

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

DIN – DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

TESI DI LAUREA  
IN  
LOGISTICA INDUSTRIALE

**ANALISI E RIORGANIZZAZIONE  
MAGAZZINO PRODOTTI FINITI:  
IL CASO MAPEI S.P.A.**

LAUREANDO:  
Pagliani Giovanni

RELATORE:  
Prof. Ing. Regattieri Alberto

Anno Accademico 2017/2018



## Indice

Introduzione.....	5
Definizione di logistica.....	6
Le infrastrutture logistiche.....	7
Attività del magazzino.....	10
Unità di carico e la funzione del pallet .....	14
Il problema dello stoccaggio.....	17
Utilizzo dello spazio del magazzino .....	19
Criteri di Prelievo .....	21
Stock di riserva e stock di prelievo.....	22
Metodi di prelievo .....	25
Criteri di allocazione della merce .....	27
Parametri dei sistemi di immagazzinamento .....	33
Fattori per la riorganizzazione di un impianto di stoccaggio.....	34
Criteri di classificazione delle scorte ABC.....	38
Indice di rotazione .....	40
IL CASO MAPEI S.P.A. ....	42
Descrizione Azienda.....	42
L'ambiente di riferimento: Make to Stock (MTS).....	45
Il prodotto e il mercato di riferimento .....	46
Il mercato mondiale dell'edilizia.....	48
Sassuolo e l'economia industriale .....	51
Il deposito Mapei di Sassuolo.....	53
Processi interni al polo logistico.....	55
Processo di gestione di un ordine cliente.....	57
Processo di picking .....	58
Controllo degli ordini preparati e al carico.....	59
Assunzione del problema.....	60
Analisi ABC incrociata.....	62
Mappatura delle zone preposte all'ubicazione dei prodotti .....	70
Criteri di allocazione dei prodotti a magazzino .....	72
Valutazione situazione attuale .....	73
Analisi degli errori compiuti dagli operatori in magazzino .....	79
Creazione proposte di riorganizzazione magazzino .....	89
Proposta di riorganizzazione A.....	97
Proposta di riorganizzazione B.....	99
Proposta di riorganizzazione C.....	102

Confronto tempi di accesso tra le proposte individuate.....	105
Valutazione economica delle proposte .....	107
Conclusioni.....	111
Bibliografia.....	113
Sitografia .....	114

## Introduzione

In questi anni la sensibilità comune rispetto ai temi logistici è cresciuta significativamente.

La logistica è trasversale alle filiere produttive e gioca un ruolo strategico sempre più rilevante.

Per questo motivo negli ultimi anni le aziende infatti hanno messo maggiore attenzione a problemi legati alla gestione delle rimanenze, che oggi vengono considerate come capitale sprecato.

I produttori, come trattato in questo elaborato, sono sempre più consapevoli della necessità di minimizzare l'inventario e massimizzare la rotazione dei prodotti.

In questo contesto si inseriscono le problematiche connesse alla gestione delle scorte all'interno del magazzino, tra cui la loro allocazione.

L'elaborato presenta una prima parte volta a fare chiarezza sulla letteratura presente riguardante la logistica e le operazioni interne al magazzino, come il ricevimento delle merci, lo stoccaggio, la preparazione degli ordini e la spedizione degli stessi.

Sono illustrate le metodologie adottate nell'elaborato per analizzare i dati e le tecniche applicate per apportare miglioramenti al contesto aziendale.

Dopo aver fornito una panoramica teorica sul ruolo e la gestione delle scorte, si passa ad analizzare il problema dello stoccaggio dei prodotti finiti in una particolare realtà aziendale, come il deposito logistico di Mapei S.p.a. situato a Sassuolo, uno dei principali poli di distribuzione in Italia per l'intero gruppo, multinazionale del settore chimico per l'edilizia.

Esaminato il mercato di riferimento, il tipo di prodotto e il contesto in cui si trova ad operare, si passa all'analisi dell'as-is del magazzino.

Sono effettuate riflessioni su giacenze, consumi e rotazione dei prodotti con riferimento all'anno 2017.

Con riferimento alla situazione attuale sono emerse le criticità che caratterizzano il deposito e hanno spinto alla messa in atto delle attività di riorganizzazione.

Infine, vengono poste in risalto le proposte di miglioramento e le logiche che ne hanno guidato la creazione e quali aspetti positivi e negativi le caratterizzano.

Si confrontano le proposte di miglioramento realizzate con la situazione attuale focalizzandosi sulle distanze percorse dagli operatori per le attività di picking e preparazione degli ordini.

Nell'ultima parte dell'elaborato sono paragonate tra loro le proposte ideate e presentati i risultati ottenuti.

È importante infine sottolineare come le proposte siano state ottenute senza effettuare investimenti, ma semplicemente utilizzando al meglio le risorse già disponibili.

## Definizione di logistica

Trattandosi di un elaborato, che analizzerà un problema riguardante uno degli aspetti salienti dell'ambito logistico.

Occorre innanzitutto menzionare quali siano le definizioni più diffuse di questa funzione aziendale.

La parola "logistica" deriva infatti dal greco *logistikè*, letteralmente l'arte di calcolare, termine antico con cui si indicava l'algebra.(Bergamaschi et Al, 2015).

La logistica è la disciplina che tratta in maniera organica e sistematica la gestione integrata dell'intero ciclo operativo dell'azienda, industriale o del terziario, attraverso le sue principali funzioni di gestione dei materiali (approvvigionamento delle materie prime e dei componenti), di gestione della produzione (programmazione, fabbricazione, assemblaggio, controllo) e di gestione della distribuzione fisica dei prodotti finiti (movimentazione, stoccaggio, trasporto, imballo, ricezione e spedizione, assistenza post-vendita ai clienti), con l'obiettivo fondamentale di garantire un elevato livello di servizio ai clienti, fornendo prodotti di alta qualità, con rapidi tempi di risposta e a costi contenuti (Pareschi et Al., 2011).

La logistica è il processo che crea valore portando le scorte nella destinazione corretta e nel momento desiderato e deriva dalla combinazione e integrazione, nell'ambito dell'intera rete produttiva e distributiva delle operazioni di gestione degli ordini, scorte, trasporti, stoccaggio, movimentazione dei materiali e imballaggio(Bowersox et Al,2011).

Nessuna altra area operativa aziendale presenta la stessa complessità e implica una pari estensione geografica della logistica: essa fa sì che prodotti e servizi giungano esattamente nel luogo e nel momento desiderati in tutto il mondo, 24 ore al giorno, per 7 giorni alla settimana e 52 settimane all'anno.

Nelle nazioni altamente industrializzate, la maggior parte dei consumatori dà per scontate un'ampia gamma di prestazioni logistiche: quando effettua acquisti in un negozio, al telefono o tramite internet, si aspetta che il prodotto venga consegnato sempre secondo le modalità concordate, ovvero in modo tempestivo e privo di errori, anche nei periodi di attività più intensa, mal tollerando il mancato rispetto degli impegni presi(Bowersox et Al. 2011).

## Le infrastrutture logistiche

Per poter affrontare il problema dello stoccaggio delle merci è utile definire quali sono le strutture nelle quali questo fenomeno ha luogo.

È rilevante soffermarci sulla funzione dei centri adibiti allo stoccaggio delle merci nelle filiere produttive.

È possibile identificare tre differenti funzioni fondamentali dei centri logistici secondo Genco:

- 1) Sosta e stoccaggio: funzione riconducibile all'obiettivo di assicurare la conservazione delle merci durante il periodo che intercorre nel passaggio da un nodo della rete ad un altro;
- 2) Transito: funzione connessa all'obiettivo di massimizzare la velocità con cui le merci percorrono il canale logistico dalla produzione fino al consumo;
- 3) Massimizzazione del valore delle merci: funzione che si sostanzia essenzialmente nella capacità del nodo logistico di assicurare ulteriori servizi a valore aggiunto (value added services) principalmente alle merci, ma talvolta anche ai mezzi o alle persone(Genco,2014).

Focalizzandoci sulle strutture logistiche e il loro compito, è necessario sottolineare le diverse caratteristiche di ognuna.

I depositi (warehouse) sono luoghi tipicamente adibiti allo stoccaggio delle merci, con una prevalente funzione di ammortizzazione delle scorte tra fornitori, produttori e clienti (Higgins et Al. 2012).

Queste infrastrutture consentono la sincronizzazione fra domanda e offerta nello spazio e nel tempo, nell'ambito di supply chain complesse (Kappauf et Al. 2012).

Le singole warehouse tendono a livelli di complessità infrastrutturale e gestionale piuttosto contenuti, specie se confrontati con quelli caratterizzanti altre tipologie di centri.

A più elevato livello di complessità rispetto alle warehouse, si collocano i centri distributivi (CE.DI) e i distribution centre: complessi integrati di magazzini dedicati alla conservazione e alla rapida movimentazione delle merci.

Rispetto ai magazzini, i centri distributivi affiancano alla funzione di stoccaggio e conservazione delle merci, quella di rapida movimentazione delle stesse (Bowersox et Al. 1968; Holtgen et Al.1996; Wang et Al. 2006).

Le attività di base includono il magazzinaggio, l'inoltro e la ricezione delle merci, ma queste strutture possono offrire anche servizi di cross-docking.

Con cross-docking si intende la possibilità di combinare le scorte provenienti da più fornitori in un assortimento predefinito da inviare a un particolare cliente (Bowersox et Al,2011).

Quando la struttura è dedicata a filiere tecnologico-produttive specifiche, il CE.DI può includere nel portafoglio complessivo di servizi offerti, importanti servizi a valore aggiunto.

Tra gli altri, rilevano: la raccolta ordini; il prelievo frazionato(picking); la gestione dei resi (returns processing); le attività di etichettatura e bar coding; la gestione dei flussi informativi connessi alla movimentazione delle merci.

Il core business di queste strutture produttive riguarda in molti casi la gestione dei flussi distributivi, piuttosto che il mero stoccaggio di prodotti.

Oltre alle aree adibite a deposito e magazzino, è da sottolineare, come un altro ruolo importante all'interno del centro logistico, sia quello delle infrastrutture per la logistica e le relative attrezzature per la movimentazione delle merci.

Si possono classificare i magazzini in ragione di diversi criteri.

Uno dei quali è certamente legato alla natura e alla tipologia dei beni movimentati, che definiscono sia la fase del processo produttivo, in cui si colloca il bene movimentato, sia le sue caratteristiche in quanto articolo.

Il primo aspetto consente di classificare i magazzini in strutture per lo stoccaggio di materie prime, di semilavorati e di prodotti finiti (Massaroni, 2007).

Assumendo il punto di vista dell'impresa cliente, le merci che transitano per un magazzino del centro logistico possono avere origine (o destinazione) interna o esterna all'impresa stessa (Genco,2014).

Sempre adottando il punto di vista dell'impresa cliente, i magazzini possono essere distinti in: *magazzini di distribuzione* (origine e destinazione esterna), *magazzini di prodotti finiti* (origine interna e destinazione esterna), *magazzini di componenti e materie prime* (origine esterna e destinazione interna) e *magazzini inter-operazionali* (origine e destinazione interna) (Quintili e Roveta,1994). Sulla base delle specificità tecnologico-produttive ed organizzative, invece, si è soliti distinguere i magazzini in manuali e automatici.

I magazzini manuali possono essere suddivisi a loro volta in magazzini a terra, a scaffali e di tipo drive-in (Rushton,2010). I primi sono costituiti da spazi suddivisi in file, delimitati da una certa segnalazione a terra. In questo tipo di magazzini i prodotti

possono essere stoccati orizzontalmente a terra o accatastati su più livelli, nel rispetto della natura e delle caratteristiche merceologiche dei beni.

Questo tipo di magazzino è contraddistinto da costi di investimento in strutture e mezzi di movimentazione relativamente contenuti, ma presenta una modesta capacità di sfruttamento dello spazio in verticale(Genco,2014).

I magazzini a terra sono in grado di produrre buone performance quando i volumi movimentati e il numero di codici prodotto gestiti in quell'area sono piuttosto limitati. I magazzini a scaffali sono invece costituiti da un certo numero di scaffalature allineate in corsie.

Questo tipo di magazzino presenta una maggiore capacità di sfruttamento dello spazio in verticale e consente di gestire in modo efficiente un elevato numero di referenze, grazie alle minori difficoltà operative in sede di picking(Genco, 2014).

I magazzini di questo tipo, tuttavia, presentano notoriamente maggiori costi di investimento in strutture fisse per lo stoccaggio delle merci su più livelli (Maraschi, 2011).

I magazzini drive-in, infine, sono formati da scaffalature nelle quali quando si libera un posto, un'altra unità di carico avanza sopra dei carrelli motorizzati fino a fermarsi contro l'apposito riscontro terminale(Pareschi,2011).

In tal modo viene assicurata la logica FIFO (First in First out). Questo tipo di magazzino costituisce una soluzione organizzativa intermedia tra il magazzino a terra e quello a scaffali e si rivela particolarmente adatto in presenza di volumi elevati con un numero limitato di referenze da gestire(Genco,2014).

## Attività del magazzino

Le diverse operazioni che possono riguardare questo tipo di strutture riguardano il ricevimento della merce, lo stoccaggio, il prelievo e la spedizione.

Le attività di ricevimento della merce interessano il magazzino con riferimento all'aggiornamento dei dati sui livelli delle scorte detenute.

Il carico/scarico dai mezzi di trasporto e i controlli quali-quantitativi, a seconda del layout del centro logistico possono avere luogo anche in prossimità o all'interno dei magazzini.

La consegna della merce a magazzino costituisce un momento di fondamentale importanza all'interno del ciclo logistico in quanto è necessario un accurato controllo quali-quantitativo della merce e deve essere accertata la massima corrispondenza tra l'ordinato e il ricevuto.

Queste azioni, per il buon funzionamento dell'intero processo, devono essere svolte in maniera rapida per rendere disponibile la merce per i passaggi successivi.

Occorre quindi dimensionare i settori di ricevimento in modo coerente rispetto ai carichi giornalieri previsti, e assicurare ridotti percorsi di movimentazione interna tra bocche di carico, aree di ricezione e aree di stoccaggio (Genco,2014).

