dalle fonti di approvvigionamento ai clienti finali. È il fulcro dell'organizzazione del magazzino, in quanto coordina i diversi rami della catena di distribuzione.

### 2.6.1 LA LOCALIZZAZIONE DEL MAGAZZINO

L'ubicazione del deposito nella catena logistica è una scelta difficile che ogni azienda deve affrontare e dipende dall'organizzazione dei flussi logistici e dalla strategia commerciale stabilita dall'impresa. Le decisioni di ubicazione sono legate all'orientamento della rete logistica:

- orientamento rivolto al mercato: sono rivolte al raggiungimento di un elevato livello di servizio al cliente e per questo motivo i siti di stoccaggio sono posizionati il più vicino possibile al cliente;
- orientamento finalizzato a economie di scala di approvvigionamento o di produzione, in questo caso i magazzini vengono posizionati vicino al fornitore.

I principali criteri da utilizzare per effettuare una scelta corretta riguardano:

- il costo di trasporto a monte della catena logistica (approvvigionamento);
- il costo di trasporto a valle della catena logistica;
- gli oneri di magazzinaggio.

Solitamente i costi di trasporto sono maggiori dei costi di stoccaggio, quindi la maggior parte dei metodi si concentra in primo luogo sull'ottimizzazione di questa voce di costo e successivamente si prendono in considerazione i costi di stoccaggio per migliorare la soluzione.

Di seguito si descrivono due metodi per individuare la localizzazione ottimale dei magazzini.

### **Metodo del baricentro geografico**

Il metodo determina la localizzazione ottimale del magazzino, o della piattaforma, in base alle coordinate geografiche dei punti di consegna o di approvvigionamento.

Ciascun nodo logistico, come ad esempio un cliente o un fornitore, viene descritto dalle sue coordinate geografiche X e Y che rappresentano rispettivamente la longitudine e la latitudine e il metodo ricerca le coordinate ottimali del baricentro attraverso le seguenti formule:

$$X_b = \frac{\sum Q_i X_i}{\sum Q_i} \quad Y_b = \frac{\sum Q_i Y_i}{\sum Q_i}$$

Il parametro  $Q_i$  rappresenta il peso con cui viene ponderata la distanza in linea d'aria da percorrere tra i nodi. Di solito questo parametro si riferisce al peso delle merci trasportate (in tonnellate o chilogrammi), ma se si tratta di prodotti leggeri e voluminosi si considera il volume.

### **Metodo delle distanze fra i centri**

Questo metodo consiste nel sommare le distanze tra i diversi nodi logistici per identificare quale, tra questi, è la localizzazione ottimale del magazzino.

Per determinare la localizzazione migliore tra quattro città, per esempio, bisogna sommare le distanze di ciascuna di queste con le altre tre, scegliendo infine quella con la somma minore. Le distanze vanno ponderate con il peso della merce da trasportare, oppure con il volume se i prodotti sono voluminosi ma leggeri.

## **2.6.2 L'ANALISI DEL LAYOUT DEL MAGAZZINO**

Un magazzino è suddiviso in zone, in base al tipo di prodotto che riceve e spedisce e alle attività che avvengono al suo interno. Per ottenere un dimensionamento ottimale di ogni area del magazzino, bisogna prima di tutto analizzare le operazioni che verranno svolte al suo interno e i flussi delle merci che vi dovranno transitare.

### **Progettazione dell'area ricevimento merci**

La prima zona che si incontra all'ingresso del magazzino è quella dedicata alla ricezione delle merci provenienti dai fornitori. Questa zona ha molteplici funzioni, che influiscono sul suo dimensionamento, tra le quali:

- Scaricamento dagli autocarri: area dedicata allo scarico della merce presente sugli autocarri provenienti dai fornitori. La superficie dedicata dipenderà dall'impronta al suolo dei mezzi di trasporto utilizzati e dal numero di baie di scarico necessarie. Di solito si prevede una baia di scarico ogni 6 arrivi giornalieri, questo rapporto tiene conto del tempo necessario ad un carrellista per scaricare i bancali e successivamente allontanarli dalla zona di ricezione per posizionarli nelle locazioni di stoccaggio. Nel piazzale di ricezione bisogna prevedere una zona di attesa, dove i mezzi di trasporto possono posizionarsi in attesa di una baia di scarico libera e un'area dedicata allo scaricamento dei vagoni merci, se si ricorre al trasporto ferroviario.
- Modifica dell'unità di carico: si tratta dell'operazione di modifica del supporto con il quale viene consegnata la merce per esigenze di stoccaggio o vincoli esterni. Bisogna quindi predisporre una zona nella quale viene modificata l'unità di carico. Per ottenere un magazzino efficiente occorre eliminare il più possibile questa operazione, che è un'attività senza valore aggiunto, effettuando degli accordi con il fornitore.
- Controllo in ricezione: gli operatori devono effettuare un controllo quantitativo e qualitativo sulla merce arrivata in magazzino. Tale attività richiede del tempo, per questo è necessario predisporre un'area di controllo dimensionata in funzione dell'applicazione da parte dell'azienda di un metodo di controllo a campione o sistematico sul prodotto, e in base al lead time medio delle operazioni di verifica.
- Sdoganamento per il ricevimento merce effettuato sotto controllo doganale.
- Collocazione in "quarantena": si deve predisporre una zona dedicata alla merce difettosa, in modo che questa venga distinta dalla merce idonea. Il dimensionamento di quest'area viene stabilito a seconda della quantità prevista di prodotti non idonei, ottenuta dall'analisi dei dati storici.

La zona di ricezione come quella di spedizione svolge un ruolo molto importante di regolazione del flusso logistico; disporre di un'area sufficiente per tale funzione è determinante per poter organizzare adeguatamente i flussi di materiale.

Il metodo di dimensionamento si può suddividere in cinque fasi:

- stabilire le sottozone necessarie;
- identificare i flussi di entrata;
- identificare i flussi di uscita;
- dimensionare in funzione dei flussi di entrata e uscita, aggiungendo lo spazio necessario per i corridoi di servizio, definito dall'ingombro delle attrezzature di movimentazione;

- redigere il progetto preliminare di layout della zona, tenendo conto di eventuali future esigenze di ampliamento.

### **Progettazione dell'area di stoccaggio**

Prima di procedere con il dimensionamento della zona di stoccaggio del magazzino, si deve definire la strategia di assegnazione delle locazioni alla merce immagazzinata.

Le strategie possibili sono due:

- allocazioni randomizzate: ogni locazione di stoccaggio può essere assegnata a qualsiasi prodotto. È importantissimo identificare nel sistema informatico l'allocazione di stoccaggio di ogni bancale per poterlo poi ritrovare. Il vantaggio principale di questa modalità di organizzazione delle locazioni è l'ottimizzazione dello spazio di stoccaggio, poiché le locazioni sono utilizzate in funzione delle caratteristiche dei prodotti stoccati;
- allocazioni dedicate: ogni locazione di stoccaggio è assegnata ad una famiglia di articoli o ad un singolo articolo. Questa strategia consente di rintracciare facilmente il prodotto, in quanto viene posizionato sempre nello stesso indirizzo di stoccaggio. Lo svantaggio principale è lo spreco di spazio poiché, quando il prodotto non è presente in magazzino, l'allocazione dedicata ad un articolo non è disponibile, causando la necessità di spazi più ampi. Per questo motivo tale modalità di allocazione viene utilizzata raramente dalle aziende.

Per dimensionare la zona di stoccaggio con allocazioni randomizzate, si considera come base di calcolo la giacenza che si prevede in futuro e non la giacenza media attuale, in quanto dimensionare una scorta significa definirne la quantità per i prossimi anni.

La stagionalità è, infine, un ulteriore fattore da considerare per il dimensionamento della superficie necessaria ad ospitare le scorte, in quanto si può osservare un aumento della giacenza prima dei periodi di festività. Per non sovradimensionare i magazzini, le aziende che sono caratterizzate da forte stagionalità ricorrono allo stoccaggio presso terzi durante i periodi con elevati volumi di merce.

### **Progettazione dell'area di spedizione**

Per quanto riguarda lo spazio dedicato alla zona di spedizione, esso viene determinato dalle operazioni che vengono svolte in questa area e cioè:

- consolidamento: si tratta del raggruppamento degli articoli di varia provenienza destinati allo stesso cliente o che devono essere trasportati sullo stesso mezzo di

trasporto. Questa attività viene effettuata soprattutto nel caso di transit point. Il dimensionamento di questa zona dipende dal tempo medio di attesa dei colli provenienti da fonti diverse;

- controllo in partenza: la superficie necessaria al controllo della merce prima della spedizione aumenta se i tempi di preparazione degli articoli destinati al medesimo mezzo di trasporto non sono sincronizzati;
- attesa in partenza: superficie necessaria quando gli arrivi dei prodotti da trasportare in aggregato non sono sincronizzati oppure non sono disponibili le baie di carico della merce sul mezzo di trasporto.

In conclusione, si osserva che il dimensionamento delle zone di un magazzino dipende dai flussi di materiale che lo attraversano e dall'organizzazione del deposito.

### 2.6.3 INDICI DI PERFORMANCE

Un elemento di fondamentale importanza nella gestione delle funzioni aziendali è rappresentato dalla valorizzazione degli indici di performance. Nessuna azione di presunto miglioramento dovrebbe essere intrapresa in assenza di una definizione dello stato attuale ed una formulazione dello stato futuro.

Definire lo stato attuale significa in buona sostanza fornire una rappresentazione, della funzione oggetto dell'intervento, sotto due punti di vista: rappresentazione qualitativa e rappresentazione quantitativa.

La rappresentazione qualitativa consente di definire il dove e il come accadono le cose. È importante in questa fase disegnare diagrammi di flusso che evidenzino i soggetti fisici ed organizzativi coinvolti nelle attività analizzate; analogamente è utile costruire un modello nel quale siano messi in evidenza i due flussi fondamentali: il flusso fisico dei materiali/documenti e il flusso delle informazioni. Non di rado accade che nel codificare flussi che appaiono acquisiti nell'operatività di ognuno, consolidati dal punto di vista pratico e ritenuti ottimizzati in virtù della loro stratificazione comportamentale e procedurale, ci si accorga di essere ben lungi dall'ottimizzazione. Vengono spesso messi in evidenza colli di bottiglia che ci si ostina a gestire considerandoli come situazioni ineliminabili anziché immaginare una loro rimozione definitiva, si scopre l'esistenza di attività ridondanti che quindi possono essere spostate ed eseguite in un unico punto di flusso, ci si imbatte in attività che non hanno utilità dal punto di vista logico e che magari sono solo il retaggio di comportamenti acquisiti quando le condizioni operative erano molto diverse da quelle attuali.

Esistono tecniche molto utili per ridisegnare i flussi anche dal punto di vista quantitativo la più efficace dei quali è la Value Stream Mapping. In essa la rappresentazione delle attività è corredata da informazioni di carattere quantitativo (tempi, quantità, numerosità dei documenti, dimensione delle code, operatori coinvolti per citarne alcuni) che consentono sia di dare immediata evidenza delle criticità sia di valutare lo stato futuro utilizzando le stesse metriche e consentendo così un duplice vantaggio: misurare il miglioramento previsto, anche confrontando scenari diversi, e misurare a consuntivo i risultati raggiunti.

La rappresentazione quantitativa consente di valorizzare le metriche di flusso e di utilizzarle agli scopi appena accennati. In particolare consente una rappresentazione numerica in grado di evidenziare particolari squilibri di flusso e di risorse, in modo da individuare più immediatamente le aree di intervento sulle quali è ragionevole attendersi migliori ritorni dal punto di vista economico finanziario.

Se è vero che una accurata Value Stream Map permette di identificare le metriche di flusso per migliorare il dove e come si opera e altrettanto vero che l'utilizzo di indicatori aggregati (che forniscono una interpretazione a consuntivo di operatività distribuite nel tempo) e statici (non necessariamente legati ad una interpretazione del flusso) permette di valutare numericamente la gestione di una funzione. Nel caso del magazzino si parla degli indici di magazzino e di seguito vengono elencati i principali.

- Indice di selettività, che indica il numero di UdC che si possono prelevare direttamente senza spostarne altre:  $s = \frac{\text{movimenti utili}}{\text{movimenti necessari}}$ .
- Indice di saturazione superficiale =  $I_s = \frac{\text{superficie effettivamente utilizzata}}{\text{superficie totale}}$ .
- Indice di saturazione volumetrica =  $v = \frac{\text{volume occupato}}{\text{volume totale}}$ .
- Altezza del piano di compenso =  $H_c = \frac{\text{volume occupato}}{\text{superficie totale}}$ .
- Indice di manodopera =  $\frac{\text{massa di merci transitate nell'intervallo } T}{\text{ore lavorative addetti nell'intervallo } T}$ .
- Indice di potenza =  $\frac{\text{massa di merci transitate nell'intervallo } T}{\text{consumo energia elettrica nell'intervallo } T}$ .
- Grado di utilizzazione del sistema

$$K = \frac{\text{somma tempi di utilizzo degli impianti di movimentazione}}{\text{tempo totale a disposizione}}$$

Se K vale: 0.8-0.9 si ha un indice correttamente dimensionato; 0.5 sistema sovradimensionato, ovvero è utilizzata solamente il 50% della possibilità di movimento; 0.9 sistema sottodimensionato che non lavora in condizioni efficienti, poiché si ha un'elevata possibilità di guasti e interruzioni.

- Coefficiente di servizio =  $\frac{\text{somma tempi in cui sistema è effettivamente in servizio}}{\text{somma tempi programmati}}$
- Indice di rotazione:
  - A quantità =  $IR_q = \frac{\text{flusso prodotto in uscita dal magazzino}}{\text{giacenza media}}$
  - A valore =  $IR_v = \frac{\text{valore monetario del flusso in uscita}}{\text{giacenza media}}$

#### 2.6.4 LE ATTREZZATURE DI STOCCAGGIO

Quando si progetta un magazzino, la scelta del sistema di immagazzinamento più conveniente da adottare deve prendere in considerazione i seguenti fattori:

- fattore tecnico, che tiene conto delle caratteristiche del prodotto da immagazzinare, del peso e del volume delle relative unità di carico, della frequenza e dell'entità dei prelievi e dei depositi, ed infine delle esigenze di sicurezza e di igiene;
- fattore economico, il cui obiettivo è di minimizzare il costo dell'ammortamento del capitale, della manodopera, della manutenzione e dell'eventuale perdita di valore della merce immagazzinata.

I sistemi di stoccaggio si possono raggruppare in due grandi categorie, in funzione della modalità in cui vengono immagazzinate le UdC, ovvero con sovrapposizione diretta o con scaffalature.

##### Catasta

Secondo la Block Stacking Policy, i pallet vengono accatastati in blocchi monoprodotto separati dai corridoi necessari per la movimentazione, per questo motivo è fondamentale che i materiali siano leggeri e non danneggiabili. È un sistema flessibile ed economico, poiché non richiede nessuna attrezzatura particolare, solamente carrelli elevatori per la movimentazione. Infine per quanto riguarda gli indici di performance questa tipologia di immagazzinamento è caratterizzata da un elevato indice di saturazione superficiale, poiché la pianta è completamente occupata dal materiale, e da un basso indice di selettività, in quanto per prelevare un pallet situato in basso dovrei movimentare tutti gli altri presenti nelle posizioni superiori.



Figura 2.5: Immagazzinamento a catasta.

### Scaffalature a ripiani

Strutture metalliche, opportunamente dimensionate, che possono contenere delle UdC pallettizzate e che risultano essere idonee per i magazzini in cui è necessario stoccare prodotti pallettizzati di molteplici tipologie. Questa tipologia di immagazzinamento: favorisce la movimentazione delle merci, in quanto si può accedere direttamente a ciascun pallet senza dover spostare gli altri; consente la massima adattabilità a qualsiasi tipo di carico, sia per peso che per volume; garantisce un perfetto controllo degli stock, poiché è facilmente comprensibile se un vano sia pieno o meno. La distribuzione viene solitamente effettuata con scaffalature laterali ad accesso mono fronte e centrali ad accesso bifronte. Inoltre, la larghezza delle corsie e l'altezza dell'ultimo livello di carico dipendono dalle caratteristiche dei carrelli, o mezzi di sollevamento, e dalle dimensioni del magazzino. In questo caso l'indice di saturazione è penalizzato, poiché non tutta la superficie in pianta è utilizzata per stoccare il prodotto, ma allo stesso tempo si ha un guadagno in termini di facilità di accesso ai vani. Si distinguono due tipologie principali:

- sistema convenzionale a scaffalatura a singola profondità, in cui dal carrello posso accedere direttamente ai pallet presenti nella colonna;
- sistema convenzionale a doppia profondità, che permettono di stoccare un pallet davanti l'altro in ciascuna corsia ma con accesso diretto solo ai primi, perciò è consigliato per prodotti con elevati quantitativi di pallet per tipologia in modo tale che si eviti di raddoppiare le movimentazioni ed i tempi.

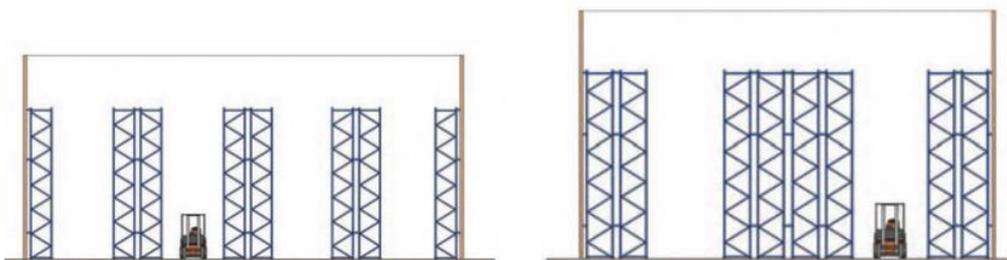


Figura 2.6: Scaffalature a ripiani a singola e doppia profondità.

### Scaffalature passanti

Le scaffalature passanti sono strutture di sostegno per i pallet caratterizzate da un particolare appoggio e particolarmente adatte ad unità di carico non sovrapponibili. La struttura è composta da una scaffalatura che forma una serie di tunnel interni di carico con binari di appoggio per i pallet, perciò si ha la possibilità di entrare all'interno del corridoio con un mezzo di movimentazione, per prelevare o posizionare un pallet. Inoltre, consentono il massimo utilizzo dello spazio disponibile sia in superficie che in altezza e la grande resistenza dei materiali che

costituiscono questo tipo di scaffalature permette l'immagazzinamento di carichi pesanti. Generalmente il sistema ammette tanti tipi di articoli quanti sono i tunnel di carico esistenti ed è consigliabile che tutti i prodotti immagazzinati in un tunnel siano dello stesso articolo in modo tale da evitare movimentazioni non necessarie dei pallet. La capacità di immagazzinamento è superiore a quella dei porta-pallet convenzionali, poiché è ridotto lo spazio necessario alla movimentazione. Si suddividono in due categorie, Drive-in e Drive-through, in funzione della modalità di stoccaggio e prelievo dei pallet. Nelle scaffalature Drive-in il posizionamento e il prelievo della merce avvengono dallo stesso lato, seguendo la logica LIFO, mentre in quelle Drive-through il posizionamento avviene da un lato della scaffalatura e il prelievo sul lato opposto, secondo la logica FIFO.