Esiste un trade-off tra dimensioni del magazzino e i tempi di percorrenza per le movimentazioni interne, mentre sussiste una correlazione positiva tra tempi di handling delle merci e numero di bocche di carico (Pandit e Palekar, 1993).

Le attività di stoccaggio, prelievo e spedizione svolte nell'ambito del magazzino richiedono una specifica impiantistica e dotazione di equipment, che include le attrezzature per lo stoccaggio, il picking e il confezionamento delle merci, nonché i mezzi e le attrezzature automatizzate per la movimentazione interna (Massaroni, 2007).

Nei magazzini ogni articolo gestito viene contraddistinto da un codice che identifica la posizione della stock keeping unit (SKU) (De Koster et Al., 2007).

La codifica delle postazioni di stoccaggio consente una gestione efficace, efficiente, oltre a permettere l'automazione delle operazioni di magazzino.

Il codice associa agilmente a ogni SKU una precisa posizione in termini di numero di corsia, numero progressivo (interno alla corsia) e numero di livello.

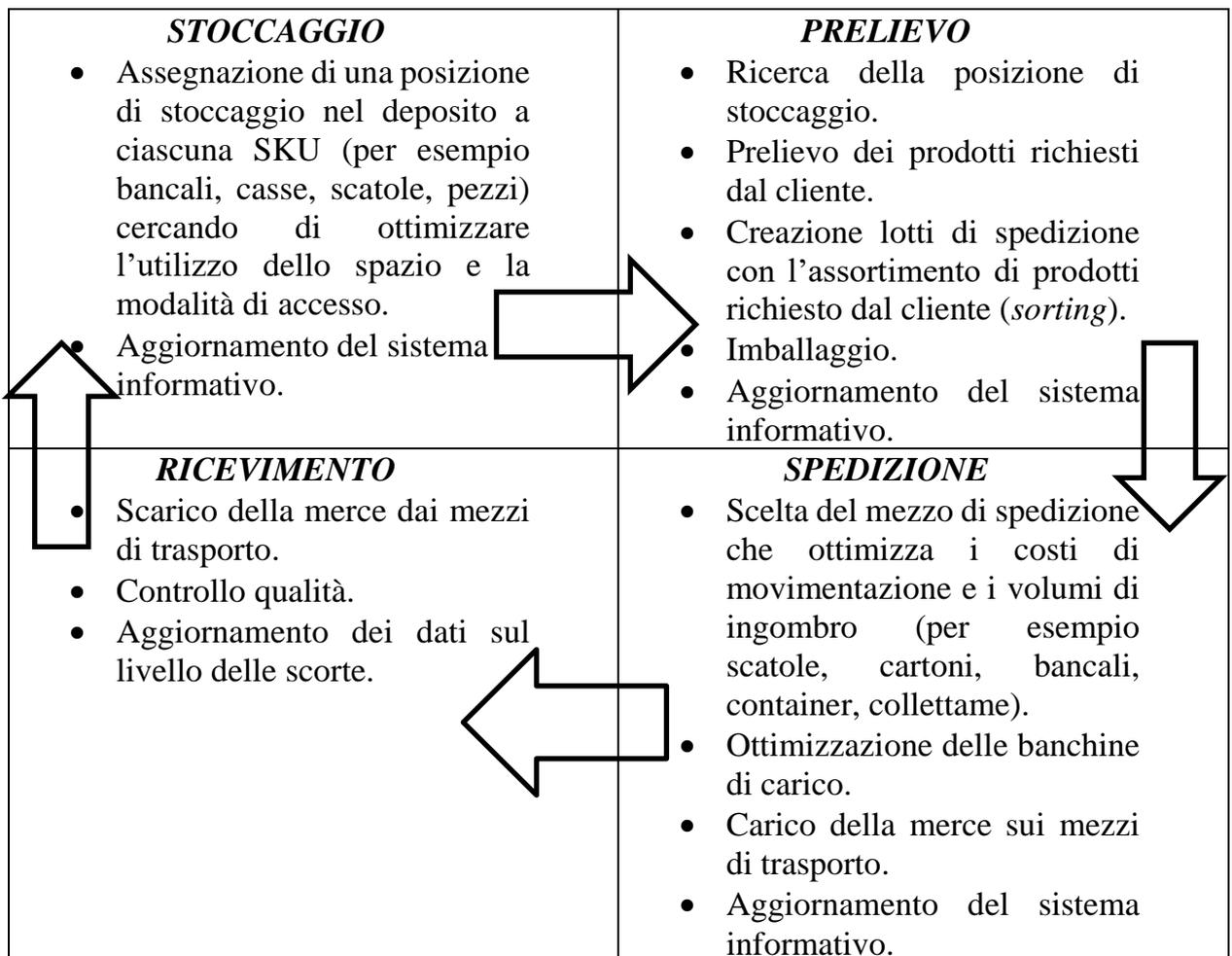
In particolare, per ciascuna SKU (bancale, cassa, scatola, o pezzo) è necessario disporre di strutture e attrezzature che consentano di ottimizzare l'utilizzo degli spazi e le modalità di accesso (Perry e Sohal, 2000).

Per persecuzione di questi obiettivi è necessario pianificare adeguatamente il layout del magazzino e organizzare in modo ragionevole gli spazi (Genco, 2014).

Il magazzino è il punto nevralgico di un sistema logistico: "è uno strumento di intermediazione tra le diverse caratteristiche degli approvvigionamenti, dei trasporti, della produzione e delle vendite"(Saraceno,1978).

I compiti svolti all'interno dei depositi possono essere sintetizzati come in figura

Compiti svolti all'interno di un deposito (Romano et Al. 2006).



I magazzini sono utilizzati in molte attività di tipo industriale e commerciale: servono, infatti, come depositi per pezzi di ricambio, magazzini di merci varie, magazzini di spedizione, magazzini di prodotti finiti, depositi doganali o magazzini all'ingrosso. Sono molti i motivi per cui si deve gestire uno stock:

- Per costituire un polmone fra il momento della domanda e l'arrivo dei prodotti;
- Per accumulare lo stock che si forma nella produzione di grandi serie di pezzi;
- Per conservare i materiali fra le varie fasi di produzione (semilavorati);

- Come stock di sicurezza, per far fronte ad una interruzione di rifornimento non prevista;
- Per far fronte alla stagionalità delle vendite;
- Come riserva strategica, ad esempio, in previsione di una chiusura delle fabbriche.

I magazzini vanno gestiti per conseguire precisi obiettivi che possono essere:

- Garantire un determinato livello di servizio al cliente;
- Sostenere un dato volume di attività;
- Non superare un dato livello di stock;
- Realizzare un costo operativo minimo.

Per raggiungere questi obiettivi occorrono metodi e attrezzature di movimentazione e stoccaggio adeguati, in un sistema operativo correttamente organizzato e controllato e un ambiente adatto e sicuro.

Il magazzinaggio non consiste soltanto nel depositare e prelevare le merci in un deposito, ma comporta tutta una serie di operazioni che devono essere controllate e governate.

La prima attività che occorre monitorare è quella relativa all'entrata delle merci che si caratterizza in:

- Ricevere le merci, scaricarle e tenerle in sosta temporanea;
- Verificare le regolarità dei prodotti ricevuti, il loro stato e l'imballo;
- Verificare la quantità, la qualità, le rotture o le mancanze;
- Registrare le merci ricevute e le discordanze;
- Disimballare e, se necessario, imballare nuovamente;
- Decidere dove allocare le merci.

Una volta conclusa la fase di entrata merci si procede allo stoccaggio, che consiste nelle seguenti fasi:

- ◆ Trasferire i prodotti in zona di stoccaggio, nei box di riserva;
- ◆ Confermare la locazione per la funzione di controllo;
- ◆ Trasferire le merci per rifornire i box di prelievo.

Proseguendo il flusso del prodotto, quando giungeranno gli ordini di acquisto da parte dei clienti sarà indispensabile prelevare i prodotti per evadere gli ordini, imballarli e controllarli.

In questa fase inoltre conviene focalizzarsi sul rifornimento di materiale da imballaggio.

Dopo aver preparato gli ordini è necessario raggrupparli nella zona di carico, questo avviene principalmente attraverso due modalità. È possibile raggruppare le merci:

- ✓ Per cliente;
- ✓ Per veicolo in partenza.

L'ultima azione da compiere è quella che viene definita come uscita delle merci, durante la quale prima si effettua il carico con adeguati mezzi per il carico dei veicoli come accenneremo in seguito e successivamente viene eseguita la spedizione tenendo conto della programmazione dei veicoli.

Per il buon funzionamento dei magazzini è indispensabile mantenere una netta separazione fra lo stock di riserva e lo stock di prelievo.

Nei magazzini che gestiscono volumi consistenti di merci, con un elevato livello di movimentazione, la separazione dello stock di prelievo nelle quantità sufficienti per l'uso corrente (ad esempio il fabbisogno di uno o due giorni per ogni articolo) consente di ridurre la zona di lavoro dei preparatori e, quindi, le distanze da percorrere per prelevare i prodotti (Rushton,1993).

Lo stock di prelievo viene "ripristinato" secondo necessità, spesso a palette intere. Senza questa netta separazione, i preparatori dovrebbero attraversare l'intero magazzino per raggiungere le zone di prelievo.

Il rapporto fra il numero dei box di stoccaggio e quello dei box di prelievo varia, nelle diverse applicazioni, da 2:1 fino a 6:1 e anche più; pertanto, l'area di stoccaggio è normalmente molto più ampia di quella destinata al prelievo(Rushton,1993).

## Unità di carico e la funzione del pallet

All'interno delle infrastrutture dedicate allo stoccaggio e alla movimentazione dei prodotti le azioni avvengono prendendo come riferimento il concetto di unità di carico o UdC, che è definito diversamente da azienda ad azienda, ma deve tener conto di alcuni requisiti, che verranno illustrati.

Tipiche unità di carico sono le palette in legno, le quali possono avere differenti dimensioni.

In logistica definire il concetto interno di unità di carico è fondamentale per le operazioni, che contraddistinguono il flusso dei materiali, in entrata, uscita e durante la permanenza nel magazzino.

Questa decisione offre numerosi vantaggi (Pareschi,2011):

- ✓ consente di trasferire una maggiore quantità di merce per ogni viaggio, riducendo il numero dei viaggi necessari e, quindi, il tempo e il costo di movimentazione;
- ✓ migliora l'impiego dello spazio di magazzino;
- ✓ rende possibile l'uso di attrezzature standard di movimentazione e stoccaggio;
- ✓ velocizza il carico e lo scarico dei mezzi di trasporto;
- ✓ riduce al minimo il rischio di danni e furti.

La scelta dell'unità di carico influisce inoltre sulla tipologia e sul numero delle attrezzature da adoperare, sul personale necessario e sul costo globale del sistema logistico.

Il pallet è certamente l'imballaggio terziario più diffuso per lo stoccaggio, la movimentazione e la distribuzione delle merci.

Secondo la UNI ISO 445 è una "piattaforma orizzontale caratterizzata da un'altezza minima compatibile con la movimentazione tramite carrelli transpallet e/o carrelli elevatori a forche e altre appropriate attrezzature di movimentazione, impiegata come supporto per la raccolta, l'immagazzinamento, la movimentazione ed il trasporto di merci e di carichi".

Invece secondo l'articolo 35 delle normative legislative, l'imballaggio terziario è definito come "imballaggio concepito in modo da facilitare la manipolazione ed il trasporto di un certo numero di unità di vendita oppure di imballaggi multipli per evitare la loro manipolazione ed i danni connessi al trasporto, esclusi i container per i trasporti stradali, ferroviari, marittimi e aerei" (art. 35, lettera d), d.lgs. n. 22/97).

Il pallet, unitamente agli imballaggi primario e secondario e alle attrezzature di movimentazione, di carico e di movimentazione dei materiali, contribuisce a proteggere il prodotto durante il viaggio, facilitandone il trasporto e lo stoccaggio.

Il pallet al giorno d'oggi continua ad ottenere, un notevole successo come unità di carico per il suo ruolo di collegamento flessibile tra imballaggio e mezzi di movimentazione e trasporto: ciò lo rende adatto alle esigenze dei protagonisti della catena logistica (fornitori, produttori industriali, società di servizi e distributori) (Pareschi,2011).

Dimensioni in pianta (mm)	UNI 4121/88	ISO 6780/78
800x1000	X	
800x1200 (Europallet)	X	X
1000x1200 (pallet U.K.)	X	X
1140x1140 (Australia)		X
1100x1100		X
1219x1016 (USA)		X

Tabella (Pareschi,2011, Pag.29)

Come è stato citato, è molto vantaggioso ragionare in ambito logistico per unità di carico, o UdC. Dopo aver riflettuto sugli aspetti legati ai processi e al rispetto delle normative ci si può soffermare su cosa rappresenti l'unità logistica per le attività di "handling", ossia movimentazione e stoccaggio di materiale genericamente raggruppato in un imballo terziario, con maggiore dettaglio.

Data la maggiore compatibilità del pallet con le attrezzature ed i dispositivi di "handling" le unità di carico pallettizzate sono determinate dai seguenti fattori(Caron,2011):

- Compatibilità con i sistemi di stoccaggio (altezza utile delle celle di stoccaggio, portata massima delle scaffalature, ecc...);
- Compatibilità con i sistemi di trasporto (altezza utile e portata dei mezzi di trasporto stradali, ferroviari ed intermodali);
- Compatibilità con le caratteristiche dei prodotti e degli imballaggi secondari (numero massimo di strati sovrapponibili);
- Compatibilità con i sistemi di handling (rulliere, nastri trasportatori, carrelli, baie di smistamento, montacarichi, ecc...);
- Compatibilità con le operazioni di prelievo manuale (picking).

Altri fattori che caratterizzano la UdC pallettizzata sono la stabilità, il peso, il baricentro, la regolarità della composizione, la sovrapposibilità, la possibilità di debordare con gli imballi secondari dalla superficie in pianta del pallet.

Un ruolo importante è quello dell'imballaggio, la scelta tra i materiali disponibili per ogni settore merceologico è estremamente ampia.

Per l'imballaggio dell'unità di carico si utilizzano: scatole; nastro adesivo; film estensibile; polistirolo; film termoretraibile; punti metallici; film in PVC(polivinilcloruro), PPL(polipropilene), PE(polietilene) accoppiati; espansi; buste imbottite; pallet; cappucci; casse in legno e metallo; schiume; film protettivi autoadesivi; ecc.