**Figura 2.7:** Scaffalature passanti.

Queste scaffalature vengono ampiamente utilizzate quando sono presenti numerose unità di carico per ogni articolo e il numero totale di referenze da gestire è limitato, in quanto una singola referenza occupa l'intero corridoio dello scaffale.

Il limite alla profondità degli scaffali passanti è determinato dal numero di unità di carico contenenti lo stesso articolo o dai vincoli che derivano dalla movimentazione dei carrelli dentro i corridoi degli scaffali.

Questa struttura presenta dei coefficienti di sfruttamento volumetrici maggiori grazie alla possibilità di elevarsi in altezza, sino a circa 6-7 m, riducendo al minimo lo spazio per i corridoi di movimentazione.

### **Scaffalature dinamiche**

Sono strutture compattabili dotate di rulliere disposte in leggera pendenza per consentire il movimento dei pallet, i quali vengono inseriti dalla parte più alta per poi muoversi per gravità a velocità controllata fino a giungere all'estremità opposta. Il sistema tradizionale è gestito con una

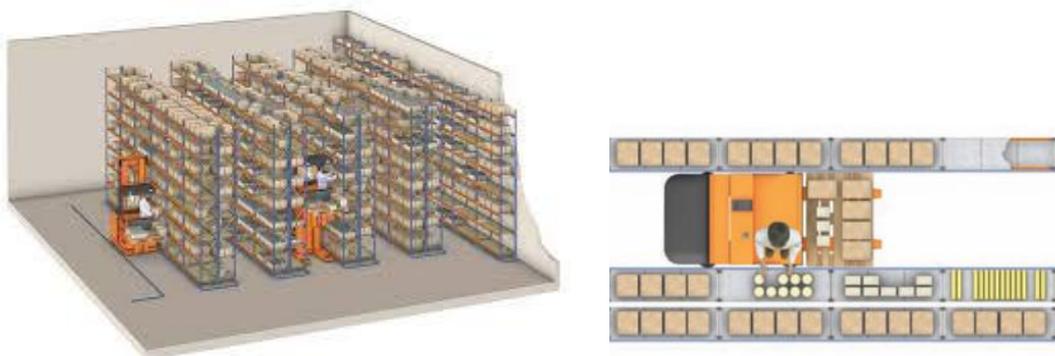
logica FIFO, ovvero il pallet entra nella corsia di carico e scivola per gravità sui rulli fino al lato opposto, in corrispondenza della corsia di scarico. Invece, nel sistema push-back viene adottata una logica LIFO, ovvero la merce viene caricata e scaricata dalla stessa corsia, perciò è adatto per prodotti non deperibili.



**Figura 2.8:** Scaffalature dinamiche.

### **Scaffalature per picking con commissionatori**

Questa struttura garantisce dei vantaggi importanti al picking tra cui il massimo sfruttamento dell'altezza, l'accesso facile e rapido a qualsiasi merce, la stessa macchina trasporta carico ed operatore, il minimo sforzo per accedere al prodotto stoccato e la capacità di carico delle merci che favorisce la preparazione multipla o il raggruppamento di ordini. I commissionatori, come i carrelli trilaterali, hanno bisogno di essere guidati nelle corsie di stoccaggio e il sistema di guida può essere: filoguidato, attraverso un cavo posizionato sotto il pavimento che attraverso un campo magnetico dirige lo spostamento; a guida meccanica con profili collocati ai due lati della corsia e fissati al suolo.



**Figura 2.9:** Scaffalature per picking con commissionatori.

### **Magazzini automatizzati**

Sono costituiti da una serie di scaffalature tra le quali si muove un trasloelevatore che ha la possibilità di eseguire contemporaneamente i movimenti lungo l'asse orizzontale e verticale. Le

soluzioni impiantistiche riguardano la struttura del fabbricato, il rapporto tra il numero di trasloelevatori e il numero di corridoi, la profondità delle celle e il numero di forche per il trasloelevatore. Inoltre, queste strutture richiedono degli appositi impianti di testata per la movimentazione delle UdC in ingresso ed uscita dal magazzino stesso.



**Figura 2.10:** Magazzini automatizzati.

### **Scaffalature compattabili**

Scaffalature metalliche porta pallet fissate su basi mobili scorrevoli su rotaie incassate a pavimento, in modo tale da eliminare lo spazio superfluo. Viene mantenuto 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 e prelievo della merce. L'apertura del corridoio nella posizione desiderata può avvenire: manualmente, agendo sul fronte di ciascun scaffale mobile; in modo semiautomatico, interfacciando il sistema con un computer che aziona automaticamente il comando di apertura e movimentazione delle basi mobili.



**Figura 2.11:** Scaffalature compattabili.

## Carosello

Si tratta di una struttura automatizzata in cui vi sono diverse locazioni di stoccaggio che si muovono orizzontalmente o verticalmente. L'operatore si trova solitamente ad un terminale in prossimità della struttura, e l'attività di stoccaggio e prelievo è resa più veloce grazie ad un sistema informatico che consente all'operatore di selezionare la locazione che contiene il prodotto desiderato. Queste strutture richiedono un ingente investimento e sono adatte per prodotti di piccole dimensioni e suddivisi in molte voci.



Figura 2.12: Carosello.

## Cantilever

Tipo di scaffalatura tradizionale che permette di stoccare orizzontalmente prodotti di elevata lunghezza come barre, tubi e lamiere. Questa struttura può essere realizzata mono o bifronte, può essere aggregata ad altre costruzioni o rimanere indipendente. È una soluzione utilizzata ampiamente per la semplicità di installazione e di utilizzo e per l'economicità dell'investimento.

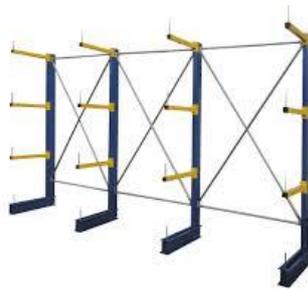


Figura 2.13: Cantilever.

### 2.6.5 LE ATTREZZATURE DI MOVIMENTAZIONE

Le movimentazioni di materiali eseguite all'interno degli stabilimenti, dall'arrivo delle materie prime alla spedizione dei prodotti finiti, si definiscono trasporti interni o nella terminologia anglosassone, materials handling. La progettazione dei reparti produttivi deve tenere in

considerazione la minimizzazione dei trasferimenti dei materiali, evitando congestioni, ritardi e trasporti inutili, poiché il trasporto non accresce il valore dei prodotti finiti ma ne aumenta il costo.

Lo studio dei trasporti interni può consentire il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- limitare i costi grazie a un minor numero di movimentazioni e riprese dei materiali, minori percorsi, migliore sfruttamento dello spazio e un aumento della produttività;
- ridurre gli scarti e le perdite, limitando i danni durante i trasporti e aumentando le possibilità di controllo dei materiali immagazzinati;
- migliorare le condizioni di lavoro, assicurando una maggiore sicurezza e richiedendo un minore sforzo;
- aumentare l'efficienza dell'azienda, attraverso la migliore organizzazione dei magazzini e la rotazione dei materiali.

La scelta dei trasporti interni più adatti alle singole esigenze richiede, oltre che la conoscenza dei principali tipi di trasportatori, la preventiva analisi del flusso dei materiali, dall'ingresso e fino all'uscita del magazzino. Di seguito si descrivono le principali attrezzature di movimentazione utilizzate nei magazzini.

I carrelli sono mezzi di trasporto discontinui, a traslazione manuale o motorizzata e si possono classificare in funzione delle modalità di azionamento in:

- carrelli a traslazione manuale;
- carrelli trasportatori-elevatori azionati manualmente;
- carrelli trasportatori-elevatori motorizzati.

### **Transpallet**

È un carrello trasportatore-elevatore ad azionamento manuale, utilizzato per trasportare pallet fino a 3 tonnellate. Questo carrello viene impiegato per brevi distanze, in quanto è caratterizzato da spazi di manovra limitati. Il sollevamento del piano di carico è molto limitato e può essere comandato, con manopola o mediante pedale, da un dispositivo solitamente di tipo idraulico.



**Figura 2.14:** Transpallet con forche di varie dimensioni.

### Carrello con forche a sbalzo

Questo carrello è largamente utilizzato negli impianti industriali, in quanto può circolare anche all'esterno su un terreno irregolare, e si caratterizza per la presenza del manovratore a bordo. L'altezza di sollevamento può raggiungere i 6 m, la velocità di traslazione è di 15 Km/h, mentre la velocità di elevazione è di 0,2 m/s a pieno carico, e di 0,6 m/s a vuoto.



Figura 2.15: Carrello con forche a sbalzo.

Il principale svantaggio è la necessità di corridoi di transito larghi (da 3 a 4 m); per questa ragione esistono versioni particolari di questo carrello, al fine di adattarlo alle esigenze di spazio di manovra o a diverse tipologie di unità di carico.

Come mostrato in figura, vi è la possibilità di installare sul carrello apposite attrezzature, ognuna adatta per la movimentazione di un determinato tipo di carico.

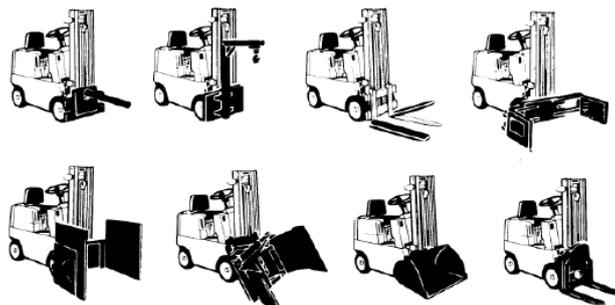


Figura 2.16: Attrezzature per carrelli.

### Carrello a forche con montanti retrattili

Questo carrello è caratterizzato da montanti spostabili in avanti grazie ad un apposito sistema di slittamento. Lo spostamento dei montanti ed il sollevamento delle forche sono quasi sempre comandati elettro-idraulicamente. In questo modo gli spazi per le manovre sono sicuramente

ridotti e per questo vengono utilizzati in corridoi più stretti. Inoltre, questo tipo di carrello è veloce come i precedenti e consente, inoltre, di raggiungere i 7/8m di altezza.



**Figura 2.17:** Carrello a forche con montanti retrattili.

### **Carrello a presa laterale**

I carrelli a forche laterali, caratterizzati dal fatto che le forche sono posizionate a lato rispetto alla direzione di marcia, permettono di effettuare il prelievo e il deposito dell'unità di carico senza richiedere la sterzata del carrello. Per questo motivo sono utilizzati in corridoi stretti. Alcune tipologie di questo carrello sono adatte alla movimentazione di carichi lunghi e voluminosi e vengono utilizzati in piazzali e depositi all'aperto.



**Figura 2.18:** Carrello a presa laterale.

### **Carrelli a grande altezza**

Questi carrelli vengono utilizzati per il posizionamento e il prelievo delle unità di carico sugli ultimi ripiani di scaffalature molto alte in quanto, grazie ad un montante particolarmente robusto, consentono il sollevamento delle unità di carico fino a 13-14 m. Il manovratore può rimanere a terra, non essendo previsto il sollevamento dell'operatore al livello del prelievo, dato che il carrello è dotato di un sistema di selezione dell'altezza del gruppo forche.

Essi si distinguono in:

- carrelli a presa bilaterale equipaggiati di forche telescopiche;
- carrelli a presa trilaterale, con i quali si possono movimentare carichi sia frontalmente, che sui due lati del corridoio, senza che il carrello debba fare manovre di sterzata, giacché le forche ruotano di 180° rispetto all'elemento di supporto. Questi carrelli sono filoguidati oppure sono guidati da rotaie predisposte sul pavimento.

### **Carrelli commissionatori**

Questa tipologia di carrelli è impiegata per l'attività di picking perché consente all'operatore di accedere a tutte le unità di carico riposte sulla scaffalatura, in modo da prelevare i singoli colli per la preparazione degli ordinativi. L'operatore si trova su una piattaforma e può raggiungere altezze di 6-8 m da terra. Inoltre, questa attrezzatura permette di circolare in corridoi stretti meno di 3 m.

Una variante dei carrelli commissionatori è rappresentata dal carrello combinato, tramite il quale è possibile effettuare sia il prelievo manuale di singoli colli che la movimentazione di bancali interi.



**Figura 2.19:** Carrello commissionatore.

## **2.6.6 I PROCESSI DI UN MAGAZZINO**

Di seguito sono descritti i principali processi che avvengono all'interno di un magazzino.

Il processo di ricezione inizia con l'arrivo in banchina di un autocarro da scaricare e termina con la registrazione dell'avvenuta consegna della merce nel sistema informativo, dopo aver effettuato gli opportuni controlli. Un'efficace pianificazione della ricezione, ottenuta accordandosi con i fornitori per stabilire degli orari di consegna precisi, permette di evitare che i mezzi di trasporto arrivino tutti insieme, così da disporre del tempo sufficiente per le operazioni di scaricamento e di controllo della merce, e di esprimere eventuali riserve. La durata delle operazioni di ricevimento aumenta con l'aumentare del numero di registrazioni informatiche che il

magazziniere deve effettuare, per questo un'interessante prospettiva di miglioramento è rappresentata dall'automazione delle registrazioni. Il livello di automazione può essere semiautomatico, quando le informazioni di ricevimento vengono visualizzate dal terminale e l'addetto non deve fare altro che confermarle o modificarle a seconda che la merce ricevuta corrisponda oppure no. Il massimo livello di automazione si ottiene quando la registrazione delle informazioni di ricevimento merce viene effettuata senza nessun intervento di conferma dell'addetto; ciò implica l'accordo con i fornitori sull'impiego di etichette con codici a barre per la rapida acquisizione dei dati di ricevimento merce, che devono essere affidabili. L'automazione apporta notevoli incrementi di produttività, ma richiede il rispetto delle condizioni stabilite in fase di ordinazione.

Il processo di stoccaggio consiste nella collocazione a scorta dei prodotti ricevuti. Questa attività è molto importante perché, per avere un efficiente magazzino, ogni materiale deve essere posizionato al posto giusto. Una volta definita la strategia di allocazione, il magazzino viene suddiviso in:

- zone di stoccaggio "ad accesso rapido": si tratta delle locazioni dove la merce è posizionata a terra oppure situata in prossimità dell'ingresso alla zona di stoccaggio o delle corsie di circolazione principali;
- zone "ad accesso lento", cioè locazioni situate in alto o in fondo al magazzino.

Questa suddivisione del magazzino è molto utile per individuare il criterio per assegnare ad ogni prodotto una locazione della scaffalatura. A questo scopo, dopo aver effettuato un'analisi dei prodotti, è possibile destinare i prodotti di classe A (con un indice di rotazione elevato) alle locazioni ad accesso rapido, mentre gli articoli di classe B e C (con indici di rotazione bassi) saranno posizionati nelle zone ad accesso lento.

Il processo di evasione degli ordini si compone dall'attività di picking, cioè il prelievo del materiale dalla sua locazione di stoccaggio, rompendo l'unità di carico al fine di costituire raggruppamenti di materiale diversi, destinati a soddisfare l'ordine del cliente, o del reparto di produzione. Successivamente, verrà effettuata l'attività di condizionamento, che consiste nel disporre i colli sul tipo di supporto richiesto dal cliente (contenitore, pallet). Entrambe queste operazioni devono essere svolte entro il lead time richiesto dal cliente o dal reparto di produzione.

I metodi di picking si classificano principalmente in tre categorie:

- operatore verso il prodotto: l'addetto si sposta verso le diverse locazioni di stoccaggio per prelevare i prodotti elencati nella lista di prelievo. Questo metodo è economico, infatti consente di evitare grossi investimenti, ma mostra dei limiti quando i volumi di

merce da prelevare aumentano, poiché richiede del tempo e un numero elevato di addetti, rendendo così necessaria una soluzione con un maggiore grado di automazione;

- prodotto verso l'operatore: questa modalità di picking consiste nell'usufruire di un mezzo di movimentazione che faccia transitare nella postazione fissa dell'operatore i prodotti da prelevare. Questo metodo richiede di utilizzare un sistema informatico per indicare al mezzo di movimentazione la lista degli articoli da prelevare. Il vantaggio è la rapidità del prelievo quando il volume degli articoli da prelevare è elevato, ma comporta un investimento elevato per l'impresa e richiede una buona sincronizzazione fra la velocità del mezzo e quella dell'addetto;
- metodo misto: intende combinare i vantaggi di entrambi i metodi precedenti e consiste in postazioni di lavoro da cui l'operatore effettua la preparazione degli ordini. Ogni postazione viene rifornita da un addetto del materiale necessario per comporre l'unità di carico di destinazione e, tra una postazione e l'altra, sono presenti dei nastri trasportatori sui quali sono posizionati i contenitori da riempire con i prodotti che compongono l'ordine. Il sistema informatico individua le postazioni nelle quali deve transitare il contenitore e l'operatore si sposta nell'ambito della sua postazione di lavoro. Tale modalità di rifornimento dei prodotti incide sul lead time dell'intero processo e può avvenire tramite trasferimenti manuali (con l'ausilio di carrelli) o automatici (attraverso convogliatori).

I principali sistemi di picking sono:

- Pick then pack: l'operatore preleva i prodotti da spedire, che successivamente vengono imballati nell'unità di carico appropriata.
- Pick and pack: i prodotti da spedire vengono prelevati e posizionati nell'imballo da spedizione simultaneamente, evitando la doppia movimentazione del prodotto, che causerebbe un allungamento dei tempi di evasione dell'ordine. Questo metodo richiede però di scegliere anticipatamente il formato del contenitore in cui saranno imballati gli articoli.
- Pick to belt: questa modalità organizzativa prevede l'utilizzo di un convogliatore sul quale vengono posizionati gli articoli prelevati, velocizzando i trasferimenti.
- Pick and sort: anche in questo caso viene utilizzato un convogliatore che termina con una postazione di sorting dove i prodotti prelevati vengono smistati in funzione degli ordini.

Per verificare se sono stati prelevati i prodotti corretti viene talvolta attuato il controllo ponderale, che consiste nel confrontare il peso reale di un bancale con il peso teorico risultante

dalla somma dei pesi dei prodotti che vi sono contenuti. Questa tecnica permette di controllare se il prelievo è stato completo, ma è contestata perché si possono verificare dei falsi errori a causa di errori nei dati tecnici relativi al peso di ogni articolo, eccessive tolleranze di pesatura oppure lo scambio tra due articoli con lo stesso peso.