L'attività di magazzino comprende la movimentazione manuale o meccanica dei prodotti, il loro trasferimento e sollevamento e può quindi esporre le persone e le merci al rischio di incidenti.

I pericoli possono derivare da un sollevamento azzardato (per peso o per frequenza), da difficoltà di sollevamento e di movimentazione o, ancora, da un cattivo uso o un cattivo funzionamento delle attrezzature.

I carrelli a forche possono andare ad una velocità eccessiva, possono essere sovraccarichi, si possono ribaltare, i prodotti possono cadere, subire colpi, il personale e i carrelli si possono urtare e così via.

La sicurezza di esercizio richiede un'accurata progettazione e un buon layout del magazzino, una efficace gestione operativa, una valida supervisione e un buon addestramento degli operatori.

Nell'attività di magazzinaggio, le merci sono soggette a rischi e sono spesso facilmente accessibili. L'obiettivo da ricercare deve essere quello di ridurre al minimo i danni, le rotture interne o i furti.

## Il problema dello stoccaggio

Fino agli anni '90, il tempo medio impiegato da un'azienda per processare un ordine e consegnare al cliente la merce prelevata dal magazzino era compreso tra 15 e 30 giorni, talvolta anche di più.

Il tipico ciclo ordine-consegna comportava la creazione e il trasferimento dell'ordine, normalmente effettuato tramite telefono, fax, EDI (Electronic Data Interchange) o posta ordinaria, cui seguivano il suo processamento mediante sistemi manuali o computerizzati, la verifica della posizione finanziaria del cliente, l'assegnazione a un magazzino per l'allestimento e, infine, la spedizione al cliente.

Anche quando tutto andava come previsto, il tempo necessario perché il cliente ricevesse la merce ordinata era elevato.

Per di più se, come spesso accadeva, vi erano problemi quali rottura delle scorte(stock-out), smarrimento o indirizzamento errato di un ordine oppure errori di spedizione, il tempo di ciclo ordine-consegna aumentava rapidamente.

Per far fronte a questo tempo di ciclo ordine-consegna lungo e difficilmente prevedibile, era prassi normale che distributori, grossisti e produttori accumulassero scorte di prodotti identici. Ciò nonostante, stock-out e ritardi nelle spedizioni erano comuni, in parte anche per via del gran numero di varianti dei prodotti.

Queste prassi, comunemente accettate nel 20° secolo, e la struttura dei canali distributivi utilizzati per la consegna derivavano da anni di esperienza maturata fin dalla rivoluzione industriale e rimasero inalterate, poiché mancavano alternative evidentemente più vantaggiose.

Il processo distributivo tradizionale, infatti, era concepito per superare difficoltà e conseguire vantaggi che da tempo hanno perso di importanza: il mondo industrializzato, infatti, vede una ricchezza crescente dei clienti, che desiderano una sempre più ampia gamma di prodotti e servizi configurabili in base alle loro esigenze, passando da un atteggiamento di accettazione passiva dell'offerta a un coinvolgimento attivo nelle fasi di progettazione e realizzazione.

Le scorte, infatti, presentano un valore limitato fino a quando non vengono posizionate nel momento e nel luogo corretti per supportare il trasferimento della proprietà o la creazione di valore aggiunto ed è evidente che se un'azienda non soddisfa costantemente le proprie necessità in termini di tempo e luogo, non ha nulla da vendere (Bowersox et Al.2011).

Obiettivo degli studi di logistica, è pertanto quello di individuare e fornire i criteri generali e i metodi quantitativi che presiedono alla scelta, alla progettazione e alla gestione di sistemi logistici, integrati e flessibili, che siano in grado da un lato di assicurare l'integrazione dei flussi fisici e dei flussi informativi per garantire un

elevato livello qualitativo dei prodotti e del servizio ai clienti, con riduzione del tempo di risposta all'ordine e contenimento dei costi di produzione, e dall'altro di rispondere con flessibilità e rapidità alle esigenze di riconfigurazione del sistema produttivo indotte dalla continua richiesta di prodotti personalizzati e innovativi da parte dei consumatori (Pareschi et Al.,2011).

L'obiettivo principale sul quale la logistica lavora è quello di fornire un elevato livello di servizio al cliente.

Per essere in grado di soddisfare le attese del cliente l'azienda si deve focalizzare su altri punti oltre che sul rispetto delle esigenze del cliente, che sono legate soprattutto alla fornitura dei prodotti nella quantità, nel luogo e nel tempo richiesti.

Un ulteriore fattore, che risulta determinante è ovviamente la qualità del prodotto, che si vende e a un determinato prezzo, che nel mercato odierno, deve risultare molto competitivo.

Ridurre le inefficienze ed i tempi di inattività durante le differenti attività operative è il driver fondamentale per raggiungere gli obiettivi, che sono stati esplicitati.

## Utilizzo dello spazio del magazzino

Un tema sul quale si vuole mettere l'accento in questo elaborato è certamente quello legato all'utilizzo con efficienza dello spazio, che significa fare buon uso dell'intera volumetria disponibile nell'edificio dedicato allo stoccaggio.

Perseguendo questo scopo è importante:

- non tenere a stock merci obsolete;
- tenere un livello minimo di giacenze, compatibilmente con le esigenze di servizio al cliente;
- curare il pieno impiego dello spazio in altezza;
- valutare l'impiego di soppalchi;
- ridurre al minimo il numero e la larghezza delle corsie, compatibilmente con la sicurezza nella movimentazione e l'accesso alle merci;
- curare il posizionamento dei servizi e attrezzature a supporto dello stoccaggio;
- preferire, ove possibile, i sistemi di stoccaggio con locazioni casualizzate, piuttosto che a locazioni fisse(Rushton,1993).

Ulteriormente, la pianificazione e il funzionamento del sistema devono tendere a ridurre le esigenze di movimentazione interna e i relativi costi.

Le modalità principale che permettono di conseguire questi obiettivi sono:

- ◆ avvicinare le aree di deposito fra le quali la movimentazione è più intensa;
- ◆ sistemare le linee di prodotto di uso più frequente (quelle che ruotano più velocemente) in posizione tale da rendere minime le distanze da percorrere;
- ◆ tenere separato lo stock di prelievo dallo stock di riserva;
- ◆ usare le unità di carico più adatte;
- ◆ adoperare attrezzature che consentano di evitare lo spostamento del personale;
- ◆ ricorrere all'impiego di software per l'ottimizzazione del movimento delle merci e del personale.

Quando si decide un layout, è necessario ricercare un compromesso fra l'esigenza di ridurre la movimentazione interna e quella di ridurre la congestione del traffico, con il conseguente rischio di provocare incidenti o di rallentare il lavoro(Rushton,1993).

Infine, la capacità di tenere sotto controllo un sistema e di disporre di informazioni veloci e precise sullo stato delle locazioni e del sistema, consente alla direzione di far

funzionare il magazzino in modo efficiente e di rispondere con tempestività al variare delle situazioni e delle richieste della clientela.

I sistemi di elaborazione e di trasmissione delle informazioni, sempre più precisi e veloci, disponibili consentono di migliorare in modo significativo la funzione di controllo.

Il controllo riveste una grande rilevanza nell'attività di magazzino soprattutto per la prontezza con la quale si individua la posizione di un articolo, lo stato e l'ubicazione delle attrezzature di movimentazione e di stoccaggio.

## Criteria di Prelievo

L'attività di prelievo trasforma l'unità di carico con la quale un prodotto viene conservato in magazzino in una più adatta alle esigenze del cliente, secondo il livello di servizio richiesto e al minimo costo. Il costo del personale che effettua il prelievo può arrivare al 50% del costo totale della manodopera diretta e, quindi, il sistema di prelievo deve essere organizzato ed eseguito nel modo più adeguato possibile (Rushton, 1993). In una tipica attività di prelievo e di ripristino, le merci sono conservate in box di riserva a palette intere e vengono trasferite ai box di prelievo quando questi devono essere riforniti. Il prelievo consiste nell'approntare l'ordine del cliente prelevando i prodotti dai box di prelievo.

Per una corretta attività di prelievo si devono seguire alcune regole:

- Gestire almeno un box di prelievo per ogni prodotto, in una zona la più ristretta possibile;
- Limitare al massimo gli spostamenti del personale che effettua il prelievo e il ripristino;
- Ridurre al minimo la congestione del traffico;
- Tenere distinta l'attività di ripristino da quella di prelievo, per ridurre la congestione di traffico e per la sicurezza delle operazioni;
- Non si dovrebbero avere rotture di stock;
- Si deve garantire il livello di servizio richiesto.

Focalizzandosi sull'assegnazione dei vani delle scaffalature o delle locazioni a terra ai singoli articoli si possono effettuare alcune osservazioni.

Innanzitutto, per i prodotti che sono richiesti con maggiore frequenza può essere opportuno prevedere più di un box di prelievo all'interno del magazzino.

In tal modo si riduce l'intensità del traffico e il pericolo di andare in rottura di stock. Il numero ottimale dei box da riservare sul fronte di scaffale va stabilito sulla base del fabbisogno per un dato numero di giorni (o di ore) di prelievo.

Si deve calcolare quanto serve per far fronte ad un ragionevole intervallo fra due successivi ripristini per ogni singolo prodotto.

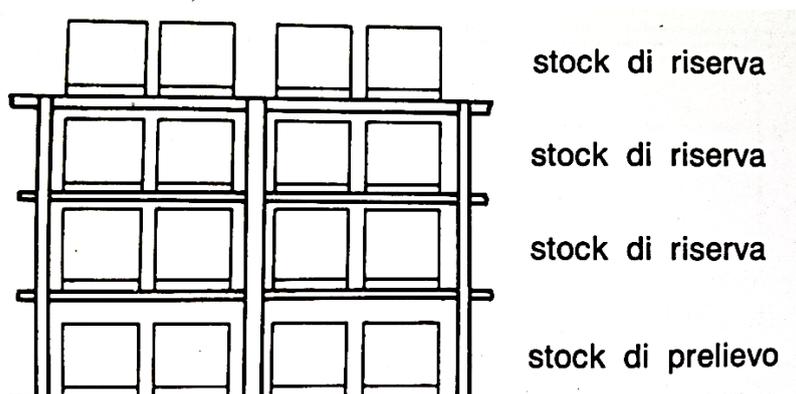
Il numero dei box di prelievo è influenzato dal contenuto dell'unità di carico che si trova nel box di stoccaggio, ad esempio una palette, e dal fatto che la stessa unità di carico venga impiegata o meno per il prelievo.

## Stock di riserva e stock di prelievo

Si è parlato di stock di riserva e stock di prelievo: si intende approfondire come vengano gestiti diversamente le due tipologie di stock e in quali modalità. Gli spostamenti e le interferenze fra il personale addetto al prelievo addetto e quello addetto al ripristino possono essere contenuti, separando lo stock di riserva dallo stock di prelievo. Questo porta a concentrare lo stock di prelievo in una zona più ristretta, ma richiede una doppia movimentazione delle merci in arrivo, dalla zona di ricevimento ai box di riserva e, successivamente, dalla zona di riserva ai box di prelievo (Rushton, 1993). Si deve organizzare con cura il fronte di prelievo e dimensionarlo, poiché altrimenti aumenta il rischio di un traffico congestionato in zona.

La separazione fra i due tipi di stock può essere realizzata:

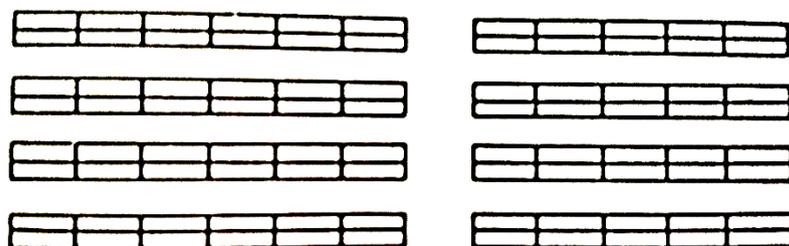
- In verticale, nel senso che lo stock di riserva viene sistemato ai livelli superiori dello scaffale, mentre i livelli inferiori sono riservati allo stock di prelievo.



(Rushton, 1993)

- In orizzontale, allestendo l'area di riserva e l'area di prelievo in due zone distinte del magazzino, anche se adiacenti.

pianta delle scaffalature



stock di riserva

stock di prelievo

(Rushton, 1993)

Come sistema di stoccaggio è certamente diffuso quello che colloca gli articoli a forte rotazione in prossimità della zona di smistamento e spedizione.



(Rushton, 1993)

Per quanto riguarda gli spostamenti del personale nel sistema di prelievo, si possono classificare diverse metodologie di preparazione dell'ordine e quindi di prelievo.

Un gruppo di ordini può essere preparato con un unico giro di prelievo oppure con tanti giri quanti sono gli ordini.

Il vantaggio sta tutto nel minor tempo di percorso, ma la scelta fra le due possibilità dipende, ovviamente, dalle dimensioni degli ordini da approntare, dalla portata dei carrelli elevatori impiegati e altri fattori.

Riducendo gli spostamenti nella zona di prelievo, sistemando gli articoli a maggiore frequenza di prelievo in prossimità della zona di smistamento.

Ne segue che gli articoli richiesti con minore frequenza andranno sistemati nelle zone più lontane.

Per sistemare le merci in questo modo è necessario conoscere la frequenza di prelievo di tutti i prodotti, cosa che si può fare attraverso un'analisi di Pareto.

È utile sottolineare come una movimentazione elevata di un certo prodotto non significa, necessariamente, un'elevata frequenza di prelievo in quanto può trattarsi di prelievi fatti a palette intere.

Viceversa, una bassa movimentazione, in termini di numero di palette alla settimana, può essere associata ad una elevata frequenza di atti di prelievo, ognuno eseguito per piccole quantità.

In generale il layout ottimale di prelievo si determina in base alla natura dei prodotti, alla frequenza di prelievo e alla dimensione degli ordini.

Come si è accennato in precedenza, la congestione del traffico può essere ridotta assicurando nello scaffale un numero adeguato di box di prelievo, possibilmente più numerosi per gli articoli con maggiore frequenza di prelievo.

Per giunta, il traffico può essere ulteriormente ridotto mantenendo separati questi box cioè sistemandoli in posizioni non adiacenti oppure disponendo un doppio fronte di prelievo.

Le difficoltà di traffico si determinano quando una corsia contiene prodotti a rotazione veloce, quindi, con un'elevata frequenza di prelievo e un elevato tasso di ripristino.

La separazione fra la zona di prelievo e quella di stoccaggio consente di ridurre il traffico, in particolare quando si tratta dei prodotti più richiesti.

Per raggiungere questo risultato si può allestire il deposito con file di scaffali semplici, alternando le corsie di prelievo con corsie di prelievo con corsie di ripristino (Rushton,1993).

Si tratta di un compromesso fra l'esigenza di ridurre il traffico e quella di ottenere una buona utilizzazione delle superfici.

Questa metodologia deve essere applicata soltanto ai prodotti che ruotano velocemente, ma non può essere estesa a tutto l'assortimento.

Un altro modo per mantenere separata la zona di prelievo da quella di ripristino, applicabile sempre ai prodotti a rotazione veloce, consiste nell'impiego degli scaffali dinamici tipo drive-in o a gravità.

Utilizzando scaffalature di questo tipo quando si preleva una paletta o un cartone, il successivo avanza per gravità e lo rimpiazza e ciò mantiene una separazione tra stock di prelievo e stock di riserva.

A livello di gestione del personale si può risolvere il problema della separazione netta fra l'attività di prelievo e quella di ripristino creando turni di lavoro distinti per gli addetti al ripristino e i preparatori.

Per tutelarsi da possibili rotture di stock si deve assicurare la presenza di un'adeguata quantità di prodotto nei box di prelievo e un efficiente sistema di ripristino.

Il ripristino dei prodotti può essere programmato per mezzo di un calcolatore quando un box di prelievo sarà vuoto.

Altrimenti, il ripristino può essere chiesto dal preparatore quando vede che il box si sta svuotando, oppure è lo stesso addetto al ripristino che, rilevata la mancanza di merce, provvede a riempire il box. Per le comunicazioni si possono impiegare anche sistemi via radio.

## Metodi di prelievo

Approfondendo i metodi di prelievo possiamo catalogarli in:

- Prelievo per destinatario, tramite il quale ad ogni giro si prelevano i prodotti di un solo ordine, o di un limitato numero di piccoli ordini. Ultimato il giro, l'ordine o gli ordini sono in contenitori diversi, pronti per il controllo e la spedizione.
- Prelievo per articolo, soprattutto nel caso di ordini di piccole quantità, si possono ridurre i tempi di manipolazione e di spostamento prelevando in un solo giro i prodotti necessari per evadere diversi ordini e provvedendo, successivamente, a suddividere le quantità prelevate nelle singole consegne. In questo si ha una maggiore durata del giro di prelievo che è più compensata dal minor numero di giri. La suddivisione degli ordini può avvenire subito dopo il prelievo, ma può essere effettuata anche sul veicolo di consegna presso il domicilio del cliente, in funzione di altri fattori come per esempio il numero di articoli per ordine o per gruppo di ordini.
- Prelievo per zona, invece è molto utilizzato nel caso di molti prodotti con una movimentazione elevata. Si suddivide ogni ordine per zona di prelievo e le singole frazioni d'ordine, prelevate nelle rispettive zone, vengono successivamente riunite prima della spedizione. All'interno di ogni zona i prodotti vengono prelevati con una normale sequenza per ridurre al minimo gli spostamenti.

Oltre alla scelta della metodologia da adottare, al preparatore per svolgere il proprio lavoro sono necessarie alcune informazioni come:

- ◆ La collocazione del prodotto da prelevare;
- ◆ La quantità da prelevare di ogni prodotto;
- ◆ La destinazione dei prodotti prelevati;
- ◆ Cosa fare in caso di carenza o rottura di stock;
- ◆ L'indicazione del prossimo box di prelievo.

Il modo con cui si elaborano e si trasmettono al preparatore queste informazioni relative agli ordini ha un impatto sull'efficienza del prelievo.

Le informazioni devono essere facili da leggere e da capire, sia che vengano trasmesse sotto forma di una distinta di prelievo o tramite un video-terminale installato a bordo del carrello commissionatore o mediante un terminale portatile.

La sequenza dei prelievi dai vari box deve rendere minimo il percorso complessivo del preparatore, il che equivale ad emettere la distinta di prelievo secondo l'ordine di locazione dei prodotti (che è diverso dalla sequenza con la quale i prodotti sono elencati sull'ordine del cliente). È fondamentale che i codici di locazione siano comprensibili ed univoci.

Il lavoro di trascrizione del preparatore deve essere ridotto al minimo, possibilmente eliminato del tutto, ad esempio attraverso l'impiego di terminali portatili. Non devono esistere ritardi nel sistema informativo per permettere che il preparatore sia in possesso delle informazioni.

La tecnica dei codici a barre serve a ridurre gli errori di prelievo e rende più veloce la gestione dei dati da parte del preparatore.

Per valutare l'efficienza del prelievo, che è un processo rappresentante una parte rilevante dei costi operativi (manodopera) di un magazzino si utilizzano alcuni key performance index.

I parametri principali, che servono per il controllo del processo sono:

- Il ritmo di prelievo, espresso solitamente con il numero di atti di prelievo per ora;
- Il numero di ordini, di cartoni, di palette movimentati;
- Livelli di servizio ottenuti;
- Numero di rotture di stock, che sono state riscontrate.

Si è enfatizzata quindi in questa prima parte l'importanza dei percorsi, del layout di stoccaggio, dei metodi di prelievo, del traffico, dell'attività di ripristino e del sistema di gestione delle informazioni all'interno di un sistema di stoccaggio.

## Criteri di allocazione della merce

Entrando nel merito delle tecniche per migliorare in termini di efficienza la disposizione dei prodotti in magazzino, è opportuno considerare alcuni fattori come la previsione della evoluzione delle esigenze, soprattutto in termini di dimensione della gamma degli articoli e delle relative scorte, e la modalità di allocazione delle UdC sulle scaffalature.

I criteri di allocazione possibili sono (Pareschi, 2011):

- Per posti condivisi (shared storage o “banalizzazione”);
- Per posti dedicati (dedicated storage o a posizione fissa);
- Per zone dedicate (class-based storage o mista);
- Disposizione “a spettro grigio”.

Il **criterio posti condivisi** comporta uno stoccaggio cosiddetto “banalizzato”, attraverso questo modello i carichi in arrivo vengono stivati nel primo vano libero più vicino possibile alla testata del magazzino: un articolo qualunque può essere ubicato in una cella qualunque. Il criterio per posti condivisi offre i seguenti vantaggi (Pareschi, 2011):

1. minor numero totale di vani o scaffali necessari;
2. migliore utilizzazione dei vani;
3. accorciamento dei percorsi e dei tempi di ciclo dei mezzi operativi.

Lo svantaggio principale risiede ovviamente nella assenza di un indirizzamento univoco e stabile della UdC contenente un articolo, con conseguente aumento necessario per rintracciarla (Pareschi, 2011).

$$X_j = \sum_1^n X_{i,j}$$

Rappresenta il numero delle celle mediamente occupate dall’aggregato in  $t_j$ .

La potenzialità ricettiva PR per posti condivisi vale:

$$PR_{shared} = K * \max_t [X_j]$$

K è un fattore correttivo riferito alla evoluzione prevista per l’aggregato di riferimento:  $K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4$

- $K_1$ : variazione prevista del numero degli articoli a scorta;
- $K_2$ : variazione prevista della entità media della giacenza degli articoli a scorta;
- $K_3$ : incremento o decremento dei prelievi frazionati, ossia non per UdC intere, ma per picking (ciò comporta un aumento o un decremento dei vani da prevedere);
- $K_4$ : grado di saturazione delle scaffalature (vani lasciati vuoti sul numero di vani disponibili per rendere più flessibile il sistema e aumentarne le prestazioni).

**Il criterio per posti dedicati** invece si caratterizza attraverso le seguenti situazioni:

- Nel periodo T considerato i vani dedicati ad ogni articolo sono fissi; possono essere eventualmente riassegnati in seguito;
- Il loro numero è legato alla quantità massima di pezzi per ogni articolo da immagazzinare, con conseguente utilizzo incompleto delle scaffalature in condizioni normali di funzionamento.

Teoricamente nessun articolo può occupare le celle assegnate “in esclusiva” ad un altro articolo, salvo motivi particolari come UdC pesanti da collocare a pavimento o merci sensibili alla temperatura che non possono essere ubicate negli ultimi livelli. Il numero di celle da assegnare corrisponde in tal caso alla massima giacenza prevedibile per ogni articolo nel periodo considerato.

$max_T(x_i)$  numero massimo di celle occupate dall'articolo i in T

$Y_i = K_i * max_T(x_i)$  numero di celle da assegnare all'articolo i

La potenzialità ricettiva per posti dedicati vale:

$$PR_{dedicated} = \sum_1^n Y_i$$

$K_i$  è il fattore correttivo previsionale per l'articolo i:

$$K_i = K_2 * K_3$$

$K_2$  correttivo della giacenza massima (>1 se si prevedono aumenti o <1 nel caso opposto);

K3 correttivo per frazionamento da picking.

Questo criterio è particolarmente vantaggioso in magazzini automatici dove si eseguono nei tempi morti operazioni di riordino, al fine di collocare in prossimità della testata degli scaffali gli articoli più movimentati o quelli di cui si ha bisogno a breve termine.

L'aspetto positivo principale risiede nella riduzione dei tempi di prelievo o deposito, mentre quello negativo sta nell'aumentata richiesta di celle ( $PR_{dedicated} > PR_{shared}$ ) (Pareschi, 2011). Il criterio per posti dedicati consente però di ubicare gli articoli in modo mirato nella zona di stoccaggio per massimizzare la potenzialità di movimentazione.

Nel caso di **allocazioni miste** il magazzino viene suddiviso in zone in funzione della facilità di accesso ai vani: la contemporanea suddivisione anche degli articoli in classi, per esempio in base alla frequenza dei movimenti, consente di effettuare una collocazione banalizzata di una classe all'interno di una zona ottimizzata.

k classe (k=1,...,c)

Z<sub>k,i</sub> numero di vani occupati dagli articoli della classe k in ti

Z<sub>k</sub>=K<sub>k</sub>\*maxT(z<sub>k,i</sub>) numero di vani da assegnare agli articoli della classe k

Per la classe K possiamo definire un coefficiente correttivo:

$$K_k = K_{1k} * K_{2k} * K_{3k} * K_{4k}$$

- $K_{1k}$  variazione prevista del numero degli articoli a scorta della classe k;
- $K_{2k}$  variazione prevista della entità media della giacenza degli articoli a scorta della classe k;
- $K_{3k}$  evoluzione prevista della correlazione degli articoli (contemporanea presenza di punte di richiesta per più articoli);
- $K_{4k}$  evoluzione prevista della saturazione delle scaffalature (percentuale dei vani mediamente occupati).

La potenzialità ricettiva per zone dedicate vale:

$$PR_{class - based} = \sum_{k=1}^c Z_k$$

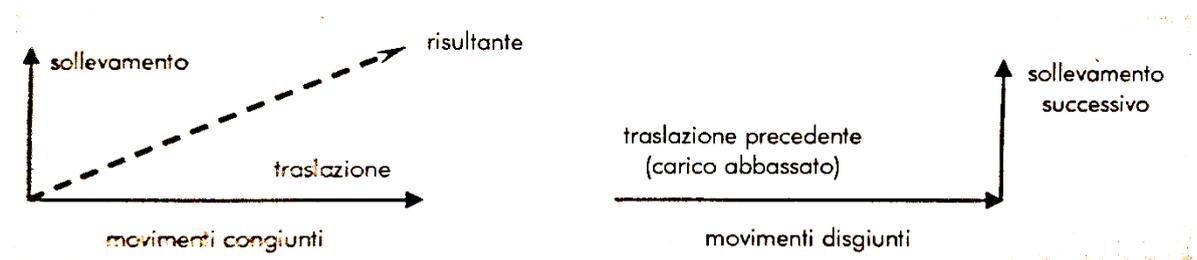
Per la individuazione delle zone in cui suddividere una scaffalatura, ma non solo per questo, si definiscono i seguenti indici di prestazione:

- ✓ L'indice di rotazione articolo  $i$ :  $IR_{i,T} = \frac{n^{\circ}UdC \text{ intere (o equiv.) spedite in } T}{\text{giacenza media (o equivalente) in } T}$
- ✓ L'indice di accesso dell'articolo  $i$  per posti dedicati:  $IA_i = \frac{IM_i}{Y_i}$
- ✓ Indice di movimentazione:  $IM_i = n^{\circ}$  di UdC intere (o equivalenti) prelevate in T.

$Y_i$  è il numero di celle da assegnare all'articolo  $i$  allocato per posti dedicati.

Gli articoli con maggiore Indici di Accesso sono ubicati, salvo esigenze particolari, nelle postazioni della scaffalatura accessibili nel tempo minore; tale allocazione dipende però dal sistema di movimentazione.

Distinguiamo tra mezzi aventi la possibilità di effettuare movimenti congiunti tra traslazione e sollevamento del carico, come traslo elevatori, e mezzi a movimenti disgiunti, ossia traslazione con carico abbassato e successivo sollevamento, come ad esempio i carrelli a montante retrattile.



(Pareschi,2011, Pag.233)

È utile soffermarci soprattutto sul caso dello stoccaggio attraverso carrelli a forche retrattili con allocazione dei prodotti per posti condivisi.