Per questi motivi, non risulta sufficiente un unico controllo alla fine della fase di picking dei prodotti destinati a soddisfare un ordine. Nonostante i punti di debolezza, questa tecnica viene utilizzata spesso dalle aziende per la sua rapidità di impiego.

Il processo di consegna può avere come destinatario: il reparto di produzione, se si tratta di un magazzino di materie prime o semilavorati all'interno di un'azienda manifatturiera; il cliente finale, se si tratta di un magazzino di prodotti finiti o di un magazzino in un'azienda commerciale. Nel caso di processo di consegna alla produzione, si distingue la consegna dei materiali specifici per ciascuna commessa di produzione, dalla consegna dei materiali standard utilizzati in produzione per fabbricare i prodotti finiti. Nel primo caso, è necessario effettuare una preparazione a magazzino di tutti i componenti specificati nella distinta base del prodotto da realizzare e inviarli al reparto di produzione nel momento in cui ne ha bisogno; per quanto riguarda la consegna dei materiali ad impiego generalizzato, si implementano dei sistemi di approvvigionamento che consentano di dimensionare correttamente il flusso, in modo da evitare di mantenere a scorta in produzione grandi quantitativi di materiale. Generalmente, vengono effettuate più frequenti consegne di piccole quantità di materiale alle linee di produzione, in modo da ottimizzare le scorte a bordo linea, secondo il fabbisogno effettivo della linea di produzione. La fase di consegna dei materiali alla produzione va organizzata accuratamente poiché richiede molto tempo, a causa del grande numero di movimentazioni che vengono effettuate.

Il processo di spedizione verso il cliente finale è più difficile da organizzare perché, oltre ai vincoli logistici, entrano in gioco anche scelte riguardanti la negoziazione e la concorrenza.

## 2.7 LA GESTIONE DELLE SCORTE

La gestione delle scorte è un insieme di tecniche e di strumenti che fornisce risposte chiare alle domande relative a quando e di quanto approvvigionarsi.

Un sistema di gestione delle scorte è l'insieme delle politiche e dei controlli che consentono di monitorare le quantità a magazzino, stabilire quale livello mantenere, quando reintegrarle e in quale quantità. L'obiettivo della gestione delle scorte è di garantire l'adeguata quantità di merci nel posto giusto, al tempo giusto e al minor costo possibile.

La norma BSI 5191 definisce le scorte come “tutti i beni tangibili di proprietà dell’impresa ad eccezione dei beni immobili, ovvero tutti i prodotti finiti o comunque vendibili, tutti i componenti incorporati nei prodotti finiti e tutti gli altri materiali consumati nello svolgimento dell’attività aziendale”.

Qualsiasi azienda deve occuparsi della gestione delle scorte e fare in modo che essa avvenga in modo efficiente. La funzione delle scorte cambia in base alla tipologia di azienda: nelle aziende manifatturiere le scorte assicurano il regolare svolgimento della produzione, garantendo la disponibilità di materie prime e semilavorati, mentre nelle aziende di erogazione di servizi esse permettono di fornire un adeguato servizio al cliente. Anche nelle aziende commerciali le scorte di prodotto finito sono un elemento fondamentale per garantire l’offerta di merci in un determinato luogo, in certe quantità e nei tempi richiesti, così da soddisfare le esigenze dei clienti. Questo surplus di merci è motivato dalla necessità di contrastare la variabilità che può esserci nelle attività dell’azienda:

- Variabilità della domanda: l’azienda ha a che fare con condizioni sempre mutevoli a cui si deve adeguare rapidamente. Per limitare il rischio di stock-out le aziende mantengono delle scorte che permettono di far fronte ad aumenti della domanda nel breve periodo senza modificare la capacità produttiva.
- Stagionalità: l’azienda non potendo soddisfare la domanda tutta in una volta è costretta ad iniziare la produzione molto prima di quanto avrebbe potuto se la capacità produttiva fosse uguale o maggiore alla domanda.
- Il lead time di fornitura è intrinsecamente portatore di scorta in quanto l’azienda che esaurisce un componente dovrà aspettare il tempo necessario al fornitore per realizzarlo. Questo non è accettabile e quindi si ricorre alle scorte per continuare a produrre.
- Sempre legati alla fornitura sono i ritardi nelle consegne rispetto a quanto concordato. L’azienda per non rischiare di non poter soddisfare le richieste del cliente preferisce mantenere in scorta una parte di componenti per poter coprire la domanda anche nel periodo non previsto. Questo viene fatto con la scorta di sicurezza.
- Molto spesso tra due fasi diverse del ciclo produttivo vi sono processi con tempistiche molto differenti: si pensi ad un taglio laser che taglia 20 telai di un prodotto che invece viene assemblato a lotti di 5. In questo caso per disaccoppiare le due fasi si forma un buffer intermedio che ha anche lo scopo, qualora vi fosse un problema nella fase a monte, di permettere alla fase a valle di continuare senza accorgersene.

- Problemi tecnici, rotture e malfunzionamenti dei macchinari sono avvenimenti reali che l'azienda deve cercare di superare indenne.

La variabilità è quindi legata a fattori interni all'azienda come logistica, colli di bottiglia, guasti ecc. e a fattori esterni come l'affidabilità dei fornitori e l'imprevedibilità dei mercati. Nel primo caso la variabilità è detta *endogena*, nel secondo è chiamata *esogena*.

Oltre a queste vi sono anche motivazioni economiche:

- In presenza di macchinari con alti costi di attrezzaggio si richiedono economie di scala di produzione.
- Nel caso in cui vi siano sconti legati alla quantità di prodotti acquistati si preferiscono realizzare economie di scala d'acquisto.
- Qualora vi fossero costi fissi di trasporto si vogliono realizzare economie di scala nel trasporto
- Infine quando vi sono condizioni economiche vantaggiose come cambi favorevoli o abbassamento dei costi delle materie prime l'azienda potrebbe approfittarne acquistandone ben più del necessario.

Dopo aver classificato i tipi di variabilità si possono classificare i tipi di scorte.

### 2.7.1 CLASSIFICAZIONE DELLE SCORTE

Le scorte, in base alla tipologia, possono essere suddivise in:

- Prodotti Finiti cioè scorte di materiali che hanno finito il loro ciclo di lavorazione e sono pronti per essere venduti o spediti.
- Materiali d'acquisto; si tratta di tutti quei componenti che l'impresa ordina da fornitori esterni e che andranno a formare un prodotto finito.
- Componenti realizzati internamente o sotto-assemblati; derivano da qualche tipo di processo interno all'azienda, vengono accumulati per essere poi trasformati in prodotti finiti.
- Materiali in fase di lavorazione, anche detti Work in Progress (WIP). Comprendono anche i materiali di proprietà dell'azienda che vengono mandati a fornitori esterni per delle lavorazioni.
- Ricambi.
- Materiali di manutenzione.

Inoltre, in base alla funzione che svolgono, le scorte possono essere classificate in:

- Scorte di sicurezza (SS). Il loro scopo è sopperire alla variabilità riducendo il rischio di stock-out. Sono definite dalla seguente formula:

$$SS = z * \sigma * \sqrt{LT}$$

Dove:

- $\sigma$  è la deviazione standard della domanda dell'articolo considerato durante il Lead Time.
- LT è il Lead Time ossia il tempo necessario affinché le scorte vengano ripristinate.
- LS è il livello di servizio rappresenta la capacità di un'azienda di evadere un ordine nei tempi concordati col cliente.
- z è un numero ricavato statisticamente attraverso una distribuzione normale al variare del livello di servizio che l'azienda si propone di dare al cliente, cioè la probabilità di riuscire a soddisfare un suo ordine.

z	LS
0,842	0,8
1,036	0,85
1,282	0,9
1,645	0,95
1,881	0,97
2,054	0,98
2,326	0,99

**Tabella 2.1:** Corrispondenza z e LS.

- Scorte stagionali, contrastano la variabilità stagionale.
- Scorte di 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 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 legate a lotti di riordino. Molto spesso in numero di pezzi che vengono acquistati o prodotti è molto diverso da quello che effettivamente sarebbe necessario questo è legato alla convenienza economica generata dalle economie di scala e dai costi delle scorte.
- Scorte speculative. Sono legate alle fluttuazioni dei tassi di cambio o del valore delle materie prime. L'azienda potrebbe acquistare in un periodo di prezzo favorevole ingenti quantità di materiali purché queste non siano deperibili.

### 2.7.2 COSTI ASSOCIATI ALLE SCORTE

Quanto costano le scorte? Tutti sono d'accordo nell'affermare che le scorte costano molto, ma riuscire a quantificare questo costo è un'operazione molto difficile.

Per capire quanto costano le scorte, bisogna prima identificare i costi ad esse associati, che possono essere raggruppati in:

- costi dell'ordine, relativi al controllo delle scorte, all'emissione dell'ordine e ad eventuali solleciti;
- costi di mantenimento a scorta, riferiti a tutti i costi relativi allo stoccaggio delle merci, quali il costo dello spazio (affitti, riscaldamento, illuminazione) del personale e dei mezzi per la movimentazione, i costi per la perdita di valore delle scorte (obsolescenza, deterioramento) e quelli per l'immobilizzo di capitale, in quanto le scorte rappresentano un costo-opportunità per il mancato rendimento delle risorse finanziarie in esse immobilizzate, i costi dell'assicurazione (furto, incendio);
- costi di rottura dello stock, relativi ai costi collegati alla mancata vendita, come quelli associati alla gestione degli inevasi; il deterioramento dell'immagine, la perdita di un cliente e infine il costo associato alle modifiche richieste dal cliente.

La somma di tutti questi costi consente di calcolare il costo specifico delle scorte, che varia fra il 20% e il 30% del valore delle scorte stesse.

### 2.7.3 METODI DI GESTIONE DELLE SCORTE

Si è capito come le scorte siano necessarie al funzionamento dell'azienda ma allo stesso tempo rappresentino degli impieghi finanziari ingenti e dei costi collegati che non possano essere sottovalutati. La gestione delle scorte vuole rispondere essenzialmente a due domande: quando e quanto ordinare. Ovviamente per rispondere alla domanda bisogna fare i conti con parametri che spingono in direzioni diverse e di cui si vuole fare un trade-off, in generale avremo dei parametri fissi che il cui peso diminuisce con il crescere delle quantità ordinate e degli altri variabili il cui peso aumenta proporzionalmente con la quantità da ordinare.

Gli obiettivi sono essenzialmente tre interconnessi tra loro:

- efficacia economica e quindi ridurre i costi legati alla gestione delle scorte.
- efficacia finanziaria cioè avere un numero di scorte che sia sufficiente per il ciclo di lavorazione ma che non sia esageratamente elevato da rappresentare un immobilizzo finanziario che invece potrebbe essere destinato ad altri investimenti.

- efficacia gestionale, garantendo la disponibilità del materiale utili per eseguire i processi aziendali nella giusta quantità, nell'adeguata varietà, rispettando le tempistiche richieste.

Le tecniche di gestione delle scorte si dividono essenzialmente in due tipi di logica gestionale che si differenziano per l'orizzonte temporale a cui si riferiscono:

- Gestione a ricostituzione della scorta anche detta Look Back. È la tipologia più semplice da utilizzare in quanto l'unico parametro da tenere sotto controllo è la quantità presente in magazzino. Qualora questa dovesse scendere sotto un determinato livello essa viene riordinata andando per ripristinare la giacenza originaria, coprendo il bisogno di materiale. I parametri considerati sono i consumi ed i tempi di approvvigionamento passati. L'utilizzo di questa logica di gestione comporta una quantità di scorte piuttosto elevata rispetto a quella ottenibile mediante la gestione a fabbisogno. La logica Look Back viene utilizzato su prodotti a domanda indipendente come prodotti finiti o pezzi di ricambio.
- Gestione a fabbisogno o Look Ahead, in questo caso il materiale viene ordinato in base al fabbisogno futuro basandosi sulle quantità e le tempistiche presenti nei piani di produzione. In questo secondo caso il livello delle scorte è più basso ma la programmazione è molto più complessa. I prodotti gestiti così sono solitamente quelli a domanda dipendente ossia assieme, componenti e materie prime. Il loro fabbisogno è legato ai consumi del prodotto finito che andranno a formare e lo si può ricavare attraverso il Piano Principale di Produzione o Master Production Plan (MPS).

### 2.7.3.1 GESTIONE A RICOSTRUZIONE DELLA SCORTA

Fanno parte di questa tipologia di gestione le tecniche a quantità fissa e quelle a tempo fisso. Per le prime il riordino avviene per quantità fisse non appena il livello delle scorte scende al di sotto di una certa soglia. Per le seconde il riordino avviene invece a periodi prefissati. Per utilizzare queste due tecniche sono necessarie previsioni sull'andamento della domanda, queste sono ottenute a partire da dati storici ed è per questo che queste tecniche vengono chiamate Look Ahead.

#### **Metodo a quantità fissa**

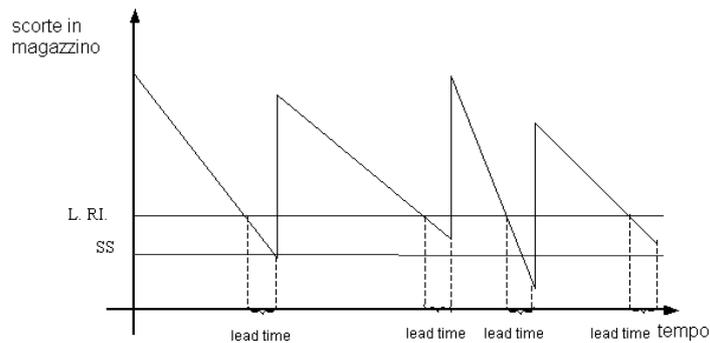
Viene anche chiamato metodo a Punto di Riordino (PR) che è il principale parametro di funzionamento ed è definito come:

$$PR = C_m * LT + SS$$

Dove:

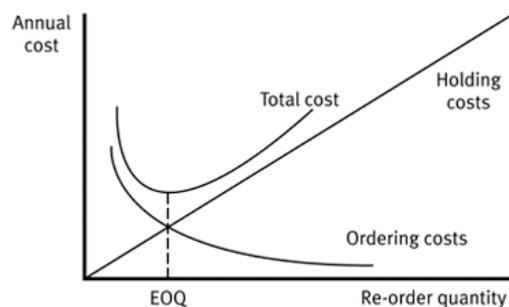
- $C_m$  è il consumo medio nell'unità di tempo considerata
- $LT$  è il lead time espresso nella stessa unità di misura temporale
- $SS$  sono le scorte di sicurezza

L'andamento delle scorte di magazzino nel tempo è rappresentato in Figura 2.20:



**Figura 2.20:** Andamento delle scorte di magazzino gestite con punto di riordino.

Quando viene raggiunto il livello di riordino indicato dalla linea blu, viene lanciato un ordine di ripristino che ovviamente non potrà essere soddisfatto immediatamente. La scorta di magazzino continuerà a scendere per tutto il lead time di fornitura fino all'istante della consegna in cui vi sarà il ripristino della quantità ordinata. La linea rossa rappresenta le scorte di sicurezza. Queste vengono consumate nel caso il lead time sia superiore a quanto previsto. L'inclinazione delle curve indica il consumo [pz/gg], più sono inclinate maggiori sono i consumi. Ora però dovremmo chiederci quanto materiale dobbiamo ordinare. Il Lotto Economico o Economic Order Quantity (EOQ) indica il quantitativo di merce che mi permette di minimizzare i costi totali trovando il giusto trade-off tra costi di ordinazione e costi di mantenimento: come è possibile osservare in figura i costi di giacenza sono considerati proporzionali alla quantità ordinata e crescono con essa; quelli di ordinazione sono ritenuti fissi quindi all'aumentare delle quantità diminuiscono (Figura 2.21).



**Figura 2.21:** Andamento dei costi delle scorte e calcolo dell'EOQ.

Il costo totale è dato dalla formula  $C_{tot} = D \cdot p + Q/2 \cdot p \cdot i + C_0 \cdot D/Q$

Dove:

- D è la domanda di un determinato articolo [pz/anno]
- P è il prezzo [€/pz]
- Q è la quantità ordinata cioè la variabile cercata [pz]
- C<sub>0</sub> è il costo di emissione dell'ordine [€/ordine]
- Q/2 è la giacenza media annuale [pz]
- D/Q rappresenta il numero totale degli ordini.

Derivando una volta otteniamo il lotto economico d'acquisto in formula che corrisponde alla quantità per cui le due curve di costo si toccano ed il costo totale è minimizzato

$$EOQ = \sqrt{\{2 \cdot D \cdot C_0 / (p \cdot i)\}}$$

Dove:

- D è la domanda annua di un certo articolo
- C<sub>0</sub> è il costo di emissione dell'ordine
- p è il prezzo dell'articolo
- i è la percentuale annua del costo di giacenza

Nel caso invece considerassimo un ordine di produzione ci troveremmo concettualmente nella stessa situazione ma dovremmo considerare dei parametri diversi come il costo di setup.

Utilizziamo perciò l'Economic Production Quantity (EPQ) definita dall'equazione:

$$EPQ = \sqrt{\{2 \cdot D \cdot C_s / [(v \cdot i) \cdot (1 - P/D)]\}}$$

Dove:

- C<sub>s</sub> è il costo di setup [€/setup]
- P è il potenziale produttivo [pz/anno]
- v è il valore della produzione [€/pz]

Esiste un'ultima possibilità chiamata Lotto Economico Congiunto o Joint Economic Lot Size (JELS).

In questo caso si considerano sia i costi sostenuti dal produttore che quelli sostenuti dal cliente.

Il risultato è molto simile ai casi precedenti ed è frutto di una semplificazione nelle condizioni iniziali: il costo percentuale delle scorte del produttore e del cliente sono considerati uguali.

$$Q_{jels} = \sqrt{\{2 \cdot D \cdot (C_s + C_0) / [(p \cdot i) + (v \cdot i \cdot P/D)]\}}$$

I modelli appena presentati si basano sulle seguenti ipotesi teoriche:

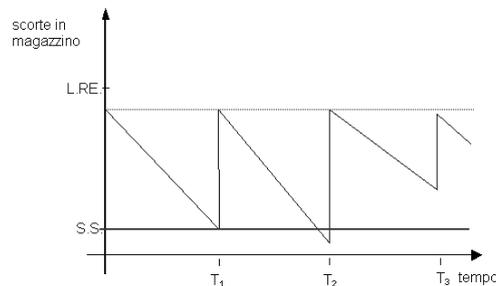
- Domanda prevedibile e costante
- Prezzo d'acquisto o costo di produzione noti, costanti e indipendenti dalle quantità

- Tempo di approvvigionamento o produzione noti e costanti.

L'applicazione su casi reali deve tener conto di queste ipotesi per la comprensione dei risultati ottenuti.

### Metodo a tempo fisso

In tutti quei casi in cui sia necessario ordinare a intervalli temporali ben definiti saremmo costretti ad ordinare a ripristino: in questo caso non è più presente un lotto di riordino che minimizza il costo dell'ordine e quello di mantenimento ma un livello di reintegro a cui ritornare che deve coprire i bisogni futuri nell'intervallo di tempo tra un ordine e il successivo. L'andamento del magazzino è mostrato in Figura 2.22.



**Figura 1.3:** Andamento delle scorte di magazzino in caso di riordino a cadenze prestabilite.

Lungo il periodo il materiale viene consumato più o meno rapidamente, qualora dovesse superare il consumo medio è presente la scorta di sicurezza per proteggere l'azienda dal rischio di stock-out. Alla fine del periodo il materiale viene riordinato nella quantità utile a far ritornare le scorte al livello di reintegro.

Il livello di reintegro (LRE) è espresso dalla formula seguente:

$$LRE = Dmp + SS$$

Dove:

- Dmp è la domanda media prevista nel periodo di tempo intercorrente tra due rifornimenti [Pz / periodo]

La quantità da ordinare (QO) nel periodo t invece è data da:

$$QOt = L.RE. - St$$

Dove

- St è il livello delle scorte presenti a magazzino nel periodo t

I costi totali delle scorte non vengono considerati dalla formula del livello di reintegro ma possono essere calcolati sommando il costo annuale di emissione e di mantenimento.

$$\text{Costo annuale delle scorte} = CO * 365 / T + p * i * (Dmp / 2 + SS)$$

Dove:

- $C0 * 365 / T$  è il costo annuale di emissione [€/ anno]
- $365 / T$  è il numero di ordini emessi in un anno [ordini / anno]
- $T$  rappresenta la durata di un periodo [giorni]
- $p * i * (Dmp / 2 + SS)$  è il costo annuale di mantenimento [€/ anno]

Questa metodologia è probabilmente la più semplice da applicare in quanto necessita di conoscere solo il livello attuale delle scorte, ma non presenta grossi vantaggi dal punto di vista economico poiché la quantità di materiale a scorta è superiore rispetto a tutti gli altri metodi descritti.

### 2.7.3.2 GESTIONE A FABBISOGNO

La gestione delle scorte a fabbisogno è utilizzata 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 Joseph Orlicky. Questo momento rappresenta una svolta 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.

L'MRP utilizza delle tabelle dove:

- ogni colonna rappresenta un periodo temporale
- $\text{fabbisogno netto (t)} = \text{fabbisogno lordo (t)} - \text{giacenza (t-1)} - \text{ordini aperti (t)}$
- $\text{giacenza (t)} = \text{giacenza (t-1)} + \text{ordini aperti (t)} - \text{fabbisogno lordo (t)}$

L' MRP viene usato per calcolare i bisogni degli articoli presenti in distinta base, basandosi sui fabbisogni netti, permette inoltre di programmare la produzione e l'ordine dei componenti necessari nelle scadenze corrette. Questi sistemi risultano piuttosto diffusi grazie alla loro flessibilità che permette di adattarsi facilmente a qualsiasi sistema produttivo. Inoltre consentono di gestire sia l'ambito produttivo che quello finanziario.

La gestione dell'incertezza può avvenire in due modi diversi:

- Lead time di sicurezza (LTS), utilizzato in tutti quei casi in cui esiste incertezza rispetto ai tempi sia per quanto riguarda la domanda di mercato, che per i tempi di fornitura.

- Scorta di sicurezza (SS), quando si ha incertezza rispetto alle quantità della domanda o della fornitura.

Solitamente l'incertezza dei tempi è più legata alla fornitura mentre quella sulle quantità lo è alla domanda quindi in generale per contrastare l'incertezza a monte è utile un LTS per quella a valle si usano le SS. Il principale limite dei sistemi MRP è che considerano la capacità produttiva infinita e quindi c'è il rischio di caricare le macchine con ordini che non verrebbero evasi. Il problema è stato risolto dai cosiddetti MRPII che funzionano a capacità finita. Molti inoltre ritengono che l'MRP non sia in grado di ridurre effettivamente le scorte a causa di un lead time che non può essere calcolato con assoluta precisione: ai tempi necessari alla produzione vera e propria devono aggiungersi anche i tempi di attesa in coda dei materiali, i tempi di movimentazione, le rilavorazioni, i tempi di setup. Il lead time quindi è molto più alto di quello stimato facendo aumentare il Work in Progress (WIP). L'implementazione di un sistema MRP richiede un cospicuo investimento iniziale per il sistema informativo e un impegno continuativo per l'aggiornamento dei dati.

#### 2.7.4 MATRICE ABC INCROCIATA

Nel caso in cui si abbia a che fare con un numero di codici molto elevato la gestione delle scorte aumenta di complessità. Le scorte non possono essere trattate tutte allo stesso modo, vi saranno componenti importanti che richiedono una gestione complessa altri poco rilevanti che richiedono una gestione efficiente ma semplificata. La matrice ABC incrociata anche chiamata Cross Analysis è lo strumento più utilizzato per identificare la tipologia di gestione più adatta per ogni articolo. Si tratta generalmente di una matrice 3X3 (ma può essere anche 4X4 qualora venissero considerati anche prodotti con valore nulli o negativi) nelle cui righe si hanno tre classi di consumo e nelle cui colonne tre classi di giacenza. Questa matrice si fonda sulla legge di Pareto secondo cui la maggior parte degli effetti dipende da un numero limitato di cause. Successivamente questa idea è stata riformulata da J. Juran nella legge (empirica) dell'80/20 secondo cui l'80% degli effetti dipende dal 20% delle cause. I prodotti a magazzino sono dunque divisi in nove categorie ed appartengono contemporaneamente ad una delle tre classi di consumo e ad una delle tre di giacenza:

- A. prodotti che costituiscono l'80% dei consumi
- B. prodotti cui consumi vanno dall'81% al 95% del totale
- C. prodotti che vanno dal 96% al 100% dei consumi
- a. prodotti che costituiscono l'80% delle giacenze

b. prodotti le cui giacenze vanno dall'81% al 95% del totale

c. prodotti che vanno dal 96% al 100% delle giacenze.

In genere vengono utilizzati dati valorizzati al costo del prodotto. Il risultato è mostrato in Tabella 2.2. All'occorrenza è possibile introdurre un'ulteriore classe, la D/d in cui sono presenti tutti i codici con consumi/giacenze nulli/e.

		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

Tabella 2.2: Matrice ABC Incrociata.

Dalla tabella è possibile individuare quali articoli rappresentino le principali fonti di costo e di ricavo. Ogni zona della tabella ha delle caratteristiche diverse e dei metodi gestionali differenti, Gli articoli nella diagonale sono quelli che hanno una gestione adeguata (verdi). Quelli al di sotto della diagonale sono articoli in cui si rischia di andare in rottura di stock (magenta). I codici al di sopra della diagonale invece sono quelli a bassa rotazione (arancio).

I componenti nella zona Aa hanno elevati consumi e generano elevata giacenza, sono gli articoli che potrebbero essere gestiti più attentamente con metodi MRP o Just In Time (JIT), questo però dovrebbe essere deciso attraverso una seconda analisi fatta attraverso la matrice ABC/XYZ.

I materiali nella classe Cc hanno una bassa rilevanza sia sui consumi che sulle giacenze, e vanno gestiti con metodi di riordino semplici come l'ordine periodico o il punto di riordino.

Le zone Ab, Ac, Bc, sono occupate da prodotti con consumi elevati ma con basse giacenze. Teoricamente questa sembra essere l'area di maggior efficienza; occorre però verificare se non vi sia il rischio di ridurre il livello di servizio e quindi non sia il caso di incrementare le giacenze.

Classi Ba, Ca, Cb, sono prodotti che giacciono in magazzino senza essere consumati; in questo caso occorre analizzare se è possibile ridurre il numero delle scorte, anche andando a ridiscutere la grandezza dei lotti o il livello di servizio. Spesso gli articoli che fanno parte di queste classi sono stati sostituiti da nuovi codici; l'unico modo per smaltirli è realizzare promozioni.

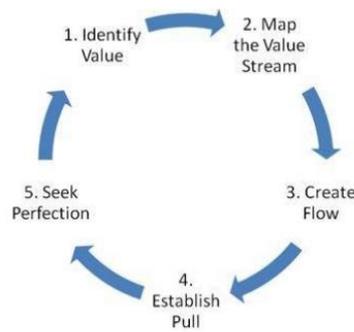
## CAPITOLO III: LOGICA LEAN e MAGAZZINO AUTOMATIZZATO

### 3.1 LEAN PRODUCTION: LE ORIGINI ED I PRINCIPI

Il termine “Lean Production”, in italiano “Produzione Snella” fu coniato da Jonh Krafcik nel suo famoso articolo del 1988 intitolato “Triumph of the Lean Production System”. Il Toyota Production System (TPS), nome con cui viene chiamata la Lean Production dai propri inventori, era nato alla fine degli anni '40 grazie al proprietario dell'azienda Eiji Toyoda ed al capo della produzione Taiichi Ohno. Il Giappone era appena uscito dalla tragedia della seconda guerra mondiale, e la situazione economica era drammatica, non vi erano risorse da investire, la domanda interna era debole e vi erano delle politiche di protezione applicate dagli stati occidentali che di fatto impedivano le esportazioni. Lo standard produttivo di quell'epoca erano le grandi fabbriche americane della Ford e della Chrysler basate sul modello produttivo Taylorista–Fordista di produzione di massa di modelli standard di auto con un'ottica push in cui la strategia aziendale veniva data dall'alto ed era basata sull'imposizione di obiettivi. Questo era il modello adatto alle condizioni americane in cui la domanda di mercato era ancora molto forte ed i costi fissi dei grandi impianti produttivi dovevano essere spalmati su moltissimi prodotti finiti. Toyoda e Ohno si resero conto però che questo modello non avrebbe mai potuto funzionare in Giappone in cui la Toyota Motor Company aveva prodotto complessivamente nei trent'anni di vita, la metà delle auto che aveva realizzato lo stabilimento Ford di Rouge in un solo giorno (Ohno, 1978). Esaminando i macchinari usati dalle grandi aziende americane si resero conto che questi necessitavano di lunghi tempi dei setup e che quindi erano spinti a produrre enormi lotti per poter ammortizzare il costo di fermo macchina. Questi semilavorati a loro volta diventavano scorte cioè capitale immobilizzato e rimanevano inutilizzate per lunghi periodi di tempo. Inoltre, alcune di queste erano difettose e la loro lavorazione o scarto era ulteriore fonte di sprechi. Non potendosi permettere decisero di usare macchinari più piccoli, dotati di sistemi di allarme che permettevano di bloccare istantaneamente la produzione in presenza di difetti e che producevano lotti di più piccole dimensioni. Svilupparono tecniche di attrezzaggio rapido per ridurre i tempi di setup. In questo modo un solo operatore poteva seguire più macchine. Tutto questo permise alla Toyota di avere minor capitale immobilizzato, minor costi di fermo macchina e la possibilità di impiegare manodopera meno specializzata che però fosse allo stesso tempo flessibile cioè che ogni operatore potesse sostituirla o aiutarla un altro. A questi veniva data la responsabilità di fermare tutta la linea di produzione qualora ve ne fosse la necessità, così facendo il personale era molto più coinvolto e motivato a suggerire miglioramenti per il processo

produttivo. Questo miglioramento continuo è diventato uno dei capisaldi del TPS. Non si produce più per realizzare scorte ma l'intero processo ha ora una modalità pull e la produzione nelle sue fasi è letteralmente tirata dalla domanda. Il TPS alla fine risultò vincente, Toyota crebbe fino a diventare la prima casa automobilistica per numero di auto vendute. Dopo l'esperienza positiva in Toyota i concetti della Lean production presero piede non solo nel settore manifatturiero ma in tutti i tipi di organizzazione come gli uffici e gli ospedali.

I principi del Lean Thinking sono 5: Value, Value Stream, Flow, Pull, Perfection e rappresentano i cardini su cui realizzare il processo di trasformazione dal modello in uso al modello Lean (Figura 3.1).



**Figura 3.1:** I cinque principi della Lean Production.

Identify Value: il valore è solo ciò che il cliente è disposto a pagare, tutto il resto è muda (spreco) e deve essere eliminato. Il valore deve dunque essere identificato ponendosi nei panni del cliente chiedendosi quali siano le attività del processo produttivo per cui paga. Successivamente si deve identificare il target cost che, a differenza del di quello tradizionale che deriva dal prezzo che il cliente è disposto a pagare, viene calcolato anche chiedendosi quali costi sono causati da sprechi e quindi possono essere evitati. Per raggiungere questo obiettivo c'è bisogno di un continuo processo di miglioramento che permetta di eliminare anche sprechi che prima non venivano ritenuti tali.

Map the Value Stream: il flusso di tutte quelle attività che creano valore e che permettono di realizzare il prodotto. L'analisi della Value Stream è un'attività fondamentale perché permette di identificare le attività che generano valore e quelle che generano sprechi all'interno di un processo. Questa può essere fatta per tutti i processi sia interni che esterni. Va detto però che non è sempre facile capire se un'attività che ha valore per l'impresa abbia valore anche per il cliente. La Value Stream Map è uno strumento efficace che permette di rappresentare il flusso attuale della produzione di un prodotto distinguendo tra 3 tipi di attività:

- Attività che creano valore.

- Attività che non creano valore necessarie: sono attività che non hanno valore per il cliente ma che non possono essere evitate. Sono dovute a limiti tecnologici e dette anche spreco di tipo 1. Possono essere eliminate solo con innovazioni radicali che derivino da piani di ricerca e sviluppo di lungo periodo.
- Attività che non creano valore: sono attività che non hanno valore né per il cliente, né per l'azienda. In questo caso vi è un cosiddetto spreco di tipo 2. Queste attività saranno eliminate attraverso un processo di miglioramento.

L'identificazione delle diverse attività ha degli indiscutibili vantaggi:

- È il punto di partenza per l'utilizzo delle altre tecniche Lean;
- I processi non vengono più percepiti singolarmente e quindi si può avere una visione globale di dove avverrà il miglioramento;
- Gli sprechi su cui intervenire possono essere ordinati facendo riferimento alle cause che li hanno generati;
- Viene analizzato anche il flusso di informazioni.

Create Flow: Un flusso non sincronizzato interrotto da uno o più buffer genera delle scorte. Queste permettono di continuare a produrre qualora vi fosse un problema nelle lavorazioni a monte. Questo potrebbe sembrare molto positivo ma di fatto impedisce di accorgersi del problema e d'implementare un serio processo di miglioramento della fase critica. Secondo la filosofia snella, quindi, il flusso tra le attività deve essere continuo e senza interruzioni eliminando le barriere organizzative che sono la causa principale dei ritardi. Per garantire ciò è necessario che vi sia una certa elasticità nelle mansioni degli operatori. Si passerà dunque a dei team di lavoro nei quali ognuno è in grado di aiutare e sostituire l'altro.

Establish Pull: l'approccio push che aveva contraddistinto le grandi aziende automobilistiche americane ha il vantaggio di avere del prodotto finito disponibile cosicché l'eventuale domanda può essere immediatamente soddisfatta. Questa modalità produttiva era sicuramente l'ideale nell'America della crescita economica dopo la seconda guerra mondiale in cui la domanda era in continuo aumento e non era particolarmente sofisticata. Col tempo però i mercati si saturarono e la domanda divenne sempre più selettiva. Vi è quindi il rischio di produrre prodotti che non saranno richiesti dal mercato. I Manager Toyota avevano capito già da molto tempo che bisognava produrre con un approccio esattamente opposto, chiamato pull. Questo significa che è il cliente a tirare letteralmente la produzione. Così facendo si produce solo quello che serve quando serve senza il bisogno di previsioni. Per fare questo si usa lo strumento piuttosto semplice, il cartellino Kanban.

Seek perfection: La perfezione è l'obiettivo a cui si vuole tendere attraverso l'applicazione dei principi precedenti. Perfezione intesa come eliminazione totale degli sprechi e sincronizzazione perfetta del flusso. Per farlo è necessario rimettere sempre in discussione il modo di operare per eliminare sempre maggiori sprechi. Questo può avvenire attraverso innovazioni radicali oppure attraverso un flusso continuo di innovazioni incrementali, questo principio è chiamato Kaizen.

### 3.2 LEAN WAREHOUSING

La filosofia Lean ha generato importanti benefici nel settore manifatturiero, rappresentando la chiave del successo per molte organizzazioni. Molte imprese hanno iniziato a implementare queste pratiche e strumenti nei loro impianti di produzione e successivamente hanno fatto lo stesso con le aree e i processi amministrativi. L'applicazione del Lean Thinking ai processi di magazzino viene chiamato Lean Warehousing. È un campo di studio molto recente, per questa ragione non c'è molta letteratura scientifica sull'argomento. Implementando i principi e gli strumenti Lean nel campo della gestione dei centri di distribuzione si ottengono dei benefici sia per il cliente, sia per l'azienda, perché da un lato permettono di ridurre al minimo le attività che non generano valore per il cliente e dall'altro consentono all'azienda di ottenere un vantaggio competitivo attraverso un'efficiente gestione della supply chain. L'applicazione della Lean al magazzino, viene inizialmente considerata controintuitiva, poiché il Just In Time prescrive la riduzione delle scorte e l'eliminazione dei magazzini tra uno step e l'altro del processo produttivo. Questo è uno scenario ideale, dato che nella realtà le variazioni della domanda e l'incertezza del lead time che non sempre può essere determinato con precisione, richiedono l'esistenza di un magazzino per fornire il materiale richiesto dalla produzione o dal cliente finale. In realtà, le metodologie Lean risultano efficaci nel rendere più efficienti i processi di magazzino poiché, essendo più semplici dei processi di produzione, si prestano ad essere migliorati in termini di tempo e di costi. Un magazzino Lean nasce da un progetto che parte dall'adozione dei principi della filosofia Lean poiché la Lean non è un modello da calare dall'alto come uno stampo, ma va applicato a seconda delle caratteristiche dell'azienda, mettendo al centro i valori e non le tecniche. Si deve riuscire a trasmettere alle persone i principi di questa filosofia, per ottenerne la collaborazione attiva ad individuare gli sprechi e raggiungere l'obiettivo di miglioramento continuo.

### 3.2.1 I CINQUE PRINCIPI DELLA LEAN THINKING APPLICATI AL MAGAZZINO

1. Definire il valore per il cliente. I processi di magazzino non aggiungono valore ai prodotti in quanto non effettuano alcuna trasformazione, ma creano valore per il cliente consegnandogli il giusto prodotto nel momento che viene richiesto.

2. Identificare il flusso di valore. Nel mappare il flusso di valore all'interno del magazzino bisogna distinguere le attività a non valore aggiunto ma necessarie dalle attività che non creano valore ma che possono essere eliminate poiché, come si è detto precedentemente, i processi di magazzino sono composti da attività che non aggiungono valore al prodotto. L'obiettivo è di eliminare le attività non necessarie e migliorare quelle che sono necessarie.