Si consideri un esempio in cui:

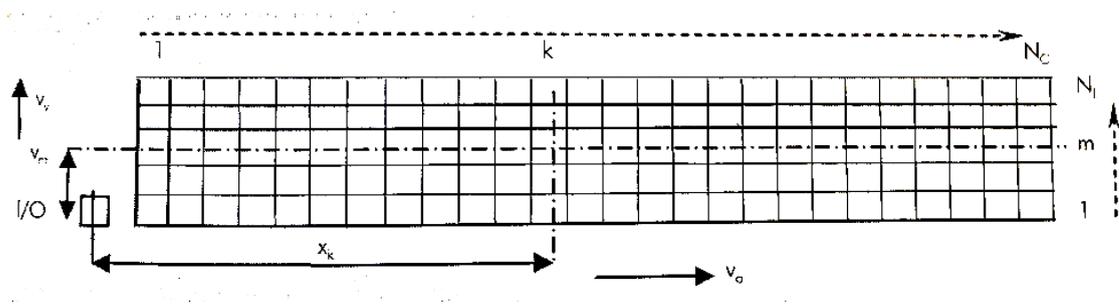
- I/O sia la posizione del punto input/output delle UdC;
- $v_o, v_v$  siano rispettivamente la velocità di traslazione orizzontale e verticale del carrello;
- $x_k$  sia l'ascissa del vano posizionato nella colonna  $k$  ( $k=1, \dots, N_c$ );
- $y_m$  sia l'ordinata del vano posizionato nel generico livello  $m$  ( $m=1, \dots, N_L$ );

- $to_k$  sia il tempo necessario al carrello per effettuare la traslazione fino ad  $x_k$ ;
- $tv_m$  sia il tempo necessario al carrello per effettuare il sollevamento fino ad  $y_m$ ;
- $ta_{k,m}$  sia il tempo di accesso necessario al carrello per raggiungere il vano  $k,m$ .

Si può calcolare il tempo di accesso  $ta_{k,m}$  tramite la seguente formula:

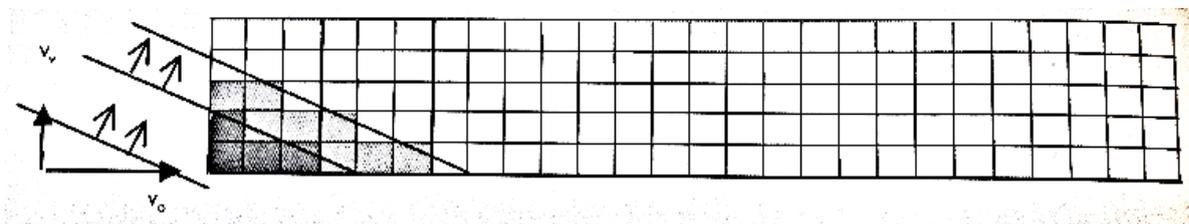
$$ta_{k,m} = to_k + tv_m = \frac{x_k}{v_o} + \frac{y_m}{v_v}$$

Schematizzando le collocazioni di una scaffalatura possiamo osservare come siano i movimenti del carrello elevatore, che hanno portato a questa formula per ottenere il tempo di accesso.



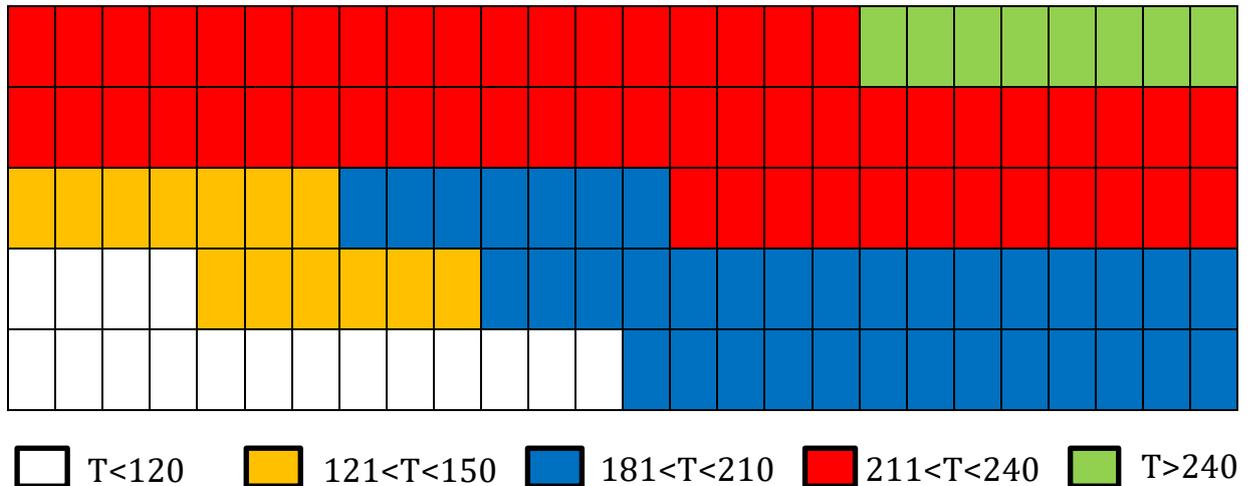
(Pareschi,2011, Pag.233)

Riflettendo su questa formula si può verificare che il riempimento ottimale di questa scaffalatura si ottiene, concentrandosi sulla forma triangolare crescente in funzione della risultante delle velocità dei movimenti:



(Pareschi,2011, Pag.234)

In questo modo si possono raggruppare celle caratterizzate da un tempo di accesso compreso in un certo intervallo espresso in secondi:



(Pareschi,2011, Pag.234)

All'interno di ogni zona l'allocazione degli articoli è per posti condivisi. In tal modo si abbinano la riduzione dei tempi delle operazioni tipica del criterio "dedicated storage" con il contenimento del numero di vani richiesto dal criterio "shared storage" (Pareschi,2011).

$$IA_i = K_i \frac{IM_i}{Y_{medio_i}}$$

indice di accesso dell'articolo i per zone dedicate

$K_i$  assume il significato di fattore correttivo della giacenza per l'articolo i-esimo, come è stato accennato in precedenza.

Come si può intuire dalla formula citata, contrariamente al metodo "dedicated storage" si utilizza il numero medio di celle occupate e non il massimo.

Per praticare questa modalità è necessario ordinare gli articoli per Indici di Accesso decrescente e raggrupparli in classi, ad esempio A,B,C, in funzione di tale valore.

Successivamente ad ogni classe è associata una zona, dimensionando ognuna con un numero di celle congruo alla numerosità degli articoli nella rispettiva classe. Infine, l'ultimo criterio è espresso dalla disposizione "a spettro grigio", che consiste nel ripartire lo stesso articolo in più scaffali di diverse corsie.

Questa metodologia di ottimizzazione è utilizzata soprattutto nel caso di magazzini automatici.

## Parametri dei sistemi di immagazzinamento

I principali parametri che permettono di identificare i sistemi di immagazzinamento idonei per le diverse unità di carico sono:

- il numero massimo di unità in transito nell'unità di tempo;
- il coefficiente di utilizzazione superficiale (espresso come numero di unità di carico per metro quadrato di superficie operativa);
- il coefficiente di utilizzazione volumetrica (calcolato in ragione del numero di unità di carico per metro cubo di volume operativo);
- il coefficiente di utilizzazione della potenzialità ricettiva (inteso come percentuale della capacità ricettiva teorica normalmente utilizzata senza compromettere la funzionalità del magazzino e gli standard di servizio);
- capacità di handling selettivo delle unità di carico, intesa come capacità di accesso random alle merci, limitando al minimo i movimenti improduttivi.

La selettività è un indicatore, a cui si deve fare attenzione sia per i movimenti all'interno del magazzino sia per le azioni connesse al prelievo frazionato dei beni (picking). In relazione al prelievo, le strutture e le attrezzature di magazzino devono essere tali da favorire la ricerca delle posizioni e delle file di stoccaggio, il rapido prelievo degli item richiesti dal cliente e la possibilità di eseguire le attività di sorting, ovvero di creazione di lotti di spedizione con l'assortimento dei prodotti richiesti dal cliente (Gray et Al. 1992; Rouwenhorst et Al.2000; De Koster,2012).

Nell'ambito delle strumentazioni e dell'impiantistica per lo svolgimento delle attività di prelievo e di successiva spedizione, giocano un ruolo fondamentale i magazzini di picking (ovvero aree che assolvono funzioni di stoccaggio e deposito temporaneo delle merci in arrivo e in partenza) e il sorter (van den berg e zijm, 1999; Gu et Al. 2007).

Si tratta di un impianto, posizionato a valle delle aree di stoccaggio, atto alla selezione, smistamento e consolidamento di colli, capace di effettuare precise sequenze di operazioni in modo efficace e veloce (De Koster, 2012).

La flessibilità e affidabilità di questi impianti consentono di razionalizzare efficacemente l'intero processo, semplificando il lavoro degli addetti al magazzino e riducendo al minimo gli errori di handling e tempi di inoperosità del personale. Inoltre, nelle attività di prelievo e spedizione, l'inserimento di un impianto sorter a servizio di più imprese consente la raccolta di merci di diversa provenienza per formare carichi diretti ad una medesima destinazione, da inoltrare come carichi "completi".

## Fattori per la riorganizzazione di un impianto di stoccaggio

Gli impianti di stoccaggio sono tipicamente costituiti da scaffalature a semplice profondità, all'interno delle quali quindi le UdC hanno selettività unitaria. Tra i fattori influenti sul progetto di questi magazzini si citano:

1. Tipo di carrello utilizzato;
2. Altezza utile del fabbricato;
3. Lay-out dell'impianto (numero di corridoi, altezza, lunghezza e disposizione delle scaffalature);
4. Numero di mezzi di movimentazione necessari per garantire la movimentazione dei materiali (unità di carico), anche in condizioni di punta.

I fattori elencati rivestono una grande importanza per la loro ricaduta sia sul dimensionamento del magazzino (tipo, numero e disposizione della scaffalatura) sia sulle procedure operative di funzionamento (tempi di movimentazione).

Ad esempio, il tipo di carrello scelto determina direttamente la larghezza dei corridoi di passaggio tra le scaffalature, la loro altezza e la modalità di movimentazione, che ovviamente si riflette sul percorso effettuato e quindi, in ultima analisi, sul tempo impiegato.

Il primo passo consiste nella attenta valutazione delle caratteristiche degli imballi da stoccare. Sono gli imballi dei prodotti, con le loro caratteristiche dimensionali e di peso, a determinare le misure delle UdC, in larghezza, lunghezza ed altezza. Per quanto riguarda larghezza e lunghezza ovviamente si dovrebbe cercare di far coincidere il dimensionamento dell'UdC con le misure suggerite dagli enti normatori, tra le quali la più frequente è l'Europallet, contenendo l'eventuale debordo nei limiti tollerabili.

L'altezza del carico viene determinata sulla base di diversi fattori tra i quali:

- ♦ Peso dell'unità di carico da contenere entro livelli coerenti con le portate più comuni dei carrelli elevatori (1000-3000 kg) e quelle degli scaffali commerciali;
- ♦ Altezza utile di carico dei veicoli, normalmente di 2300 mm circa;
- ♦ Perpendicolarità e stabilità del carico: a tal fine si utilizzano sistemi di avvolgimento con film plastico oppure con reti o nastratura, che

consentono di aumentare la stabilità del carico, in particolare durante il trasporto;

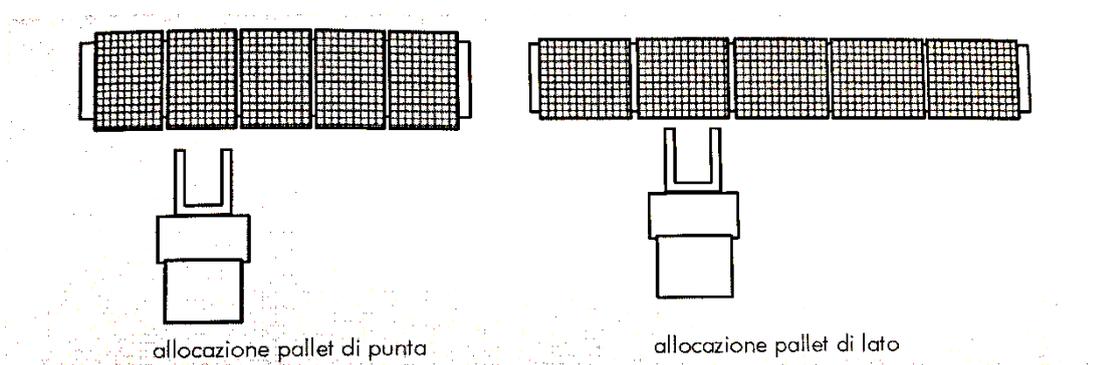
- ◆ Maneggi degli imballi: se si devono eseguire operazioni di prelievo frazionato è opportuno non superare altezze da terra pari a 1500-1600 mm per facilitare la presa dell'operatore;
- ◆ Distribuzione: occorre considerare le richieste della clientela che in molti casi desidera altezze delle UdC diverse in funzione delle proprie esigenze.

Dopo aver stabilito le caratteristiche delle UdC si devono determinare due parametri base per il dimensionamento: profondità degli scaffali e larghezza dei corridoi.

Ipotizzando che le scaffalature siano quelle a semplice profondità - essendo quelle più utilizzate - si deve stabilire se sia più conveniente allocare i pallet "di punta" (lato più lungo disposto in profondità) o di lato (lato maggiore disposto parallelamente al corridoio di stivaggio).

La soluzione di punta permette di aumentare il rendimento volumetrico del magazzino e di impiegare scaffali meno onerosi a scapito di maggiori difficoltà di picking; la soluzione di lato viceversa consente una più facile presa degli imballi e quindi va scelta qualora si debbano movimentare scatole di piccole dimensioni oppure pesanti.

Stabilita la posizione dei pallet si passa a definire la larghezza dei corridoi, che è legata al tipo di carrello elevatore da impiegare per la movimentazione delle UdC.



(Pareschi,2011, Pag.237)

Per ridurre il costo della movimentazione e dello stoccaggio occorre:

- ❖ Depositare il materiale nel modo più compatto possibile al fine di ridurre lo spazio necessario e le percorrenze;

- ❖ Ridurre al massimo lo sforzo fisico degli operatori per aumentare la loro efficienza, quindi ridurre i tempi di esecuzione delle varie operazioni.

La larghezza deve tener conto dei vincoli presenti nel locale come pilastri, porte, dislivelli, finestre, tubazioni, ecc... Il dimensionamento dei corridoi di stivaggio è legato ovviamente al volume del carico da trasportare e al suo peso. La prima scelta che si deve effettuare riguarda il mezzo di movimentazione.

Limitandolo la scelta ai carrelli elevatori supponiamo di avere:

- ◆ Carrelli elevatori a 3 ruote (corsia tra scaffali di 3100 mm);
- ◆ Carrelli elevatori a 4 ruote (corsia tra scaffali di 3300 mm);
- ◆ Carrelli elevatori retrattili (corsia tra scaffali di 2700 mm).