3. Fare in modo che il flusso scorra senza interruzioni. Applicare questo principio ai processi di magazzino significa ridurre al minimo le movimentazioni dei materiali, riducendo il numero di volte in cui un prodotto viene toccato al fine di evitare uno dei 7 Muda della filosofia Lean, le fasi inefficienti. Inoltre, per implementare un flusso continuo è necessario ridurre i lead time di consegna dei prodotti da parte del fornitore, poiché questo tempo è direttamente collegato al livello di scorta da tenere in magazzino per fornire al cliente il prodotto nel più breve tempo possibile. Per far fluire in modo continuo i processi di picking, di imballaggio e di spedizione si deve determinare l'ammontare di lavoro richiesto e le risorse disponibili, in modo da distribuirli uniformemente su un arco temporale. Allo scopo di ridurre gli spostamenti inutili del personale e la conseguente perdita di tempo, si devono definire dei percorsi di prelievo ottimizzati, raggruppando il prelievo di prodotti localizzati in posizioni adiacenti sulla scaffalatura.

4. Adottare una logica pull. Il flusso di materiale che si verifica in un magazzino può essere suddiviso in due: il flusso di prodotti che entrano nel magazzino allo scopo di essere stoccati sulle scaffalature e il flusso di prodotti che vengono prelevati dalla scaffalatura all'arrivo di un ordine del cliente per essere successivamente spediti. Se lo si guarda nell'ottica Lean, lo stoccaggio dei prodotti rappresenta un Supermarket, dove i prodotti vengono prelevati all'arrivo di un ordine del cliente e questi prelievi implicano la necessità di un rifornimento di quei prodotti sulla scaffalatura.

5. Perseguire la perfezione. In un magazzino la perfezione può essere identificata nel perfect order, ovvero nell'ordine consegnato senza danni o difetti, puntualmente e nelle quantità corrette.

### 3.2.2 LA LETTERATURA SUL LEAN WAREHOUSING

La letteratura sul Lean Warehousing presenta due aree su cui concentrarsi al fine di migliorare le performance di un magazzino: la progettazione dello stesso e le operazioni svolte al suo interno. In letteratura sono presenti alcuni articoli sulla progettazione di un magazzino in ottica Lean. Tra questi, il lavoro di Dharmapriya e Kulatunga (2011) ha l'obiettivo di ottimizzare il layout del magazzino assegnando, tramite il metodo euristico Simulated Annealing, la locazione ottima per ogni categoria di prodotto da stoccare, al fine di minimizzare le movimentazioni e lo spazio inutilizzato. Lo studio focalizza l'attenzione anche sull'individuazione del percorso più breve per effettuare l'attività di prelievo dei prodotti ordinati dal cliente. Il modello è stato testato su diversi casi di studio e i risultati della simulazione mostrano che una migliore disposizione dei prodotti immagazzinati è vantaggiosa, sia in termini di distanza percorsa che di utilizzo delle risorse.

Lo studio di Shah e Khanzode (2015) sottolinea l'importanza di scegliere attentamente i dispositivi di stoccaggio e di movimentazione durante la progettazione del magazzino, in quanto questa scelta influisce sui costi operativi e sulle prestazioni future del magazzino. Adottare le attrezzature adeguate permette di migliorare le movimentazioni dei materiali e la produttività delle operazioni di magazzino.

Il primo studio, nel quale sono state analizzate le operazioni di magazzino in ottica Lean, è stato quello di Garcia (2004). La ricerca applica la metodologia Value Stream Mapping (VSM) ai processi di magazzino per rendere più efficienti i flussi di materiali e di informazioni.

L'articolo di Gopakumar et al. (2008) combina la metodologia VSM con la simulazione ad eventi discreti per modellizzare il funzionamento di un grande centro di distribuzione alimentare ed individuarne le inefficienze. Gli autori sviluppano un algoritmo per assegnare la baia di scarico che permette di minimizzare la distanza percorsa dalle merci dall'ingresso al posizionamento nel relativo corridoio di destinazione. Il modello di simulazione ha anche permesso di visualizzare i benefici che si ottengono attraverso l'applicazione dei principi Lean al fine di ridurre il tempo senza valore aggiunto nelle operazioni di magazzino.

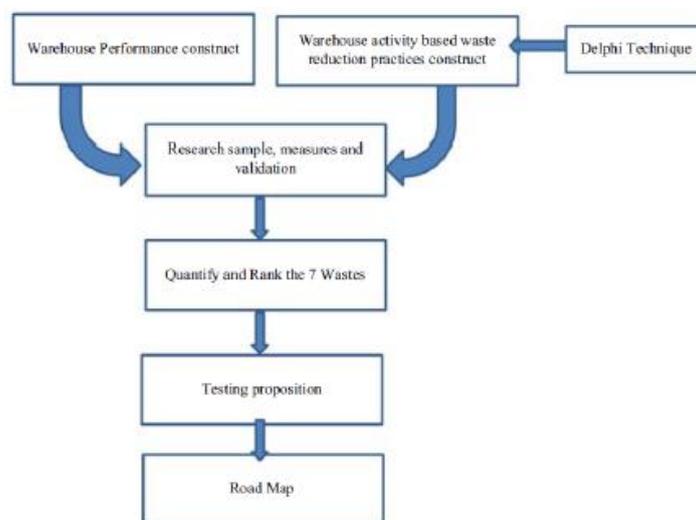
Un ulteriore studio dei processi che si svolgono all'interno di un centro di distribuzione alimentare è stato svolto da Chen et al. (2013), al fine di integrare l'applicazione dei principi Lean con la tecnologia RFID (Radio-Frequency Identification) per migliorare l'efficienza e l'efficacia della gestione del magazzino. I risultati della ricerca dimostrano che la tecnologia RFID consente di ridurre ulteriormente il tempo di svolgimento delle operazioni, ridotto in precedenza grazie all'implementazione delle metodologie Lean.

Alcune ricerche, presenti in letteratura, si focalizzano sull'interazione di diversi strumenti Lean al fine di sviluppare un framework per guidare il lettore verso il miglioramento dei processi di magazzino. Ne è un esempio, un recente studio che riguarda la quantificazione e classificazione dei 7 Muda individuati nei processi di magazzino, realizzato da Salhieh, Altarazi e Abushaikha (2018). Lo scopo dell'articolo è quello di sviluppare una road map che guida l'individuazione dei 7 Muda e l'implementazione di pratiche per ridurre gli sprechi nel contesto di magazzino, al fine di migliorarne le prestazioni.

Secondo gli autori, in letteratura, manca un approccio integrato per valutare il livello di adozione delle pratiche per ridurre gli sprechi e una road map per dare la priorità alle pratiche che dovrebbero essere implementate per prime al fine di migliorare le prestazioni operative del magazzino.

La domanda che si sono posti gli autori dell'articolo è: "Quantificare e classificare i 7 Muda e implementare le relative pratiche di riduzione degli sprechi, ha un impatto positivo e statisticamente significativo sulle performance operative dei magazzini?".

Per rispondere a questa domanda gli autori hanno sviluppato un framework composto da cinque step (Figura 3.2).



**Figura 3.2:** La procedura di ricerca Fonte.

La prima parte utilizza il metodo Delphi allo scopo di stabilire le pratiche più adeguate per ridurre gli sprechi nei processi di magazzino. Il metodo Delphi è una tecnica usata per raccogliere opinioni su un determinato tema da un gruppo di esperti selezionati attraverso dei questionari. Mediante diversi round, durante i quali i partecipanti sono sottoposti a questionari che permettano di confrontare la propria ipotesi con quella del gruppo, si ottiene la convergenza verso un'opinione comune. L'applicazione di questa tecnica ha permesso di ottenere una lista di 33 pratiche da

adottare per eliminare gli sprechi nei processi di magazzino (ricevimento, stoccaggio, picking, spedizione) e un elenco di 18 performance da raggiungere.

Il secondo step consiste nella validazione dei risultati ottenuti nel primo step attraverso un sondaggio a cui hanno partecipato 100 aziende. Ai responsabili di magazzino di queste imprese è stato chiesto di indicare la loro opinione riguardo le pratiche per la riduzione degli sprechi e le performance di magazzino, individuate nello step precedente, attraverso una scala Linker, dove 1 rappresenta “completamente in disaccordo” e 5 rappresenta “completamente d’accordo”.

Il terzo step del modello utilizza la metodologia utilizzata da Dotoli et al. (2015) per quantificare e classificare i 7 Muda. Si realizza una matrice binaria degli sprechi  $M$  che ha per colonne i 7 tipi di spreco e per righe le pratiche individuate nel primo step. Gli elementi  $m_{ij}$  hanno valore:

- 1 quando la  $i$ -esima pratica riguarda il  $j$ -esimo tipo di spreco;
- 0 quando la  $i$ -esima pratica non riguarda il  $j$ -esimo tipo di spreco.

Si calcola così il vettore  $MV$  sommando i valori attribuiti ad ogni pratica nella matrice  $M$ . Successivamente si definisce la matrice di correlazione  $C$  che permette di determinare statisticamente la correlazione tra ogni coppia di pratiche per ridurre gli sprechi e si calcola il vettore  $CV$  sommando i valori attribuiti ad ogni pratica nella matrice  $C$ .

Per determinare l’impatto che ogni pratica per ridurre gli sprechi ha sulle performance definite precedentemente, viene calcolata la matrice delle priorità  $P$  che ha per colonne i 18 indicatori di performance e per righe le 33 pratiche di riduzione degli sprechi. Gli elementi di  $P$  sono calcolati nel seguente modo:

- $p_{ij}=0$  se la  $i$ -esima pratica non ha una significativa correlazione con il  $j$ -esimo indicatore di performance;
- $p_{ij}=1$  se la  $i$ -esima pratica ha una significativa correlazione con il  $j$ -esimo indicatore di performance;
- $p_{ij}=2$  se la  $i$ -esima pratica ha un’elevata correlazione con il  $j$ -esimo indicatore di performance.

In seguito, si calcola il vettore  $PV$  sommando i valori attribuiti ad ogni pratica nella matrice  $P$ .

Infine si determina il vettore d’importanza  $AIV$  sommando i tre vettori precedentemente calcolati.

$$AIV=MV+CV+PV$$

Gli elementi di  $AIV$  quantificano l’importanza di ogni pratica per ridurre gli sprechi in magazzino; più il valore è alto, maggiore è la necessità di implementare la relativa pratica per ottenere un magazzino con delle buone performance.

Il quarto step del modello presenta l'analisi di regressione dell'ipotesi dello studio (H0: le pratiche di riduzione degli sprechi quantificate e classificate secondo i 7 Muda non impattano significativamente sulle performance operative dei magazzini). L'ultimo step definisce una road map, cioè un piano strategico che descrive i passaggi che un'organizzazione deve intraprendere per ottenere i risultati e gli obiettivi prefissati. La road map risultate dallo studio indica in ordine di priorità le pratiche da attuare per migliorare le prestazioni del magazzino, suddivise in base al processo in cui devono essere applicate.

L'articolo di Dotoli, Epicoco, Falagario e Costantino (2013) propone un approccio integrato di Lean Warehousing per progettare o riorganizzare un magazzino di produzione. Per descrivere al meglio la metodologia sviluppata, l'articolo ne presenta l'applicazione al magazzino di un'azienda italiana. L'approccio seguito è il seguente. Inizialmente si analizzano i processi di logistica interna del caso di studio attraverso la realizzazione di un UML Activity Diagram. Successivamente, per avere una visione completa di tutti i processi che avvengono all'interno del magazzino, viene introdotta la Value Stream Mapping (VSM) che, come detto precedentemente, permette di analizzare il flusso dei materiali e delle informazioni al fine di individuare gli sprechi in termini di tempo e costi e le loro cause. Dopo aver analizzato dettagliatamente i processi in esame attraverso le tecniche UML e VSM, si deve applicare la tecnica Gemba Shikumi per individuare gli sprechi e valutare le possibili soluzioni. Gemba è un termine giapponese e significa posto di lavoro; bisogna andare sul posto di lavoro dove si verificano i problemi per comprenderne la natura e le cause. Per ogni spreco individuato viene applicata la stessa metodologia utilizzata nella ricerca descritta precedentemente di Salhieh, Altarazi e Abushaikha (2018) al fine di quantificare e classificare gli sprechi individuati e determinarne la priorità in modo da intervenire per ridurre per primi gli sprechi che impattano maggiormente sulle performance del magazzino. Infine il magazzino viene riprogettato attraverso la realizzazione di una Future State Map, ossia la rappresentazione di come sarà il flusso dei materiali e delle informazioni dopo aver eliminato le problematiche riscontrate. La riprogettazione delle operazioni di magazzino viene descritta dettagliatamente anche tramite la tecnica UML. L'approccio è iterativo allo scopo di garantire un miglioramento continuo, in linea con la filosofia Lean.

Alcuni articoli, presenti in letteratura, cercano di fornire metodi per misurare il livello di implementazione dei principi Lean in un magazzino al fine di determinare come il Lean Warehousing possa migliorare le performance del magazzino.

L'articolo di Buonamico, Muller e Camargo (2017) propone uno strumento di misurazione e degli indicatori di performance per determinare gli obiettivi di implementazione delle tecniche Lean ad

un magazzino e stabilire quanto queste risultano efficaci. L'indicatore di performance sviluppato, che è stato chiamato Warehouse's Global Leanness (WGL), misura il grado di implementazione delle pratiche Lean al magazzino ed è calcolato come media aritmetica dei sette maggiori indicatori di un'efficace applicazione del Lean Warehousing: Just in time, waste elimination, zero defects, lean tools application, cross functional teams, continuous improvement, supplier management. Ognuno di questi sette è, a sua volta, calcolato come media aritmetica dei suoi principali indicatori di successo. Gli autori hanno sviluppato questo strumento di misurazione delle performance di un magazzino Lean, poiché sostengono che l'applicazione delle tradizionali metriche Lean non misurano correttamente i processi di magazzino, in quanto si differenziano dai processi produttivi.

### 3.3 MAGAZZINO AUTOMATICO

I magazzini automatizzati rappresentano l'evoluzione di quelli tradizionali in un'ottica di automazione del processo di produzione, quindi di integrazione con linee produttive a elevato grado di automazione. Un magazzino automatico è formato da corridoi su ognuno dei quali affacciano due scaffalature; ogni corridoio è servito da uno e un solo trasloelevatore.

Un trasloelevatore è una macchina per il prelievo e il deposito, che non necessita di operatori a bordo, caratterizzata dalla possibilità di muoversi solitamente lungo la direzione orizzontale e verticale. È sostanzialmente costituito da un telaio mobile scorrevole lungo una colonna verticale la quale può traslare lungo il corridoio essendo fissata a una trave inferiore poggiante su ruote che scorrono su una rotaia ancorata al pavimento. Il telaio mobile, o piattaforma, è dotato, nel caso più semplice, di una coppia di forche retrattili per il prelievo e il deposito di UdC. La piattaforma può compiere contemporaneamente due movimenti, uno orizzontale e uno verticale, ai quali consegue un moto composto lungo un tragitto inclinato rispetto ai due movimenti di base. Ciò permette al trasloelevatore di effettuare percorsi di lunghezza minima negli spostamenti tra due qualsiasi posizioni del corridoio. L'indirizzamento lungo gli assi x e y è ottenuto tramite gli encoder, dispositivi particolarmente precisi posti rispettivamente sulla trave di base e sul telaio mobile. Oltre ai movimenti orizzontali e verticali, è da tenere presente il movimento trasversale lungo l'asse z delle forche telescopiche per introdurre il carico trasportato nello scaffale o prelevarlo. Mentre i movimenti lungo x e y possono aver luogo contemporaneamente, quello sull'asse z avviene solo a macchina ferma e correttamente

posizionata rispetto al vano dello scaffale o al punto di scarico/prelievo delle UdC in corrispondenza delle testate degli scaffali.

### 3.3.1 PREGI E DIFETTI

I magazzini automatici nel mondo della logistica, da sempre, sono soluzioni molto efficaci ma altrettanto poco flessibili. È conveniente, infatti, investire in un magazzino automatico unicamente quando l'azienda supera una certa soglia di volumi movimentati. Oggi i magazzini automatici sono più flessibili rispetto al passato, con l'innovazione è sempre più possibile adattare la macchina alle esigenze del cliente, è aumentata l'offerta delle attrezzature prendi-carico e delle attrezzature in generale. Parlando del concetto di flessibilità in senso lato, si può affermare che la stessa aumenta avendo a disposizione un maggior numero di attrezzature e di modelli che rispondono a molte più esigenze. Se affrontiamo poi la circostanza del calo dei costi di un magazzino automatico, notiamo la possibilità di applicare automazione anche in aziende più piccole. Inoltre, anche i software hanno aiutato molto i magazzini che sono divenuti molto meno rigidi di una volta, e possono adattare regimi organizzativi più complessi. Un'azienda per fare sì che l'investimento in un magazzino automatico abbia un ritorno congruo, e in tempi accettabili deve avere dei requisiti specifici, i parametri principali per definire questo aspetto riguardano per prima cosa i turni di lavoro, e quindi il massimo delle macchine, di conseguenza flussi con parametri costanti come le ore di lavoro. Un altro importante parametro è definito dall'altezza a disposizione all'interno del magazzino stesso, perché è possibile arrivare ad altezze a cui l'automazione manuale non può arrivare. ottimizzazione degli spazi, dei tempi e delle risorse quindi migliore operatività. La concorrenza sempre più agguerrita sugli odierni mercati globalizzati rende la logistica aziendale interna un fattore di successo decisivo per l'azienda stessa, dal momento che essa rappresenta l'interfaccia tra l'impresa e i mercati ed è in grado di influire direttamente sul servizio clienti, una delle caratteristiche più importanti. Le ottimizzazioni in questo settore sono indispensabili per incrementare l'efficienza e abbassare i costi sul mercato. Soluzioni di logistica intelligenti per accelerare notevolmente i flussi di merce, aumentare la disponibilità al momento giusto e al tempo stesso contenere i costi.

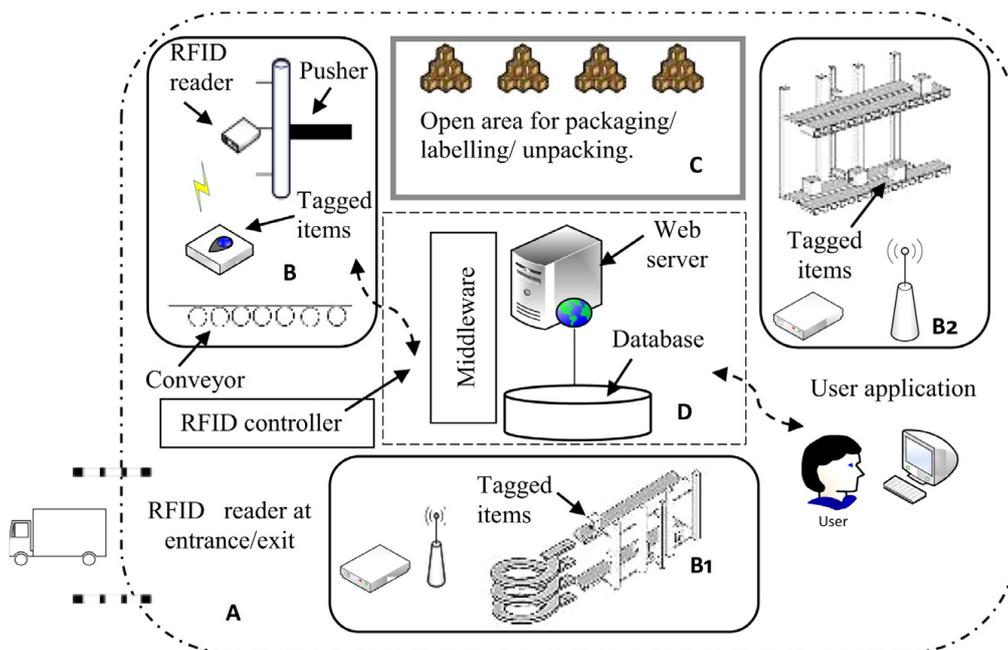
### 3.3.2 CONTROLLO DELLE GIACENZE IN REAL TIME: RFID

Nei settori della catena di approvvigionamento e della logistica, l'accuratezza dei dati di inventario può essere cruciale per le operazioni di magazzino, pianificazione SKU e gestione e controllo dell'inventario delle merci in entrata e in uscita. Negli ultimi dieci anni si è assistito a un forte

aumento delle attività di shopping online. Molti clienti ora preferiscono acquistare merci online e richiedono una consegna rapida dei prodotti ordinati da spedire direttamente ai loro gradini. Pertanto, si desidera che questi settori cerchino metodi ancora più efficienti ed efficaci per lo stoccaggio, la raccolta e la spedizione di merci in centri di distribuzione sempre più centralizzati in cui l'automazione e l'integrazione dei sistemi di deposito sono inevitabili.

Un sistema di deposito automatizzato tradizionale si riferisce spesso alle applicazioni di moduli automatici di stoccaggio e recupero, apparecchiature di sollevamento e sistemi di trasporto per impilare, prelevare e trasportare gli articoli in entrata o in uscita di un centro di distribuzione. Queste strutture sono utilizzate per ovviare ad alcuni svantaggi dei magazzini a funzionamento manuale che spesso portano a un'alta frequenza di errori umani, a un consistente aumento dei costi di manodopera e a una scarsa efficienza delle operazioni di movimentazione dei materiali. Negli ultimi anni, è stato visto un numero esponenzialmente crescente di clienti a cui piace ordinare prodotti online e si aspettano che una consegna rapida della merce ordinata venga spedita direttamente ai loro gradini. A causa di questo tipo di abitudine, molti negozi (o magazzini) tradizionali non sono più adatti a soddisfare una tale richiesta dei clienti dello shopping online. Uno studio di revisione della letteratura mostra che i futuri magazzini di generazione possono essere progettati e implementati come centri di distribuzione più centralizzati che sostituiscono in parte i negozi convenzionali o magazzini di manufatti, fornitori e rivenditori in filiera e settori logistici. Ciò richiede una nuova progettazione di un meccanismo economico di sistemi di stoccaggio e recupero come elemento chiave dei centri di distribuzione per lo smistamento, lo stoccaggio, la raccolta e la spedizione di merci. L'implementazione e l'integrazione di tecnologie IT in rapida crescita hanno dimostrato grandi opportunità di miglioramento di un magazzino in termini di un controllo più rigoroso delle scorte, tempi di risposta più brevi e una maggiore varietà di SKU (unità di conservazione delle scorte). Queste funzionalità possono essere potenziate utilizzando etichette intelligenti come tag di identificazione in radiofrequenza (RFID), sensori di identificazione automatica (Auto-ID), reti di comunicazione wireless e sistemi di gestione del magazzino interno (iWMS). Le applicazioni di tecniche o sistemi relativi all'RFID sono diventate sempre più popolari soprattutto nei settori della logistica e della catena di approvvigionamento. La Figura 3.3 illustra i componenti chiave del sistema di gestione basato su RFID in un magazzino. Il cancello dell'entrata/uscita del magazzino, è dotato di un lettore RFID (mostrato in A) che raccoglie i dati di informazione RFID delle merci contrassegnate con RFID per ciascun camion in entrata o in uscita che attraversa il cancello. Dopo il processo di scarico e disimballaggio delle merci (se applicabile), ciascun articolo sarà contenuto in una borsa che entra in un trasportatore

di stoccaggio, vale a dire un rack di stoccaggio (mostrato in B1). Quando è richiesto un articolo specifico, può essere trasferito automaticamente da un rack di stoccaggio su un trasportatore di uscita (mostrato in B2) da un dispositivo di spinta (mostrato in B). Ogni pusher contiene anche un lettore RFID con la propria antenna che riceve i segnali wireless inviati da ciascun elemento con tag RFID in un rack di archiviazione. La raccolta di dati di inventario da parte del lettore viene aggiornata istantaneamente in un sistema di gestione del magazzino attraverso un controller che trasmette i dati raccolti tramite un middleware (mostrato in D). Il middleware è il livello di traduzione del software tra un lettore RFID e il sistema di gestione del magazzino. Il database del sistema di gestione del magazzino contiene record che includono dati di identificazione, disponibilità e altre informazioni definite dall'utilizzatore di ciascun articolo archiviato nel magazzino. Una volta ordinato un articolo in negozio, il sistema di gestione dell'inventario basato su RFID ha la capacità di eseguire un controllo automatico dei dati informativi dell'articolo nel database.

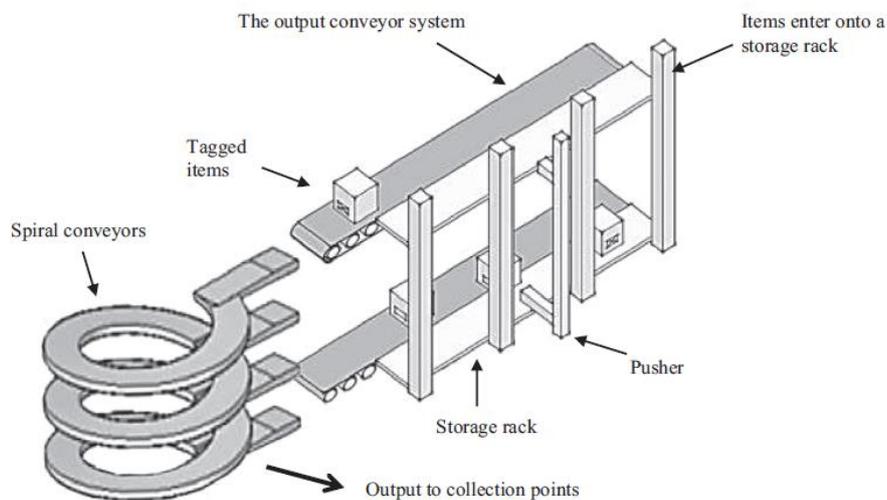


A. RFID reader. B. Storage area. C. Open area for packaging/labelling/unpacking. D. Data center.

**Figura 3.3:** Componenti chiave di un sistema di gestione del magazzino basato su RFID.

Una volta che l'articolo ordinato è identificato dal sistema di gestione dell'inventario basato su RFID, uno spintore viene attivato da un PLC (controllore logico programmabile) per spingere l'articolo selezionato in una tote su un trasportatore di uscita. L'articolo verrà quindi trasportato dal trasportatore di uscita e viaggerà lungo un percorso guidato da RFID verso una destinazione specificata (cioè un punto di raccolta) per l'imballaggio (mostrato in C). Il database dell'inventario del magazzino basato su RFID verrà quindi aggiornato non appena l'articolo ordinato viene

spostato dal centro di distribuzione in un camion che passa attraverso il cancello di entrata/ uscita del magazzino. L'intero processo viene eseguito automaticamente senza alcun intervento umano oltre alle operazioni di disimballaggio, etichettatura e imballaggio nel magazzino. La Figura 3.4 illustra un rack di archiviazione e recupero automatizzato (AS/RR) come uno dei componenti principali del proposto sistema di magazzino automatizzato basato su RFID. Il modulo è progettato come elemento standardizzato per la produzione e l'assemblaggio, sebbene ogni modulo possa essere di dimensioni e matrici diverse in un modulo che può essere configurato facilmente in molti modi diversi, ovvero la capacità di un magazzino è regolabile. Il modulo è composto da due tipi di trasportatori motorizzati allineati uno accanto all'altro; questi sono nastri trasportatori di input (rack di stoccaggio) e nastri di output. Il funzionamento di entrambi i sistemi di trasporto è controllato da un PLC che comunica con i sensori montati tramite una rete locale (LAN). All'interno del sistema di gestione dell'inventario RFID, una SKU scelta può essere rilasciata dal sistema meccanico di AS / RR in base a una serie di politiche o regole di assegnazione. Questi includono, ad esempio, la regola di essere il più vicino a un punto di raccolta e/o uno spintore che è libero o adiacente allo SKU scelto e così via, che sono spiegati in un'altra sezione di seguito. Nel magazzino, una volta che un articolo è attaccato con un tag RFID, può essere monitorato e manipolato dal sistema di gestione dell'inventario basato su RFID.



**Figura 3.4:** Struttura del sistema automatizzato di archiviazione e recupero.

Un tag RFID ha un'identificazione univoca e altre informazioni definite dall'utente in associazione con uno stato di ciascun elemento. È composto da due componenti principali che sono un'antenna e un chip per computer. Il chip del computer memorizza i dati e l'antenna consente la comunicazione dei dati tra un tag RFID e un lettore RFID attraverso una trasmissione del segnale senza fili. Un tipico lettore RFID è un ricetrasmittitore radio basato su microcontrollore che

alimenta un tag RFID utilizzando il campo elettromagnetico (EMF) variabile nel tempo generato da un'antenna RFID. Due tipi di tag RFID (attivi e passivi) possono essere utilizzati in base a un intervallo di prestazioni di lettura RFID in una posizione di un AS/RR. I dati delle informazioni RFID raccolti da un lettore RFID possono essere trasferiti su un database PC host per l'elaborazione e la memorizzazione dei dati (come illustrato nella figura 1). Usando i tag RFID, una SKU può essere distribuita casualmente in qualsiasi posizione di un AS/ R ovunque sia disponibile un posto per le merci in arrivo, come illustrato nella Figura 3.4. Pertanto, una SKU può anche essere spedita in modo casuale in varie posizioni per merci in uscita nel magazzino. Ciò facilita notevolmente le operazioni di stoccaggio, recupero e rifornimento e migliora la capacità, la flessibilità e la reattività di il sistema di deposito per immagazzinare e spedire un articolo in/da un AS/RR.

## CAPITOLO IV: CASO F.lli GUZZINI S.p.A

Fratelli Guzzini S.p.A. è un'azienda italiana produttrice di articoli di design per la tavola, la cucina e l'arredo in materiale plastico pregiato, fondata da Enrico Guzzini a Recanati nel 1912. Con lo sviluppo dell'industria, la Guzzini, passata nel frattempo in mano ai figli di Enrico, comincia a sperimentare l'uso di nuove materie plastiche tra cui il plexiglas e alcuni polimeri ricavati dai materiali di scarto dell'industria bellica. Infine, con lo sviluppo e la ricerca sui materiali acrilici, si è affermata definitivamente come uno dei leader mondiali del kitchen design, capace come pochi altri di dare qualità al quotidiano.

### 4.1 LA STORIA

La storia di Fratelli Guzzini inizia tra il 1911 e il 1912, quando Enrico Guzzini, al rientro da un viaggio in Argentina, inizia a produrre articoli in corno di bue come tabacchiere, pettini, calzascarpe e posate da insalata.

Figlio di un mezzadro della famiglia Leopardi, nel 1906 Enrico Guzzini era emigrato in Argentina per ricongiungersi al fratello Giuseppe, partito pochi mesi prima in seguito al fallimento del suo laboratorio per la fabbricazione di pipe in radica. A Buenos Aires Guzzini ritrova anche il figlio primogenito Ubaldo, da lui stesso affidato a Giuseppe perché impari, nella bottega che questi apre Oltreoceano, l'arte della lavorazione del corno, materia prima largamente impiegata a Recanati sin dalla prima metà dell'Ottocento per la produzione dei pettini.

Tornato a Recanati nel maggio 1911, nel 1912 Enrico decide di avviare un laboratorio per la fabbricazione di articoli per fumatori. Costruisce da sé alcuni degli attrezzi di lavoro, altri li riceve da un amico, produttore di pettini, che gli fornisce anche i primi pezzi di corno. In questa fase Guzzini non dispone di una rete distributiva, e tantomeno possiede le competenze per allestirne una; affida dunque la commercializzazione dei suoi prodotti a una ditta locale, quella dei fratelli Capodaglio, che si occupa principalmente della fabbricazione e dello smercio di pettini.

Fino al primo dopoguerra il laboratorio conserva un'organizzazione artigianale e i prodotti si allineano ai più tradizionali articoli in corno per fumatori prodotti nella regione. I primi elementi di novità si osservano intorno alla metà degli anni venti e coincidono con l'ingresso in azienda di Pierino Guzzini. Il secondogenito, aveva abbandonato la giovanile vocazione religiosa e, al termine del primo conflitto mondiale, aveva lavorato fra l'altro presso l'opificio di un cugino, fabbricante di pipe, da cui aveva mutuato l'idea di impiegare il corno per costruire non solo tabacchiere, ma anche calzascarpe e posate per insalata. Enrico Guzzini si lascia convincere dal figlio Pierino ad

ampliare la gamma dei prodotti e a utilizzare 3.000 lire attinte ai risparmi di famiglia – in linea con la prassi dell'autofinanziamento che fra XIX e XX secolo presiede alle iniziative imprenditoriali della Terza Italia – nell'acquisto di nuove macchine. In breve tempo, mentre la giornata di lavoro si riduce da 12 a 8 ore, il volume della produzione triplica.

Nel 1929 i Guzzini assumono il loro primo agente di commercio, un rappresentante bolognese che nel volgere di poche settimane fa giungere numerosi ordini provenienti dall'Italia centro-settentrionale. Il brusco calo della domanda avvertito durante la grande depressione degli anni trenta sollecita la ditta recanatese a un'ulteriore diversificazione produttiva, cui si accompagna l'inedito impiego di un materiale economico ottenuto con i sottoprodotti del latte, che permette di contenere i costi e dunque di moderare i prezzi di vendita delle posate. Nello stesso periodo l'imprenditore affida definitivamente la ditta – giunta a contare una ventina di addetti – ai figli Pierino e Mariano, che spostano la sede produttiva in uno stabilimento più ampio e ne modificano la ragione sociale prima in P.M. Guzzini, poi (con l'ingresso, nel 1938, del fratello Silvio) in P.M.S. Guzzini, e infine, nel 1940, in Fratelli Guzzini.

L'adozione del metacrilato detto plexiglas, intrapresa già alla vigilia della seconda guerra mondiale nel 1938 e rinnovata nella fase postbellica, segna il definitivo decollo dell'impresa. Viene applicata la tecnica dello stampaggio ad aria compressa. L'azienda dà inizio alla lavorazione in serie di oggetti di varie tipologie, come mestoli, tazze, tazzine, formaggiere, insalatiere. Di quel periodo sono la tazza e il piatto decorati con i primi soggetti della Walt Disney.

Nel 1953 l'azienda acquisisce la tecnologia per la produzione delle lastre colate e dal monocolori si passa al bicolore. È proprio nei primi anni cinquanta che Giovanni e Raimondo Guzzini creano l'attuale serie Vintage.

Nel 1958 l'azienda deposita il brevetto internazionale denominato Doppiato. Nel corso degli anni cinquanta viene introdotta una piccola pressa ad iniezione per rispondere al fabbisogno di oggetti come bicchieri e cucchiaini da bibita, difficilmente riproducibili in lastra.

Le presse ad iniezione automatizzate degli anni sessanta consentono lo stampaggio dei granuli termoplastici, tecnologia che porta la Guzzini ad abbandonare gradualmente una cultura semiartigianale per la produzione seriale su vasta scala.

## 4.2 INNOVAZIONE

La F.lli Guzzini S.p.A di Recanati, eccellenza italiana famosa in tutto il mondo per i prodotti e per la casa e la cucina, ha condotto negli ultimi anni un lungo progetto di rinnovamento dei processi aziendali, dal quale ha ottenuto dei risultati più che positivi. Tale percorso ha avuto inizio nel

2004, con l'introduzione dei concetti di lean management nei reparti di produzione, per arrivare nel 2008 agli interventi in sede di logistica e supply chain management. Questi ultimi sono stati più importanti e incisivi, dato che hanno portato ad una completa unificazione dei flussi a livello informatico e alla possibilità di gestire, con un unico sistema, non solo tutti i materiali che vengono movimentati all'interno dell'azienda (materie prime, semilavorati, prodotti finiti, macchinari di produzione come stampe e presse), ma anche i diversi processi della gestione logistica: dallo stoccaggio del magazzino automatico, fino al picking di magazzino con il sistema vocale.

Per la gestione del materiale dalle materie prime, ai semilavorati, fino ai prodotti finiti con relative operazioni di picking, è stato scelto il software Intellimag di Infolog. Gli altri contributi principali dal punto di vista della tecnologia sono stati quelli forniti da Id-Solutions Group, in veste di integratore e fornitore dei terminali di raccolta dati LXE di Honeywell, e di Itworks con vo-CE, il software vocale vero e proprio che si trova a bordo dei terminali e che si integra direttamente con il WMS di Infolog.

Oggi, la supply chain di F.lli Guzzini è costantemente tracciata, poiché l'obiettivo principale è di avere tutto il flusso logistico integrato in unico sistema in grado di coprire tutti gli aspetti della logistica, avendo sotto controllo tutti i materiali.

Per quanto riguarda la capacità del magazzino prodotti finiti, sono state introdotte delle procedure che ne consentono una completa gestione ABC, comprendendo tutti i tipi di postazione (magazzino automatico e magazzino tradizionale). Invece, per intervenire sulla velocità e sull'efficienza in sede di picking si è scelto di ricorrere ad un sistema vocale, in modo tale da ottenere in questa sede il recupero di efficienza tipicamente legato a questi sistemi. Il sistema vocale è stato installato a gennaio 2012 e già dai primi mesi di operatività è stato in grado di produrre un recupero di efficienza del 10% e un miglioramento generale, anche se meno facilmente quantificabile, della qualità e dell'ergonomia delle operazioni.

#### 4.3 SOFTWARE INTELLIMAG – INFOLOG

La realtà di un magazzino è fatta di situazioni che evolvono continuamente. La necessità di precisione e di tempi di reazione immediati sono una costante vitale per dare risposte tempestive ai clienti, alle nuove sfide imposte dal mercato e al contenimento dei costi.