In caso di rilevante numero di UdC da stoccare e di notevole elasticità operativa richiesta si possono considerare anche:

- Carrelli trilaterali (corsia tra scaffali di 1700 mm);
- Carrelli bilaterali (corsia tra scaffali di 1500 mm).

Per valutare la miglior soluzione si valutano le dimensioni del modulo di base, inteso come unità di ubicazione delle UdC ospitate e dalla loro disposizione, dagli spessori dei montanti e dei correnti della scaffalatura e dallo spazio mantenuto tra questi e le UdC.

La profondità del modulo base è data dalla somma della profondità dei vani e della corsia di passaggio, pertanto varia in funzione del tipo di carrello previsto, mentre larghezza e altezza coincidono con quelle del vano.

Dal punto di vista dei sistemi informativi per garantire una adeguata operatività al magazzino occorrono fondamentalmente due archivi informatizzati:

- Archivio dei prodotti;
- Archivio delle ubicazioni di magazzino.

L'archivio prodotti dovrà contenere per ciascuna UdC le seguenti informazioni:

- ✓ Codice e descrizione articolo;
- ✓ Tipo e dimensione della UdC;
- ✓ Numero e caratteristiche di colli per UdC (peso, valore, infiammabilità, ecc...);

- ✓ Punto di prelievo;
- ✓ Eventuale periodo di deperibilità;
- ✓ Temperatura di conservazione.

L'archivio dei vani deve invece contenere tutte le informazioni inerenti il magazzino.

Molto utile è certamente la mappatura temporale mediante la quale ad ogni vano si assegna una etichetta recante l'indicazione del tempo impiegato dai mezzi di movimentazione per raggiungere il vano a partire da un punto prestabilito.

## Criteri di classificazione delle scorte ABC

Le scorte possono essere classificate in differenti modi, facendo riferimento alle caratteristiche sia dei flussi fisici in cui sono inserite sia degli oggetti che le compongono.

Una classificazione degli articoli a scorta può essere fatta in base al valore unitario degli stessi; certamente questo ne influenza le modalità di gestione. Un aspetto rilevante è relativo al valore d'impiego, cioè il valore totale della quantità di un dato articolo utilizzata nell'unità di tempo; se quest'ultima è l'anno, è detto anche "consumo annuo in valore".

Applicando la classificazione ABC agli articoli di un magazzino si constata – salvo in caso di magazzini di articoli molto simili tra di loro anche dal punto di vista delle quantità impiegate – che un relativamente basso numero di articoli determina una quota molto elevata del valore d'impiego globale: tipicamente, il 20% dei primi rappresenta circa l'80% del secondo.

Si propone un esempio, che fa riferimento al consumo annuo in valore. Dato un certo numero di articoli e noto il fabbisogno annuo e il valore unitario di ciascuno, si calcola il prodotto di fabbisogno x valore; dopo di che si dispongono per importi decrescenti, ottenendo una tabella come nella figura, in cui sono calcolati anche i totali cumulati. Quest'ultimo dato consente la costruzione di un grafico, avente in ascissa il numero degli articoli; più correttamente si pongono uguali a 100 i totali in ascissa e in ordinata.

A questo punto è agevole dividere l'insieme degli articoli considerati in due o tre classi, indicate di solito come "classe A", "classe B" e "classe C"; la suddivisione in classi segue criteri del tutto arbitrari, ma di solito è del tipo:

- Classe A: il primo 20% di articoli, per l'80% del valore;
- Classe B: il successivo 30% di articoli, per il 15% del valore;
- Classe C: il restante 50% di articoli, per il 5% del valore.

Ovviamente queste proporzioni sono del tutto indicative, in quanto di volta in volta la curva ottenuta può scostarsi più o meno dalla retta a 45°.

Le politiche di gestione adottate per ognuna delle tre classi possono variare sensibilmente: si cerca di destinare molti sforzi per garantire la copertura dei fabbisogni degli articoli a più alto consumo annuo, mantenendone al minimo le scorte, che comportano oneri molto elevati; questo è ottenibile, sempre nel caso di alimentazione a lotti, con entrate molto frequenti e notevole cura nel predeterminare i fabbisogni futuri.

Per gli articoli a basso valore d'impiego invece si preferisce contenere al massimo i costi di gestione, puntando su scorte di sicurezza relativamente più grandi, in termini di periodo di copertura, per garantire il servizio. In effetti, poiché questi articoli vengono approvvigionati con frequenza bassa, e quindi in quantità relativamente alte, la garanzia del servizio si sposta in pratica, almeno in parte, dalla scorta di sicurezza a quella operativa: infatti è bassa anche la frequenza con cui si corre il rischio di rottura di stock, e la scorta operativa offre di per sé una buona protezione per gran parte del tempo.

## Indice di rotazione

L'indice di rotazione delle scorte è importante, perché fornisce al management dati importantissimi, su cui poi basare l'intera strategia aziendale.

Per una corretta gestione delle scorte non è sufficiente infatti individuare il livello della scorta di sicurezza, determinare il lotto economico d'acquisto ed il punto di riordino, ma bisogna tener sotto controllo anche altri fattori importantissimi, se non vitali, per una oculata gestione, come ad esempio il tempo in cui i beni sostano a magazzino (durata del ciclo di rinnovo).

Il parametro più utilizzato ed efficace per apprezzare la velocità di circolazione delle merci (durata del loro ciclo di rinnovo) è "l'indice di rotazione delle scorte". Questo indica il numero delle volte in cui avviene il completo rinnovo degli stock in un determinato periodo di tempo.

Una volta calcolato tale indice bisogna interpretarlo tenendo conto delle caratteristiche dell'attività svolta dall'azienda e dei beni che essa tratta. È facile comprendere come si dia particolare attenzione a questo indicatore, poiché un elevato indice di rotazione si traduce in minori capitali investiti in scorte, minori costi finanziari, minori costi di gestione del magazzino.

Al contrario, un indice di rotazione basso comporta, oltre a quelli finanziari, altri inconvenienti economici rappresentati da "fattori di rischio" legati ad un eventuale ribasso dei prezzi di mercato e a fenomeni di obsolescenza.

Il calcolo dell'indice di rotazione può avvenire attraverso due modalità, a seconda che si prendano in considerazione quantità fisiche o valori. Il metodo che utilizza quantità fisiche è calcolato in base al rapporto tra le quantità vendute od utilizzate in un dato periodo di tempo e la quantità della scorta media registratasi nello stesso periodo.

$$\text{Indice di rotazione} = \frac{\text{Quantità consumate}}{\text{Giacenze medie}}$$

Questa formula permette di calcolare la velocità di rinnovo di singole merci o gruppi che si possano esprimere quantitativamente con una comune unità di misura, ed è assai utile per individuare quali articoli tendono a sostare troppo a lungo in magazzino.

Il secondo metodo invece è impiegato quando si vuole fare un'analisi delle giacenze in magazzino ed individuare quali articoli tendono a sostare troppo a lungo in magazzino.

Per percepire il ritmo di rinnovo di magazzino a livello globale oppure con riferimento a gruppi di beni i cui quantitativi si esprimono con unità di misura

differenti, è necessario calcolare l'indice di rotazione relativo alla generalità dei beni trattati dall'azienda o al complesso degli articoli che formano un dato gruppo merceologico.

A tal fine è opportuno rendere omogenei fra loro i dati esprimendoli in termini monetari, cioè di valore. In tal caso avremo:

$$\text{Indice di rotazione} = \frac{\textit{Valorizzazione monetaria quantità consumata}}{\textit{Giacenze media valorizzata}}$$

Se il tasso di rotazione è basso si possono avere problemi di bassa movimentazione del magazzino che possono incidere sul flusso di cassa. Se il tasso di rotazione è molto alto, potrebbe generare rischio elevato di mancanza di merce da vendere.

# IL CASO MAPEI S.P.A.

## Descrizione Azienda

Mapei (Materiali Ausiliari Per l'Edilizia e per l'Industria) è stata fondata il 12 febbraio 1937 a Milano da Rodolfo Squinzi, padre dell'attuale capo azienda, Giorgio Squinzi.

Rodolfo Squinzi era il classico uomo "che si è fatto da sé".

L'imprenditore bergamasco era infatti dotato di un grandissimo intuito e di una forte determinazione senza, peraltro, possedere le competenze scientifiche.

Di famiglia contadina, nono di undici figli, dopo tre anni di scuole elementari, a dodici anni a causa della morte del padre è costretto ad abbandonare gli studi per iniziare a lavorare come operaio in un'azienda produttrice di tinteggiature (Mezzadri, 2005).

Durante un momento di crisi di quest'azienda, Rodolfo decide di mettersi in proprio aprendo una piccola attività, con tre dipendenti, per la produzione di intonaci colorati, pitture e collanti a base di caseina (Mezzadri, 2005).

L'attività viene interrotta a causa dello scoppio della seconda guerra mondiale per riprendere con maggior vigore contestualmente al boom edilizio del dopoguerra e allo sviluppo del distretto della ceramica di Sassuolo.

La Mapei ritorna dunque alla produzione d'intonaci e pitture focalizzandosi nella nicchia per la messa in opera dei pavimenti (linoleum, ceramica, moquette, pvc, pietre naturali).

Mapei è sempre stata, e lo è tuttora, un'azienda a gestione familiare nel vero senso della parola.

Negli anni '60, quando il mercato della ceramica cresce esponenzialmente, Mapei coglie l'occasione per offrire un prodotto standard, ma nello stesso tempo innovativo.

In questi anni la Mapei inizia una politica di differenziazione dei propri prodotti occupandosi anche di altri tipi di adesivi, di sigillanti, di malte speciali, d'impermeabilizzanti, di additivi per calcestruzzo.

Oltre all'ampliamento della gamma Rodolfo Squinzi decide di puntare sulla ricerca.

La ricerca è indirizzata alla qualità, ma anche alla sicurezza dei prodotti e alla compatibilità ambientale, principi seguiti dall'azienda in tema di sicurezza e strumenti adottati per osservarli al meglio.

Gli anni '70 sono contraddistinti dall'avvio della strategia d'internazionalizzazione, che porta l'azienda in poco più di venti anni a occupare la posizione di leader mondiale di adesivi e prodotti complementari per la posa di pavimenti e rivestimenti di ogni tipo.

Nel 1978 viene aperto un primo stabilimento in Canada su invito di un importatore conosciuto in occasione dei Giochi Olimpici del 1976, quando Mapei aveva fornito gli adesivi per la pavimentazione delle piste sportive.

Dopo breve tempo, vengono inaugurati altri insediamenti produttivi in Europa, nel Nord America e in Estremo Oriente.

Attualmente Mapei opera con 78 stabilimenti produttivi localizzati in Europa (Austria, Belgio, Bulgaria, Croazia, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Norvegia, Olanda, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Russia, Serbia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Ucraina, Ungheria), nelle Americhe (Argentina, Brasile, Canada, Colombia, Messico, Panama, Perù, Porto Rico, USA, Venezuela) in Africa (Egitto, Sudafrica), nel Far East (Cina, Corea, Emirati Arabi, Filippine, Hong Kong, India, Indonesia, Malesia, Qatar, Singapore, Vietnam) e in Oceania (Australia, Nuova Zelanda).

Oltre a ciò fornisce assistenza tecnico-commerciale in tutti i più importanti paesi del mondo e, su richiesta, può supportare nei cantieri i progettisti e i professionisti della posa dei suoi clienti.

La motivazione principale dell'internazionalizzazione delle attività produttive e commerciali risiede nella necessità di avvicinare l'azienda alle esigenze specifiche dei clienti esteri e di ridurre al minimo i costi di trasporto, che su prodotti a basso costo unitario, come quelli della Mapei, hanno un'elevata incidenza sul prezzo finale.

Di norma, la presenza Mapei in una nazione straniera inizia con un'attività di tipo commerciale per acquisire clientela e solo in un secondo momento, quando sono state testate le potenzialità del mercato, si passa all'insediamento produttivo.

Seguendo questa strada, nel giro di pochi anni, dalla seconda metà degli anni '70 a tutti gli anni '90, la Mapei è passata da piccola azienda a multinazionale.

Il dott. Giorgio Squinzi sottolinea le caratteristiche aziendali, che, oltre alla vocazione all'internazionalizzazione, hanno aiutato le qualità che da sempre connotano Mapei e cioè:

- La specializzazione produttiva, poiché l'azienda opera in una nicchia di prodotti tecnologicamente molto avanzati;
- I forti investimenti in Ricerca e Sviluppo;
- L'impegno per la qualità e la sicurezza certificate;
- La fiducia accordata al personale locale a tutti i livelli gerarchici.

Infine, una pietra miliare nella storia dell'azienda è costituita dall'acquisizione, avvenuta nel 1994, di Vinavil, uno dei principali competitors.

La struttura organizzativa adottata è di tipo funzionale: dall'amministratore unico dipendono le diverse direzioni di funzione (pianificazione, personale, sicurezza e ambiente, sistema qualità, amministrazione, logistica, produzione, marketing strategico, marketing operativo, assistenza tecnica). Il responsabile della funzione R&S è lo stesso amministratore delegato, il dottor Giorgio Squinzi.

Come è possibile osservare dalla tabella sottostante, la costante e progressiva internazionalizzazione del gruppo ha condotto negli ultimi dieci anni ad una crescita quasi verticale.

Anno	Numero dipendenti	Fatturato (in milioni di euro)
1986	373	33,6
1990	512	79,9
1999	1972	412,4
2000	2333	507,6
2003	3542	784,7
2006	4679	1180
2012	7500	2176
2014	7688	2414
2016	8557	2280
2017	9430	2406

**Dati tabella da Federchimica da 2006 al 2017 e da testo (Mezzadri,2005, pag.105) dal 1986 fino al 2003.**

## L'ambiente di riferimento: Make to Stock (MTS)

Prima di studiare il magazzino nei suoi aspetti di dettaglio descriviamo l'ambiente in cui si trova ad operare il gruppo Mapei.

L'ambiente di riferimento è di tipo *Make to Stock*: la produzione dei componenti e dei prodotti finiti avviene per ripristinare il livello di scorta di questi ultimi presso i depositi di fabbrica (gestiti dal soggetto produttore) e/o presso i depositi logistici (gestiti dal soggetto distributore) (Milanato,2008).