Intellimag è perfettamente in grado di procedere a questa velocità poiché si adatta senza compromessi alle specifiche esigenze di business delle aziende e la sua architettura, robusta ma versatile e scalabile, è aperta a tutti i tipi di integrazione.

Con l'implementazione di questo software è possibile semplificare l'organizzazione del lavoro, ottimizzare i flussi logistici di ogni azienda indipendentemente dalla sua dimensione, applicare tutte le migliori strategie per la gestione efficiente della logistica di magazzino delle aziende manifatturiere, di distribuzione, di servizi.

Con la sua architettura Web 2.0 Intelligimag è completamente libero da vincoli di qualsiasi tipo, risulta agile, intelligente e innovativo, una soluzione che ha davvero performance e usabilità senza limiti: totale indipendenza da piattaforme, database, server e network.

L'architettura tecnologica SOA, multi-tier, multi-piattaforma e WEB 2.0 consente il suo utilizzo in piena efficienza via internet da un unico server centrale, nel datacenter aziendale o in strutture di terze parti.

#### 4.3.1 CARATTERISTICHE DI UN WMS 4.0

È fondamentale essere a conoscenza degli elementi che permettono di distinguere un software 4.0 da tecnologie software tradizionali superate, web incluso.

Nelle seguenti pagine vengono illustrate le caratteristiche che un WMS 4.0 deve possedere per poter essere definito tale ed inserito nell'era dell'evoluzione tecnologica.

##### **Caratteristiche applicative**

Un WMS di classe applicativa enterprise deve possedere una serie di caratteristiche funzionali che gli consentano di garantire la flessibilità e copertura necessaria a chiunque decida di applicarlo sia a livello della singola impresa, che di gruppo o centralizzato.

Un WMS così strutturato, per definirsi tale, dovrà essere:

- **MULTILINGUA**

Il Sistema WMS deve essere multilingua, già tradotto di base in lingua Italiana e Inglese, con possibilità di aggiungere nuove traduzioni. L'architettura multilingua deve supportare il formato UTF8 per gestire tutti i linguaggi, compresi gli ideogrammi ed il cirillico. La presenza di questo requisito, è vincolante per qualsiasi disegno di integrazione operativa fuori dai confini nazionali.

- **MULTISTABILIMENTO**

Attraverso il concetto di dislocazione operativa, deve essere possibile strutturare Entità Legali o Siti produttivi, indipendentemente dalla struttura fisica degli stessi. Ogni stabilimento deve poter essere profilato in modo indipendente ed avere delle policy di

accesso sezionali in modo che gli utenti di uno stabilimento vedano esclusivamente i propri dati e possano agire solo sul proprio stabilimento.

Le nascenti normative GDPR, rendono questo requisito necessario non solo a livello operativo, ma anche normativo a livello di privacy e sicurezza.

- MULTI-ERP

Tutte le aziende ormai conoscono le difficoltà e complessità del cambio di un ERP aziendale o di gruppo, ci vogliono spesso anni. La logistica deve invece muoversi velocemente ed adattarsi ancora più velocemente ai cambiamenti imposti, per restare competitiva. Un WMS 4.0 deve quindi potere essere centralizzato, gestire più stabilimenti di diverse aziende e deve essere collegabile a diversi ERP tecnologicamente eterogenei, nello stesso momento.

- MULTIAZIENDA / MULTICOMMITTENTE

Il sistema deve supportare architetture Multiaziendali centralizzate o dipartimentali, differenziando le impostazioni di configurazione per ogni singola azienda. Le società di outsourcing logistico 3PL (3rd Part Logistics) devono potere strutturare il WMS per gestire prodotti e processi da diversi committenti, condividendo gli stessi spazi logistici di magazzino. Le Aziende 4.0 dovranno far fronte a nuovi flussi logistici misti, integrando la propria logistica interna a quella esterna di distribuzione finale.

- MULTIMAGAZZINO

Questo tipo di gestione deve permettere una strutturazione fisica dei magazzini aziendali e l'amministrazione delle relazioni fra di essi. La strutturazione logica dei magazzini dell'ERP deve poter essere diversa dalla struttura fisica del WMS, mantenendo comunque una mappatura di corrispondenza.

- MULTIBRAND

La differenziazione dei Brand e delle Linee di Prodotto deve essere strutturabile a livello anagrafico. Le funzioni statistiche che devono essere abilitate alla costruzione Report, Indicatori grafici e KPI, devono essere sezionabili a livello di brand.

- MULTIUBICAZIONE

Un articolo deve potere essere giacente in diverse ubicazioni ed ogni ubicazione deve potere essere mono o multi referenza. Le ubicazioni devono potere essere gestite in modo statico (articoli in posizioni preassegnate) o dinamico, definendone le caratteristiche, dimensioni e formatura (peso, cubatura, dimensioni e attributi). Attraverso la gestione delle Udc (Unità di Carico) / Uds (Unità di Spedizione) / Udm

(Unità di Movimentazione) deve essere possibile gestire specifiche combinazioni di utilizzo ottimale degli spazi.

### **Caratteristiche tecnologiche**

Caratteristiche tecnologiche avanzate consentono al WMS 4.0 di adattarsi ad impianti di piccole, medie e grandi dimensioni, rendendolo scalabile e modulabile.

I requisiti che contraddistinguono un software di questa categoria sono:

- **MULTIPIATTAFORMA E WEB 2.0**

Un Sistema WMS scritto in linguaggio JAVA e può essere eseguito su qualsiasi piattaforma Server, Sistema operativo o Database (proprietario o open source).

L'architettura Web 2.0 prevede l'utilizzo diretto del software WMS via internet, tramite un browser specifico fornito all'interno della applicazione. Solo alcuni WMS di classe enterprise soddisfano questo prerequisito, indispensabile per aziende con un elevato numero di utenti.

- **MULTI-TIER**

Le componenti software (Server, Middleware, Database) devono essere indipendenti, per supportare architetture dipartimentali, centralizzate o miste, adattandosi alle policy dei gruppi aziendali distribuiti a livello geografico. L'architettura delle applicazioni Multi-tier (multi strato, letteralmente) fornisce un modello per creare vantaggiosamente un'applicazione flessibile e riutilizzabile ovvero scalabile. Con la separazione di un'applicazione in livelli, per modificare o aggiungere funzionalità, è possibile modificare solo uno specifico livello, garantendo dunque una maggiore semplicità di implementazione e manutenibilità.

- **CLOUD ENABLE**

Le applicazioni 4.0 devono essere nativamente abilitate all'utilizzo in Cloud (aziendale o privato), per supportare le esigenze di fruibilità completa via internet, senza necessità di alcuno strato software aggiuntivo. La possibilità del WMS di operare con sistemi operativi aperti (es. Linux) e database aperti (es. Postgres) permette una maggiore scalabilità, e forte riduzione dei costi di licensing.

- **SCALABILITÀ**

Il numero di utenti (device, mobile e pc) e passivi (interfacce, sensori) deve potere prevedere elevate crescite dimensionali, utilizzando una architettura software aperta e scalabile da 1 a più di 1000 utenti per Sistema.

- **SICUREZZA**

L'architettura software deve prevedere la modalità di funzionamento "Https" nativa, deve cioè garantire che il dato venga trattato in modo certificato e assoggettato ad un certificato pubblico o privato di sicurezza. Se il sistema permette una connessione dati diretta via internet, in sicurezza Https, permetterà adeguati livelli di performance anche in installazioni geograficamente distribuite.

- **ASINCRONIA**

Le procedure software WMS devono potere funzionare in modo asincrono rispetto alla integrazione con sistemi esterni (Erp, Automazioni, ecc.) tramite interfacce con buffer dati (o webservices) sequenziali. Un WMS è una applicazione "mission critical", non deve mai fermarsi anche in assenza di collegamenti esterni (almeno fino al completamento delle missioni pianificabili).

### **Aspetti logistici avanzati**

Infine analizziamo le peculiarità indispensabili del WMS 4.0, una tecnologia avanzata deve infatti fornire le dotazioni integrate per abilitare:

- **AUTO-IDENTIFICAZIONE**

Per alcune applicazioni, il sistema WMS deve essere in grado di rilevare le operazioni eseguite ed indentificare gli oggetti (Sku, Ubicazioni, ...) senza richiedere alcuna lettura da parte dell'operatore. Quando un sistema WMS lavora in Auto-Identificazione, la garanzia di precisione è massima, ed il suo funzionamento viene paragonato ad una automazione (magazzino automatico, Lgv, Agv, ...).

- **SENSORIZZAZIONE**

Alla base è la capacità di rilevare gli "eventi" attraverso una sensoristica attiva, ma anche tramite integrazione di dispositivi IoT (Internet of things) ricevendo dati dal campo. Un WMS 4.0 è già predisposto per l'acquisizione e la gestione di grosse moli di dati (big-data).

- **GEO-LOCALIZZAZIONE**

La Geo-Localizzazione (indoor/Outdoor) in ambito Logistico deve essere parte integrante di un WMS 4.0, in quanto abilita le possibilità di Auto-Identificazione dei prodotti e la Auto-Localizzazione delle ubicazioni. La Tracciabilità delle operazioni logistiche tramite l'utilizzo di tecnologie di geo-localizzazione affidabili (es. Gps, Laser, ...), assume una importanza fondamentale per garantire il funzionamento dei processi e l'analisi delle performance.

Le Tecnologie RTLS (Real Time Locating System) per localizzazione in tempo reale di uomini, mezzi e prodotti sono alla base di queste applicazioni.

- DIGITALIZZAZIONE (Paperless)

Un sistema WMS 4.0 deve prevedere un funzionamento totalmente “paperless” (senza carta) di tutti i processi interni, dalla pianificazione, alla esecuzione e controllo delle operazioni. Digitalizzare non significa solo eliminare la carta, ma significa potere avere una immediata reattività agli eventi ed un controllo delle performance del sistema logistico, in tempo reale. Il responsabile della logistica deve potere controllare i propri siti, magazzini, risorse, centri di distribuzione, ecc. attraverso una loro rappresentazione digitale attraverso KPI (Key Performance Indicator) e sinottici grafici interattivi, sui quali potere agire “per eccezione”.

- REGIA ATTIVA

Lo Scheduler di Magazzino (Regia Attiva) è oggi il primo elemento indispensabile per definire un WMS 4.0, in quanto presiede alla distribuzione del lavoro alle risorse di magazzino.

I problemi nel coordinare e assegnare il lavoro ai magazzinieri, sincronizzare il loro lavoro con le richieste delle vendite e/o della produzione, gestire priorità, urgenze, cambi di programma, anticipi, posticipi sono gestiti e coordinati dal sistema, attraverso metodologie di sequenziamento dinamico. Lo Scheduler di Magazzino ricalcola da solo ogni circa 3 secondi tutte le missioni che deve eseguire la logistica e le assegna alle risorse di magazzino (uomini, mezzi, automazioni) in modo completamente automatico ed ottimizzato, seguendo le priorità ed urgenze dell’ultimo minuto, ottenendo recuperi di efficienza fino al 50% e azzeramento dello stress lavorativo. Con la Regia Attiva, è possibile gestire strutture logistiche di 5 ,10, 50 o più risorse in modo ottimizzato, raggiungendo livelli di performance paragonabili ad un magazzino automatico.

INTELLIMAG WMS 4.0 è il software di classe enterprise per la gestione del magazzino che integra nativamente lo Scheduler di Magazzino a “Regia Attiva”, permettendo di raggiungere alti livelli di efficienza e forte riduzione di costi.

#### 4.3.2 OBIETTIVI E REQUISITI

Gli obiettivi principali del progetto erano:

- Introduzione di un unico sistema dipartimentale di logistica per tutti i processi (gestione della movimentazione e stoccaggio di semilavorati e prodotti finiti, gestione del picking e

packing delle spedizioni di prodotto finito) e per la gestione nelle varie modalità operative;

- Sincronizzazione delle operazioni di movimentazione e picking tra operatività manuale e con magazzino automatico;
- Aumento dell'utilizzo integrato del magazzino automatico per l'allestimento degli ordini di spedizione, concentrando nella misura maggiore possibile le attività in zona denominata 'picking 1', con una conseguente riduzione dell'utilizzo della zona 'picking 2';
- Capacità di stock dinamica;
- Standardizzazione delle attività, al fine di ottenere un'elasticità nei cambiamenti;
- Inventario rotativo.

I requisiti fondamentali:

- Gestione della frammentazione dell'ordine di produzione;
- Flessibilità di produzione per gestire ad esempio cambi di colore e setup di produzione;
- Postazioni UdC dinamiche, ossia è necessario abolire la prenotazione della postazione permettendo di recuperare un 20% del magazzino attivo;
- Efficienza di attività per controllo qualità, infatti quando si movimenta la merce all'interno del reparto di stampaggio, con sistemi RFD l'aiuto capoturno effettua in modo automatico il carico di magazzino che rimarrà in un'area di standby finché non viene completato il controllo;
- Flessibilità di personale e rotazione tra i vari reparti, in quanto non è più il magazziniere il gestore del magazzino, ma è presente un sistema che lo gestisce permettendo a qualsiasi tipo di operatore di trovare la merce;
- Rintracciabilità della merce;
- Fase di cross-docking, attività necessaria nella fase di intercettazione della merce in arrivo ad esempio da un terzista.

Quindi la legge alla base è associata ad una maggiore dinamicità di tutto il processo senza perdere qualità e rintracciabilità del prodotto.

Per quanto riguarda la logistica commerciale è stato necessario modificare completamente il magazzino nato nel 1990, intervenendo a partire dalla parte meccanica/motoristica fino ad arrivare controllo di posizionamento asse x, y e z. In altri termini, è un magazzino completamente nuovo anche dal punto di vista di implementazione della sicurezza e del controllo delle baie di accesso. Inoltre, non essendoci una comunicazione efficace, all'interno del magazzino automatico si avevano dei buchi relativi al controllo delle giacenze, infatti non si sapeva esattamente dove

fosse collocata la merce al suo interno, perciò era fondamentale un'integrazione per poter usufruire della logica ABC.

#### 4.3.3 INTEGRAZIONE DEL MAGAZZINO AUTOMATICO

Sulla base dei dati raccolti sul campo si era stimato che il magazzino automatico fosse usato pienamente per la sua capacità di stoccaggio, ma scarsamente utilizzato per la capacità di movimentazione; ma soprattutto non utilizzato per fare allestimento di ordini di spedizione. Per questo motivo con il nuovo progetto l'idea era di integrare l'allestimento del singolo ordine con l'operatività di picking a bordo del magazzino automatico.

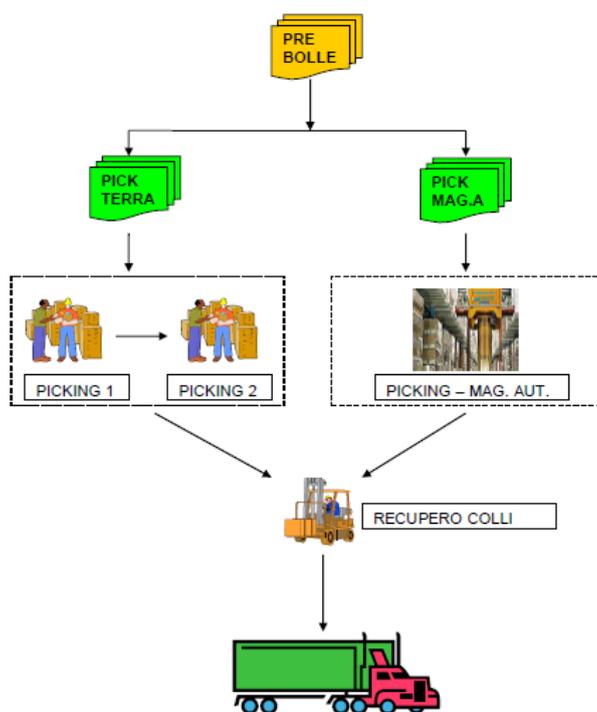


Figura 4.1: Schema procedura di picking.

Lo schema evidenzia come uno specifico ordine o pre-bolla si divide tra le due macro-zone: picking a terra 1 e 2, picking a bordo del magazzino automatico.

Gli operatori del picking a terra e quelli a bordo del magazzino automatico lavorano in parallelo sulle medesime prebolle di cui è stata schedulata la preparazione, per ottimizzare le specifiche modalità operative. Al termine della preparazione di una singola zona di picking, il sistema informa se esistono altri colli da raggruppare provenienti dall'altra zona, quindi se i colli sono già pronti la spedizione si conclude e lo stesso operatore si preoccupa di raggruppare i colli e portarli in zona di spedizione, altrimenti i colli restano in sospeso fino alla chiusura dell'altra zona.

Gli operatori addetti alle baie di picking attendono il transito dei bancali su cui eseguire i picking. Il picking è sempre per ordine e per ottimizzare i viaggi, il sistema consente di allestire più ordini contemporaneamente. L'operatore addetto al picking deve sempre abbinare, tramite lettura di codice a barre, il prodotto con il numero collo del cliente, per evitare errori.

#### 5.3.4 PROGETTO



Figura 4.2: Progetto F.lli Guzzini.

Tutto il progetto è stato realizzato seguendo un concetto di base, quello della logistica integrata. L'obiettivo era infatti quello di avere sotto controllo tutti i materiali: materie prime, semilavorati, prodotti finiti, prototipi e attrezzature di lavorazione (per esempio gli stampi). Oggi non vi è nulla che non venga tracciato, e questo avviene attraverso un unico sistema WMS, che gestisce tutti i processi legati alla movimentazione dei materiali. Come prerequisito indispensabile, un analogo processo di standardizzazione è stato operato innanzitutto sui supporti di identificazione, creando una "pallet card" omogenea per tutti i tipi di materiali. I dati riportati sono i seguenti: numero di lotto (il dato che consente la tracciabilità e rintracciabilità di tutti i materiali: dalla materia prima al prodotto finito, e viceversa); unità di carico (un dato che viene attribuito all'ingresso del pallet, e che lo identifica in tutte le movimentazioni interne); e il codice EAN, nel caso dei prodotti finiti – a cui in sede di preparazione sarà aggiunta l'etichetta logistica per la spedizione.

Le caratteristiche del magazzino automatico e del magazzino di tipo tradizionale si comprendono appieno affrontando già il discorso del prelievo, la cui fisionomia attuale deriva appunto da questa importante operazione di rinnovamento dei processi logistici, che ha mantenuto sostanzialmente spazi e strutture esistenti (il magazzino automatico, per esempio, è operativo dal 1990), ma rivoluzionandone tutta la parte di intelligenza e controllo. Il magazzino automatico contiene solo pallet, per un totale di 5500 posti; ha due ingressi, due uscite e due baie di picking.



**Figura 4.3:** Suddivisione magazzino automatico e tradizionale.

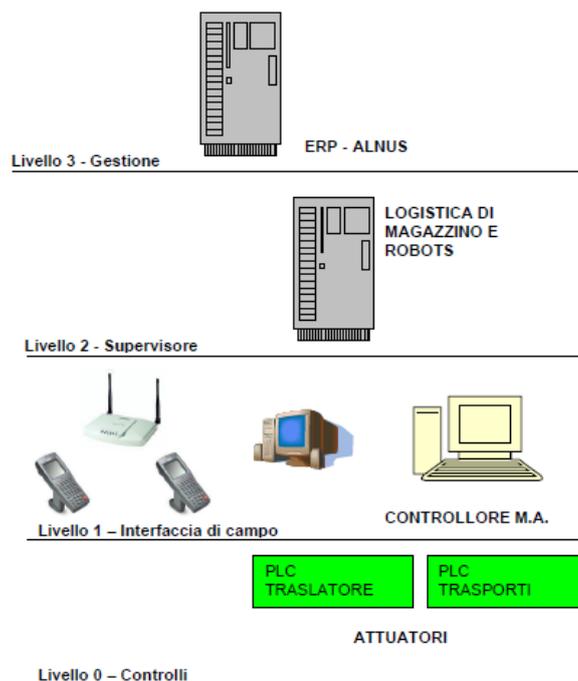
Il magazzino tradizionale comprende quattro livelli: il primo e il secondo corrispondono a piano terra e primo livello, adibiti al picking; il terzo e quarto livello sono oggi adibiti agli abbassamenti. Per quanto concerne la suddivisione delle aree di stoccaggio, vi sono innanzitutto le aree dedicate alla movimentazione di pallet interi e allo stoccaggio scorte, che sono posizionate prevalentemente nel magazzino automatico. Sono considerate aree di scorta, ad accesso più veloce, anche il terzo e quarto livello del magazzino normale. Vi sono poi le aree dedicate al picking di tipo tradizionale, organizzate in modo normale, con posto pallet preferenziale, posto articolo preferenziale, prelievo dal piano terra/primo piano mediante carrelli commissionatori. Lo spazio dedicato al magazzino normale è sufficiente per circa 1500 referenze di prodotto, mentre Fratelli Guzzini ha nella sua produzione un numero di referenze ben maggiore: circa 3700. Per superare questo limite, si è già operato sul sistema, organizzando il picking in modo molto particolare. In più, l'attuale modello è in via di evoluzione in chiave sempre più dinamica: in pratica si consente di prelevare anche dal terzo livello, grazie anche all'introduzione di carrelli commissionatori con portata maggiore, mentre si toglie dal quarto livello ogni riferimento all'articolo. Ad oggi, si è riusciti ad introdurre una gestione ABC ad ampio spettro, considerando tutte le postazioni del magazzino, dal trasloelevatore al magazzino normale. I prodotti a maggior rotazione sono portati nei 1500 posti pallet delle cosiddette "zone 01 e 02", cioè quelle del magazzino normale. Tutti gli altri articoli, caratterizzati da minor rotazione, sono stivati dentro al magazzino automatico. Per fare il picking di questi articoli, sono state predisposte due aree di picking dinamico a bordo macchina, nelle quali vengono richiamati i pallet corrispondenti. In questo caso però si effettua un picking di tipo massivo, cioè per articolo e non per ordine; è un picking cumulativo su tutti gli ordini in essere, cioè in fase di preparazione. Evidentemente non

posso abbassare pallet in continuazione, e quindi, in questa zona, verranno prelevati tanti articoli di un determinato item, anche se appartengono a ordini diversi. Diciamo che le missioni di prelievo coincidono con l'ordine cliente, ma comprendono anche articoli di ordini diversi qualora debbano essere prelevati dal magazzino automatico, e questo con un movimento “a fisarmonica”, cioè costantemente dinamico.

Questo tipo di suddivisione ABC nel complesso del magazzino ne ha aumentato notevolmente la capacità di stoccaggio, ma dall'altra parte mostrava un limite, quello della velocità di gestione pallet/ ora. In sede di magazzino automatico si è operato introducendo il concetto di picking massivo, mentre nell'ambito del magazzino tradizionale, si è pensato di introdurre come “correttore di efficienza” il sistema di voice picking, per poter ottenere in questa sede il recupero di efficienza tipicamente legato a questi sistemi. Da notare che in questo caso, delle due possibilità che normalmente si possono scegliere quando si tratta di integrare un sistema vocale, cioè con o senza middleware, si è potuto optare per una connessione diretta. E questo perché il WMS è già predisposto per fornire agli operatori missioni orientate al prelievo vocale; in altri termini, tutta la logica del sistema vocale risiede sull'applicazione Intellimag. Inoltre, essendo il WMS attivo sempre, anche il sistema vocale è sempre on line. Dunque, l'operatore si attrezza con il terminale MX8 LXE e relative cuffiette, che sono collegate in modalità wireless. Il terminale viene appoggiato sul commissionatore all'interno di un apposito vassoietto in plastica (un prodotto realizzato ad hoc dalle linee Guzzini). L'operatore “accende” il sistema con un ordine vocale (“microfono!”); questo gli assegna automaticamente un ordine, che verrà stampato da una apposita stampante di etichette, e gli suggerisce il tipo di contenitori (pallet/ cartoni) per la raccolta sulla base del volume e del tipo di pezzi. L'operatore riceve quindi un ordine per volta (a meno che non debba effettuare anche dei prelievi massivi). Alla partenza si genera un numero che identifica il pallet per la spedizione, e tutto ciò che viene prelevato sarà abbinato alla nuova unità di spedizione (SSCC). Durante la missione si effettua tutto il dialogo vocale con il sistema, che prevede, come di consueto, il raggiungimento del posto picking, la conferma con lettura del check digit e la conferma del numero di pezzi prelevati. Un'altra scelta importante che si può fare relativamente al sistema vocale, è quella del terminale, che può essere dedicato o multifunzione. In questo caso si tratta di un terminale multifunzione, per due ragioni principali. La prima perché in altre zone del magazzino è richiesta la lettura laser del codice a barre; ovvero si può utilizzare il terminale, e già lo si fa, per fare altre cose. Per esempio il picking massivo a bordo traslo si effettua mediante la lettura del barcode, e non con il sistema vocale – cosa che introduce maggior sicurezza nel processo. Inoltre, il prelievo in Guzzini è ancora un processo molto complesso e

variegato, privo di quelle caratteristiche di velocità e ripetitività tipiche per esempio della grande distribuzione. Non per questo la scelta dell'MX8 è un compromesso dal punto di vista della tecnologia vocale. Si tratta di un terminale non solo robusto, ma equipaggiato con circuiti interni specificatamente progettati per supportare il sistema voice picking (è la tecnologia brevettata ToughTalk™). E quindi risulta ottimale per operare con un sistema vocale, con elevate performance di riconoscimento della parola. Il sistema vocale è stato installato a gennaio 2012 e nei primi mesi di operatività ha prodotto un recupero di efficienza del 10%. Un dato che, a fronte dei risultati che si possono conseguire in altri ambiti applicativi, può sembrare limitato, ma che va interpretato tenendo presente l'elevata complessità dell'ambiente di cui stiamo parlando – in termini di mix di ordini, dal singolo prodotto, al container intero, o in termini di variabilità del prodotto. Si tratta insomma di un dato di media, che tiene conto di aree nelle quali, per le dimensioni dei prelievi, non si sono notati degli incrementi particolari, ma anche di aree a maggior frammentazione nelle quali la differenza è stata notevole, a detta degli operatori stessi. Anche grazie all'ergonomia e alla facilità d'uso del sistema, che ha infatti avuto un riscontro molto positivo. In conclusione un esito più che positivo, in termini di prestazioni. Innanzitutto per quanto riguarda la velocità di esecuzione. E in seconda luogo, come aumento della precisione, ovvero l'operatore è in grado di diminuire gli errori, perché si trova generalmente in condizione di lavorare meglio.

In conclusione viene riportata l'architettura di implementazione:



**Figura 4.4:** Architettura di implementazione.

Dallo schema si evidenzia:

Livello 3: Sistema ERP centrale

Livello 2: Sistema dipartimentale di gestione della logistica

Livello 1: Interfacce di campo: Radio Frequenza, PC, Schedulatore MagAut.

Livello 0: Attuatori di campo

Tra i vari livelli evidenziamo delle modalità di integrazione:

- Integrazione Livello 3-2:
  - Comunicazione asincrona (off-line)
  - Integrazione tramite file/tabelle di scambio tra DB standard
- Integrazione Livello 2-1:
  - Comunicazione sincrona (on-line)
  - Protocolli standard di comunicazione i. Radio Frequenza: emulazione telnet
  - ii. PC: emulazione terminale windows grafico
  - iii. Magazzino Automatico: protocollo TCP/IP (socket)
- Integrazione Livello 1-0:
  - Comunicazione sincrona
  - Rete industriale tipo MPI/PROFIN BUS SIEMENS o TCP/IP

#### 4.4 RIEPILOGO INNOVAZIONI

2008 -> REVAMPING Magazzino Automatico

- Sostituzione e aggiornamento della logica di controllo del magazzino Automatico
- WCS integrato nel WMS INTELLIMAG (prima era un sistema dedicato)

2008 -> GO LIVE Gestione Materie Prime

- Tracciabilità Materie prime e semilavorati
- Integrazione con sistema di Qualità per gestire lo stato di quarantena e lo sblocco dei lotti dopo l'esito CQ
- Gestione ricevimento fornitori c/acquisto
- Gestione ricevimento c/lavoro con etichettatura UDC in capo al fornitore
- Rifornimento linee di stampaggio
- Versamento di produzione direttamente dal personale operativo, senza attività documentale da parte dell'Ufficio

- Gestione controllo qualità prodotto finito
- Stivaggio ed ingresso diretto nel magazzino automatico
- Cross Docking diretto nel caso di carenza in area di picking

2008 -> GO LIVE Gestione prodotto finito

- Gestione Picking ottimizzato per l'alto rotanti
- Gestione Picking massivo per i bassi rotanti stivati nel magazzino automatico
- Gestione del rifornimento dal magazzino automatico e scorta di secondo livello
- Gestione abbassamento dalla scorta di primo livello
- Confezionamento e imballo

2008 -> Risultati

- Unico sistema per gestire MP, PF e Magazzino Automatico
- Aumento delle prestazioni del 30% rispetto la gestione precedente
- Tracciabilità produttiva completa

2012 -> GO LIVE Voice Picking

- Introduzione del Voice Picking
- Risultato raggiunto: +20 % della produttività

2012 -> Ampliamento numero di referenze gestite

- Introduzione di un sistema di prelievo massivo per le giacenze a "media" rotazione
- Abbassamenti automatici comandati dal sistema
- Rifornimenti automatici comandati dal sistema
- Risultato:
  - Aumento delle referenze gestite del 30% senza impegnare spazi aggiuntivi
  - Aumento della velocità di rifornimento ed eliminazione del disservizio per mancanza di prodotto

#### 4.5 OSSERVAZIONE RISULTATI RAGGIUNTI

- Aumento capacità produttiva ed efficienza del +17%: passaggio del un numero di righe al giorno da 3254 a 3914 in media.
- Aumento volumi giornalieri di un +11%: passaggio da 85  $m^3$  a 95  $m^3$ .
- Aumento dei colli giornalieri di un +3%: passaggio da una media di 7250 a 7491.
- Mappatura e gestione ABC del magazzino, che permette di posizionare in modo efficace ed efficiente gli articoli in magazzino.
- Passaggio da 960 ore/uomo nel 2008 a 192 ore/uomo nel 2010 per l'inventario.

- Aumento posti di picking per le referenze di classe A o B, recuperando il terzo livello che prima serviva per lo stocking e lasciando solamente il quarto livello per lo stock. Di conseguenza le posizioni di refilling non sono più statiche ma dinamiche.
- Ottimizzazione percorsi di prelievo nel rispetto dei vincoli.
- Gestione in automatico dell'assegnazione del posto di picking.
- Capacità di stoccaggio dinamica ed elastica

## CONCLUSIONE

In conclusione, in questo elaborato si è voluto dimostrare che il magazzino automatico, nonostante richieda un investimento elevato, possa rappresentare un valore aggiunto per l'azienda e non una causa di spreco. Ad avvallare questa tesi, infatti, è stato riportato l'esempio del progetto applicato al magazzino dell'azienda F.lli Guzzini S.p.A.

Nell'immaginazione comune prevale una visione di conflitto tra uomo e automazione, con la convinzione che dove il processo logistico-produttivo venga automatizzato si taglino automaticamente posti di lavoro. La realtà, però, sfata questo mito: il futuro può rivelare nell'automazione proprio la chiave per una ripartenza e nuovi sviluppi. È stato stimato che nei prossimi 10 anni, nella sola Germania, l'automazione integrata in ambito produttivo e logistico creerà 90mila nuovi posti di lavoro. Tutto ciò sarà possibile grazie ad un'automazione efficace e diffusa, con sistemi e macchine che dialogheranno tra loro grazie a software sempre più evoluti, e che porrà sempre e comunque l'uomo al centro di ogni processo, svincolandolo dalle attività più pesanti e a minor valore aggiunto per valorizzarne le competenze e impiegarlo in compiti più complessi.

Non si tratta di un futuro fantascientifico, ma di qualcosa che già oggi è realtà in molti magazzini. Basti pensare a tutte quelle realtà dove l'integrazione di magazzini automatici verticali o orizzontali non ha portato ad un taglio del personale, ma a una concreta valorizzazione delle risorse impiegate che hanno potuto ottimizzare le proprie performances migliorando le condizioni di lavoro dal punto di vista sia dell'ergonomia sia della produttività, abbattendo i tempi morti e tutte le attività a scarso o zero valore aggiunto.

Soluzioni come ad esempio i magazzini automatici rotanti orizzontali o i magazzini automatici a vassoi verticali per l'ottimizzazione della supply chain sono concepite per porre l'operatore al centro di ogni processo, permettendogli di operare in pieno comfort e sicurezza grazie alla studiata ergonomia – che in differenti contesti consente l'impiego anche di risorse con determinate forme di disabilità – e aumentare la propria produttività grazie all'abbattimento degli errori e alla standardizzazione delle attività. Il futuro sarà caratterizzato dalla collaborazione tra uomo ed automazione, intesa come valore aggiunto.

## BIBLIOGRAFIA

Ackerman K. B., Bodegraven A. V., *Fundamentals of Supply Chain Management – an essential guide for 21st century management*, DC Velocity Books

Alayahya S., Bennett N., Wang Q., (2016) *Application and integration of an RFID-enabled warehousing management system – a feasibility study*, Journal of Industrial Information Integration.

Balestri, G., (2005), *Manuale di economia e gestione aziendale*, Milano, Hoepli Editore.

Balestri, G., (2009), *Le basi della logistica. Il magazzino, i trasporti, la distribuzione e il sistema informativo*, Milano, Hoepli Editore.

Barlotti, C. (2013), *Industrial Engineering e Lean Manufacturing. La rivoluzione dell'organizzazione aziendale*, Società Editrice Esculapio.

Bevilacqua M., (2020), *Slide del corso*, Ingegneria Gestionale Politecnico delle Marche, Logistica.

Deandreis M., (2013), *Logistica e sviluppo economico – scenari economici, analisi delle infrastrutture e prospettive di crescita*, Napoli, Giannini editore.

Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M. e Costantino, N. (2013), “*A Lean Warehousing Integrated Approach, a case study*”, Politecnico di Bari, IEEE 18th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA).

Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N. e Turchiano, B. (2015), “*An integrated approach for warehouse analysis and optimization: a case study*”, Computers in Industry, Vol. 70.

Ferrari E., Pareschi A., Regattieri A. (2015), *Logistica Integrata e Flessibile: Per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario. Con applicazioni numeriche e progettuali*, Società editrice Esculapio.

Garcia, F. C. (2004), “*Applying lean concepts in a warehouse operation*”, Proceedings of the IIE Annual Conference and Exhibition 2004, pp. 2819–2859. Institute of Industrial Engineers.

Maraschi, E. (2011), *Caratteristiche del magazzino*, E-formazione by Consulman S.p.A, Torino.

Maraschi, E., 2011, *Material handling. Immagazzinamento e trasporti interni*, Torino, E-formazione by Consulman S.p.A.

Mocellin, F. (2017), *La gestione delle scorte e del magazzino. Metodi logistici per il lean manufacturing*, Franco Angeli, prima edizione, Milano.

Montrone, A., (2000), *Elementi di metodologie e determinazioni quantitative di azienda*, Milano, Franco Angeli.

Nayak R., (2019), *Radio Frequency Identification Technology and Application in Fashion and Textile Supply Chain*, CRC Press.

Urgeletti Tinarelli, G., (1981), *La gestione delle scorte: organizzazione, contabilità e automazione*, Milano, Etas Libri.

Vignati, G. (2002), *Manuale di logistica*, Hoepli, Milano.

## SITOGRAFIA

<https://it.blog.kardex-remstar.com/trend/nella-logistica-del-futuro-lautomazione-crea-spazio-e-valore-per-luomo>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Logistica#:~:text=Secondo%20la%20definizione%20data%20dall,finiti%20ai%20clienti%20e%20a>

<https://leanmanufacturingtools.org/>

<http://people.uniroma2.it/stefano.giordani/didattica/logistica/Dispense/Introduzione.pdf>

[http://www.aspassoper.altervista.org/kennedy/Magazzini\\_industriali.pdf](http://www.aspassoper.altervista.org/kennedy/Magazzini_industriali.pdf)

<https://www.bucap.it/news/approfondimenti-tematici/gestione-del-magazzino/logistica-inbound-outbound.htm>

<http://www.ecommerceelogistica.it/la-classificazione-dei-magazzini-per-tipologia/>

<http://www.infologis.biz/2011/04/20/gli-obbiettivi-del-magazzino/>

<https://www.logisticaefficiente.it/qantica/magazzino/progettazione-e-miglioramento/misurare-le-performance-di-magazzino.html>

<https://www.logisticaefficiente.it/redazione/magazzino/progettazione-e-miglioramento/indicatori-prestazione-magazzino.html>

## RINGRAZIAMENTI

Al Professore Maurizio Bevilacqua per il tempo che mi ha dedicato e per l'aiuto che mi ha fornito nell'esecuzione del lavoro.

Ai miei genitori, il mio punto di riferimento, per avermi insegnato che ci si può sempre migliorare.

Ai miei nonni per avermi sostenuta, in particolare a nonno Sauro che, oggi più che mai, sarebbe stato fiero di me.

A Marco per avermi supportato e sopportato in ogni istante, avendo reso spensierate le giornate più impegnative.

A Rebecca per essere al mio fianco da una vita, condividendo gioie e preoccupazioni.

A Fabiola e Noemi per avermi accolta come una sorella minore e per avermi incoraggiata prima di ogni esame.

A Lucia e Marco per aver vissuto con me questi tre anni e per averli resi piacevoli ed indimenticabili.

A tutti i parenti e amici per essermi stati vicini durante questo percorso.

A me stessa per la determinazione e l'entusiasmo dimostrati durante questo percorso.

Grazie.