Il piano di produzione e distribuzione garantisce che il prodotto sia sempre disponibile all'arrivo dell'ordine cliente, e si basa su previsioni, la cui stima è di primaria importanza.

Il tempo accettato dai clienti tra l'ordine e la consegna è pari al tempo di spedizione, infatti il cliente viene servito direttamente dal magazzino prodotti finiti.

Sono in genere beni di valore unitario non troppo elevato e per i quali lo sbocco di mercato è vasto, esempio tipico sono i prodotti di consumo.



## Il prodotto e il mercato di riferimento

Il successo che ha portato il Gruppo Mapei ad essere tra le migliori testimonianze di imprese italiane nel mondo è soprattutto dovuto alla grande componente innovativa, che è riuscita a portare nell'ambito dell'edilizia.

I suoi prodotti sono sviluppati perseguendo obiettivi di attenzione nei confronti dell'ambiente e dell'utente stesso.

La multinazionale milanese mira a:

- Alla riduzione del consumo energetico tramite l'utilizzo dei prodotti;
- Produrre localmente usufruendo d' impianti che rispettano l'ambiente;
- Prodotti sicuri per l'applicatore e l'utilizzatore finale, certificati secondo gli standard ufficiali più severi.

Il Gruppo Mapei vanta migliaia e migliaia di referenze nel mondo e la più completa gamma esistente per rispondere a qualsiasi necessità del progettista e dell'utente finale, fornendo sempre le migliori soluzioni. Per offrire ai clienti le più specifiche ed avanzate soluzioni nel mondo dell'edilizia, Mapei si pone sul mercato con ben 16 linee prodotto per un totale di più di 5000 prodotti per l'edilizia.

<b>1</b> Prodotti per ceramica e materiali lapidei	<b>2</b> Prodotti per resilienti, LVT, tessuti e pavimentazioni sportive	<b>3</b> Prodotti per parquet	<b>4</b> Prodotti per pavimentazioni cementizie e in resina
<b>5</b> Prodotti per l'isolamento acustico	<b>6</b> Prodotti per l'edilizia	<b>7</b> Additivi per calcestruzzo	<b>8</b> Prodotti per il rinforzo strutturale
<b>9</b> Prodotti per il risanamento di edifici in muratura	<b>10</b> Prodotti per l'isolamento termico	<b>11</b> Finiture murali colorate e protettive	<b>12</b> Prodotti per impermeabilizzare
<b>13</b> Prodotti per costruzioni in sotterraneo	<b>14</b> Sigillanti ed adesivi elastici	<b>15</b> Prodotti per l'industria navale	<b>16</b> Additivi di macinazione per cemento

*Linee prodotti Gruppo Mapei*



### *Sedi Mapei in Italia*

I prodotti Mapei contribuiscono a migliorare la qualità della vita migliorando l'estetica, il comfort e la sicurezza degli ambienti in cui viviamo.

Nel territorio italiano, oltre alla sede legale a Milano, è presente con 8 stabilimenti produttivi, 4 filiali commerciali, un centro di distribuzione e uno stadio di proprietà.

Mapei è quindi sinonimo di innovazione e crea di continuo sistemi di prodotto completi per rispondere a qualsiasi tipo di richiesta.

È questo il vero motivo per il quale Mapei è leader mondiale nel mercato degli adesivi, sigillanti e prodotti chimici per edilizia.

## Il mercato mondiale dell'edilizia

Il mercato a cui si rivolge Mapei S.p.a. è quello dell'edilizia in tutte le sue sfaccettature. Prima di illustrare il caso aziendale e addentrarsi nello spiegare l'ambiente, in cui opera il centro di distribuzione che andremo ad esaminare, occorre certamente dare qualche informazione sull'andamento di questo settore negli ultimi anni.

Nel 2017 il valore degli investimenti in costruzioni nel mondo ha superato gli 8200 miliardi di euro, con un incremento stimato nel 3,4% rispetto al 2016.

L'andamento dell'edilizia globale del 2017 è stato in linea con quello del PIL mondiale, che il Fondo Monetario Internazionale ha valutato in crescita del 3,6%.



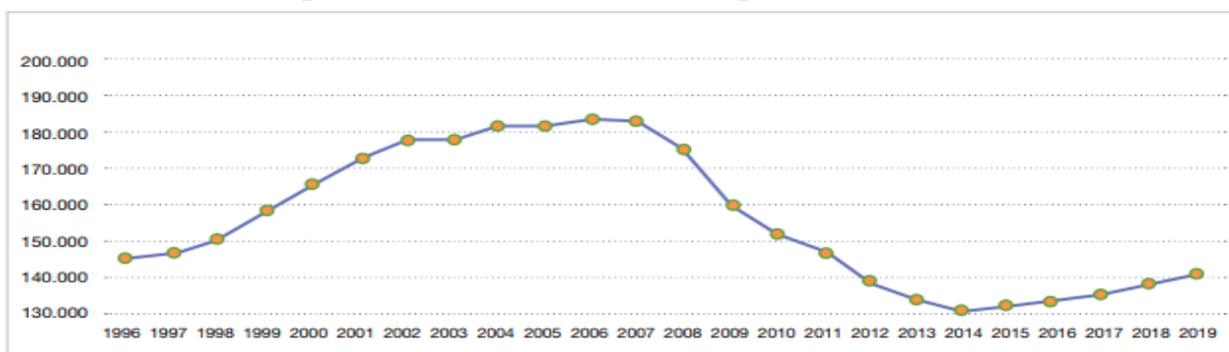
(Prometeia, dicembre 2017)

Il mercato italiano delle costruzioni ha registrato nel 2017 una crescita moderata, che viene stimata in circa l'1%.

Il grafico sottostante mostra come, nonostante la modestissima ripresa degli investimenti in atto dal 2015, il valore della produzione sia nettamente inferiore a quello precedente la fase espansiva del mercato.

Anche in ipotesi di crescita moderata nel biennio 2018-2019, la caduta dei volumi produttivi del settore edilizio non sarà recuperata, se non in minima parte. Il consumo di

cemento è passato dai 46 milioni di tonnellate del 2007 ai 19 dello scorso anno, con una flessione pari a quasi il 60%.



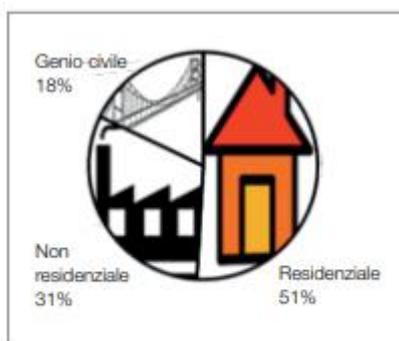
**FIGURA 1.** Valore della produzione nel settore delle costruzioni (in milioni di euro – prezzi costanti 2005).

Fonte: Cresme, 25° Rapporto Congiunturale e Previsionale, Novembre 2017. Dati al netto degli investimenti in fonti di energia rinnovabili

Il mercato delle piastrelle è invece crollato del 47%, passando dai 200 milioni di m<sup>2</sup> pre-crisi 2008 ai 106 milioni stimati per il 2017.

Lo scorso anno la performance del settore edilizio è stata inferiore a rispetto a quella complessiva dell'economia. In base alle stime fornite dai principali enti previsori, infatti, nel 2017 il PIL italiano è cresciuto del 1,5%.

Oltre 50% degli investimenti sono assorbiti dal settore abitativo, mentre la quota del non residenziale si stima in circa 31%. Il comparto del genio civile, a dinamica negativa degli ultimi anni, vede la propria incidenza ridursi al di sotto del 18% (vedi figura 2).



**FIGURA 2.** Il settore delle costruzioni italiano: ripartizione percentuale degli investimenti.

Nel 2017 il comparto rinnovo e manutenzione ha raggiunto il suo massimo peso sul valore del settore costruzioni nazionale: si stima che si attesti sul 75% e che quindi gli investimenti in nuove costruzioni pesino per appena 1/4 sull'output delle costruzioni in Italia.

La prevalenza degli investimenti nella manutenzione rispetto alle nuove costruzioni è un tratto comune alle economie mature, tuttavia in nessun paese europeo il nuovo assume una dimensione così modesta nel mix degli investimenti.

Pur se a partire dal 2018 si attende una parziale ripresa degli investimenti in nuove costruzioni, nei prossimi anni i pesi dei due comparti dovrebbero registrare variazioni di rilievo e l'edilizia italiana continuerà a essere sempre fortemente legata al rinnovo e alla manutenzione.

## Sassuolo e l'economia industriale

È importante soffermare l'attenzione sull'ambiente industriale, in cui si trova ad operare il deposito logistico prima di discutere il caso aziendale.

Come già segnalato, nell'evoluzione della multinazionale operante nel settore della chimica per l'edilizia, il settore ceramico ha dato un notevole contributo all'espansione del gruppo Mapei.

Il distretto ceramico per eccellenza a livello nazionale è situato fra le province di Modena e Reggio Emilia, lungo l'asse industriale Sassuolo, Fiorano e si è progressivamente esteso verso i comuni modenesi di Formigine, Maranello e Castelvetro e verso quelli reggiani di Scandiano, Casalgrande e Rubiera.

Dal rapporto 2017 di Confindustria Ceramica emerge che le industrie italiane di ceramica sono 222, divise tra piastrelle, ceramica sanitaria, stoviglie e materiali refrattari, che occupano 25.146 addetti e che hanno fatturato oltre 6,3 miliardi di euro complessivi. Anche questo settore è soggetto all'internazionalizzazione produttiva, poiché ci sono 15 società di diritto estero, controllate da 8 gruppi ceramici italiani, che nel 2017 hanno occupato 3.138 addetti in fabbriche estere e hanno prodotto 87 milioni di metri quadrati di piastrelle. Le vendite totali hanno generato un fatturato di 862,1 milioni di euro, frutto di vendite per 469,9 milioni di euro da attività in Europa e per la restante parte, 392,2 milioni di euro, da vendite in Nord America. Il 79,9% del fatturato totale deriva da vendite nel medesimo mercato sede della fabbrica.

Il mercato della ceramica in Italia si può suddividere in 4 macro-categorie:

### **Le piastrelle di ceramica**

Sono 145 le aziende presenti sul suolo italiano, dove sono occupati 19.515 addetti che nel corso del 2017 hanno prodotto 422 milioni di metri quadrati, tali da consentire vendite per 421,9 milioni di metri quadrati. Le vendite in Italia si posizionano a 83,7 milioni di metri quadrati, volumi che però rappresentano meno della metà del mercato interno pre-crisi. In aumento i volumi esportati, ora pari a 338,2 milioni di metri quadrati. Il fatturato totale delle aziende ceramiche che producono in Italia raggiunge così i 5,5 miliardi di euro, derivante per 4,7 miliardi dalle esportazioni (quota dell'85% sul fatturato) e da 842 milioni di euro in Italia. Per il quarto anno consecutivo gli investimenti sono in crescita: nel 2017 hanno raggiunto i 514,9 milioni di euro, con una quota sul fatturato annuo pari al 9,3%, ai vertici dei settori manifatturieri nazionali. Le ragioni che hanno permesso una crescita degli investimenti sono date dalle misure di Industria 4.0, colte appieno dalle aziende del settore, dal recupero di competitività attraverso tecnologie più evolute, dall'ammodernamento degli stabilimenti e delle linee produttive, e la conseguente fiducia sulle prospettive del settore.

## **La ceramica sanitaria**

Sono 33 le aziende industriali produttrici di ceramica sanitaria in Italia, 30 delle quali localizzate nel distretto di Civita Castellana (Viterbo). L'occupazione nazionale è pari a 3.118 dipendenti (stabile), che ha realizzato una produzione pari a 4,27 milioni di pezzi. Il fatturato è di 353,3 milioni di euro, con vendite sui diversi mercati esteri pari a 159 milioni di euro.

## **L'industria dei materiali refrattari.**

Le 34 aziende attive nella produzione di materiali refrattari presenti sul territorio nazionale occupano 1.808 addetti (-8% rispetto al 2016), con volumi in calo del -3,7%, vendite del -2,9%. Le vendite in Italia hanno una quota del 61% dei volumi complessivi. Il fatturato totale è stabile sui valori dello scorso anno (oltre 350 milioni di euro) e deriva da vendite sul territorio nazionale in crescita dell'1,1%, in calo del -12,4% nella Comunità Europea ed in crescita del +10,4% come esportazioni extracomunitarie.

## **Le stoviglie in ceramica.**

Le 10 aziende industriali italiane che occupano 705 dipendenti per una produzione 12.800 tonnellate ed altrettante vendite di prodotto finito. Le vendite sul mercato domestico rappresentano il 77% delle vendite totali. Il fatturato 2017 è stato superiore a 50 milioni di euro, di cui il 72% realizzato in Italia.

Da questa suddivisione emerge l'importanza fondamentale del distretto di Sassuolo nel complesso del mercato delle ceramiche. Ciò è dovuto al fatto che più della metà della produzione di ceramica in Italia si basa sulle piastrelle. Il mercato delle piastrelle inoltre registra un'espansione ed un fatturato con cifre importanti. Ad oggi il distretto si riesce a destreggiare bene tra la concorrenza internazionale ed è ancora uno dei principali poli produttivi mondiali per le piastrelle in ceramica, delle quali realizza la grande maggioranza della produzione nazionale.

## Il deposito Mapei di Sassuolo

Il sito logistico, in cui ho svolto il progetto di tesi è ubicato a Sassuolo ed è composto da due capannoni industriali, il primo di circa 2700mq e il secondo di circa 2100mq. Nel primo fabbricato nella parte anteriore sono posti alcuni uffici, un'area occupata da un tintometro, utilizzato per produrre pitture a base d'acqua, secondo le richieste dei clienti, e per la restante parte dal magazzino.

Il secondo edificio invece è interamente dedicato allo stoccaggio dei prodotti finiti.



Durante l'esperienza ho osservato le diverse attività, che sono effettuate all'interno del deposito logistico con un'attenzione particolare alle dinamiche relative alla movimentazione e allo stoccaggio delle merci.

L'attività principale svolta nel magazzino dagli operatori consiste nello spostamento mediante carrello elevatore di prodotti imballati e nella preparazione di bancali completi destinati alla vendita.

Il materiale movimentato giunge al deposito di Sassuolo in sequenza temporale dalle aziende, facenti parte del gruppo, chiamate Cercol e Adesital e successivamente dagli stabilimenti di Mediglia e Latina.

Un'attività rilevante perciò è certamente quella relativa allo scarico delle merci provenienti dagli altri stabilimenti produttivi, che implica la movimentazione manuale di prodotti finiti confezionati del peso massimo di 25 kg.

Per la movimentazione dei carichi all'interno del deposito sono situati carrelli elevatori a forche retrattili e le postazioni di ricarica delle batterie degli stessi.

Per limitare i rischi legati alla movimentazione manuale dei carichi sono stati installati manipolatori di differenti tipologie.

Per la spedizione dei prodotti, invece, azioni necessarie sono quelle relative al confezionamento dei bancali, spesso costituiti da prodotti misti.

Questo comporta la fasciatura degli stessi mediante l'utilizzo di macchine fasciatrici, che applicano pellicole di plastica come già citato nella parte introduttiva ai magazzini adibiti alle spedizioni.

I prodotti sono raccolti sia all'interno dei fabbricati sia all'esterno, come vedremo successivamente, tenendo conto di alcuni requisiti.

È bene ricordare che il deposito è utilizzato per lo stoccaggio di adesivi e prodotti chimici per l'edilizia, in polvere, liquidi e in pasta.

Altre attività, che si effettuano nei vari uffici situati nel primo fabbricato sono di tipo amministrativo e commerciale per la vendita all'ingrosso di prodotti MAPEI.

I rapporti commerciali con i clienti possono essere diretti, telefonici oppure attuati tramite l'utilizzo di strumentazioni elettroniche quali personal computer, stampanti e fotocopiatrici.

## Processi interni al polo logistico

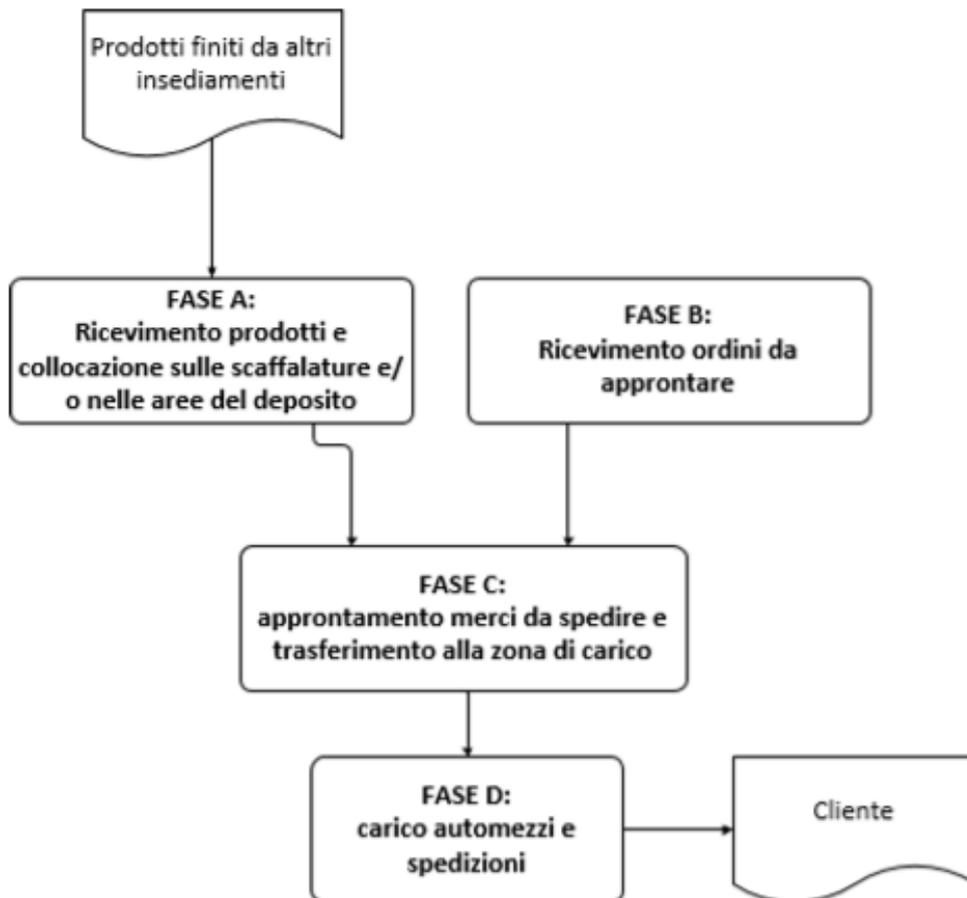
I processi che sono eseguiti all'interno del deposito Mapei si possono classificare in due tipologie di processi: *processi principali* e *processi di supporto*.

Il processo principale è quello operativo, che ha come sotto-processi il Magazzino, la Manutenzione, gli Approvvigionamenti e le Spedizioni.

Il responsabile di questo processo è il responsabile del deposito.

I processi di supporto sono invece quelli riguardanti:

- ✓ Gli Acquisti;
- ✓ La Gestione della salute, sicurezza e ambiente;
- ✓ La Gestione della qualità;
- ✓ Le Risorse Umane.



Come si può vedere dallo schema del processo ci sono 4 fasi principali, che caratterizzano l'attività del deposito:

- ◆ FASE A: I prodotti finiti confezionati e pallettizzati provenienti da altri stabilimenti del gruppo Mapei arrivano al deposito su autocarri e autotreni. Dagli automezzi, i bancali vengono scaricati dagli operatori e collocati sulle scaffalature o nelle altre aree del deposito, con l'ausilio di carrelli elevatori.

- ◆ FASE B: L'ufficio spedizioni consegna al vettore l'elenco dei prodotti ordinati dal cliente.
  
- ◆ FASE C: In magazzino vengono emessi i buoni di prelievo del materiale dalle scaffalature e/o dalle aree del deposito nel caso di bancali completi. Nel caso di bancali costituiti da confezioni di diversi prodotti avviene una pallettizzazione manuale. Successivamente i pallet prelevati o assemblati vengono imballati con polietilene estensibile, pesati e vi vengono apposti cartelli necessari all'individuazione del destinatario. Successivamente il materiale approntato viene trasferito alle zone di carico automezzi.
  
- ◆ FASE D: Il materiale in spedizione viene caricato sugli automezzi nelle varie zone di carico disponibili. Prima di effettuare il carico viene verificata la corrispondenza tra l'ordine ed il materiale preparato. Al termine del carico, presso l'ufficio spedizioni, vengono rilasciati i documenti di trasporto.

## Processo di gestione di un ordine cliente

Negli uffici degli ordini e delle spedizioni, interni al primo fabbricato, sono gestiti dal punto di vista amministrativo gli ordini dei clienti.

L'ordine del cliente arriva per mail, fax o in maniera diretta all'ufficio ordini, che esegue le azioni amministrative, il controllo dei prezzi e l'attuazione di promozioni. È possibile si verificano problematiche di tipo amministrativo nei confronti di alcuni clienti e si debba richiedere l'autorizzazione alla sede centrale.

In questa fase può succedere che non sia presente tutta la merce necessaria per soddisfare l'ordine in modo completo.

Viene eseguito un controllo delle giacenze presenti in magazzino e si evidenziano quali siano i prodotti mancanti, che verranno gestiti in un secondo momento appena sarà possibile.

Una volta caricati i prodotti sull'automezzo del vettore, viene confermato l'ordine e l'ufficio spedizioni emette il documento di trasporto, che può riguardare la consegna totale o parziale dell'ordine a seconda della fase precedente del processo, per l'archiviazione.

Data la conferma per la spedizione, oltre al documento di trasporto vengono emesse due copie dell'ordine da consegnare al magazzino per preparare l'ordine ed effettuare i controlli sia una volta preparato l'ordine, sia successivamente al carico sugli automezzi dei vettori.

## Processo di picking

Prima di iniziare le attività effettive di riorganizzazione del magazzino del deposito logistico, è utile esporre come sia di fondamentale importanza il ruolo del software gestionale per la preparazione dell'ordine da parte degli operatori.

A tutte le possibili tipologie di prodotti è assegnata infatti una sequenza di carico all'interno del gestionale.

L'ERP, comune all'intero gruppo Mapei S.p.a., stampa il documento per il prelievo dei prodotti, in cui è presente l'elenco degli stessi con le relative quantità.

Questo documento di prelievo, che viene utilizzato dagli operatori per preparare l'ordine, è stampato nell'elenco, che è stata assegnato in base all'ubicazione della merce in magazzino e del peso del prodotto.

Ciò è di grande importanza, poiché la maggioranza degli ordini effettuati dai clienti del deposito è costituito da unità di carico miste, cioè sono costituite da differenti tipologie prodotti.

La sequenza dell'elenco dei prodotti del documento di prelievo assicura che i prodotti siano collocati sul bancale nel seguente ordine:

1. Sacchi;
2. Fustini;
3. Scatole;
4. Altro.

L'operatore seguendo l'ordine non incorre in cattive collocazioni dei prodotti sul bancale, che possono causare la rottura dei prodotti o difficoltà nella pallettizzazione manuale del bancale, e può svolgere il suo compito in maniera più rapida.

Ai prodotti, che non sono confezionati in sacchi, fustini e scatole, è assegnata una priorità in base all'ubicazione, che essi hanno in magazzino.

Questo strumento consente il mantenimento del know how aziendale nel caso di futuri nuovi operatori in magazzino.

## Controllo degli ordini preparati e al carico

Nello svolgimento del processo di picking il controllo dei bancali preparati nella zona di carico ha un ruolo primario.

È importante menzionare le due tipologie di controllo, che avvengono all'interno del deposito.

Il primo avviene quando i prodotti sono posizionati nella zona di preparazione degli ordini e l'operatore avverte il responsabile di magazzino o il responsabile della logistica, che ha completato la preparazione dell'ordine.

L'altro controllo è effettuato non appena gli operatori comunicano al responsabile di magazzino o della logistica, che hanno caricato tutto nei bancali preparati per un determinato cliente sul camion dello stesso o di una compagnia di trasporto, che esegue la consegna per conto di esso.

Il primo controllo ha come obiettivi l'individuazione di eventuali errori dovuti a:

- Scambio di prodotti;
- Scambio di confezioni di prodotti;
- Eccesso di quantità di prodotti;
- Mancanza di prodotti ordinati.

Il secondo controllo ha lo scopo di identificare:

- ❖ Dimenticanze di bancali interi già preparati nella zona di carico;
- ❖ Errori dovuti a scambio di automezzi di clienti.

Dopo aver eseguito entrambi i controlli, si può segnalare al vettore che il carico è stato completato con successo e può partire per effettuare la consegna.

Questa procedura è tipica delle vendite di prodotti con la modalità di Franco Partenza, ovvero quando il venditore è liberato da ogni responsabilità, dal momento della consegna della merce allo spedizioniere.

Il venditore deve infatti garantire l'integrità della stessa soltanto al momento della consegna al vettore.

## Assunzione del problema

Precedentemente si sono descritti il business in cui opera il Gruppo Mapei, i suoi prodotti, sul distretto ceramico di Sassuolo, e il deposito logistico.

È ora il caso di passare alle criticità generali che interessano il magazzino, che sono state oggetto dello studio durante i mesi di tirocinio.

Come anticipato, il sito logistico riceve in ingresso prodotti dagli altri stabilimenti Mapei e prepara, attraverso operazioni di picking, gli ordini ricevuti dai clienti.

Lo studio è partito dall'interesse, da parte del management del deposito logistico di Sassuolo, nei confronti dell'analisi dei flussi logistici e nel valutare l'attuale disposizione delle scaffalature e l'allocazione dei prodotti stessi nel magazzino.

La mia analisi parte quindi dal comprendere lo stato attuale del magazzino e intende suggerire un metodo per ricollocare i prodotti, seguendo un'ottica di ottimizzazione del magazzino.

La decisione di intraprendere queste azioni di monitoraggio e miglioramento nei confronti dell'ambito logistico è la dimostrazione che, l'attenzione verso la gestione delle scorte, sta crescendo all'interno dell'azienda, come nel settore industriale in generale.

Questo studio, oggetto della mia tesi, ha rappresentato il primo passo di un progetto più ampio di re-layout del magazzino, che si può così riassumere:

- a) Analisi della situazione attuale riguardante il magazzino prodotti finiti;
- b) Rilievo delle criticità, che caratterizzano la situazione attuale, del magazzino;
- c) Proposte di riallocazione prodotti all'interno delle diverse aree del deposito;
- d) Valutazione tecnica delle proposte di riorganizzazione;
- e) Valutazione economica delle proposte di riorganizzazione.

L'avvio del progetto di riorganizzazione del magazzino, passa necessariamente dalla creazione di una base di dati affidabile, che permette di fotografare nel dettaglio il magazzino, fornendo informazioni sulle movimentazioni e i consumi passati di ogni codice.

Questi dati, saranno poi la base di partenza per effettuare le scelte corrette e per rispondere a domande fondamentali, sui materiali presenti a magazzino:

- Si tratta di materiale a valore?
- Serve al mercato?
- Conviene tenerlo in giacenza?

L'obiettivo iniziale dello studio è stato quello di identificare un numero limitato di codici ad elevato valore e soggetti ad alto rischio d'obsolescenza, su cui concentrare gli sforzi di riduzione delle scorte.

Al fine di fornire risposte e soluzioni che fossero per Mapei S.p.a. efficaci ed efficienti al tempo stesso, si è reso necessario un preciso percorso di analisi.

Questo iter, a mio parere sempre valido ogni qual volta si deve effettuare un'analisi della situazione esistente di un magazzino, è stato sviluppato sfruttando le potenzialità offerte dall'analisi ABC incrociata, di cui si è già parlato nei capitoli iniziali.

## Analisi ABC incrociata

Secondo il principio di Pareto, in ogni fenomeno della vita aziendale vi è un numero ridotto di elementi, che hanno grande rilevanza, mentre gli altri elementi hanno un peso molto minore fino a diventare trascurabile.

Per sapere su quali prodotti concentrarsi per monitorare lo stato attuale del magazzino del deposito, è convenuto compiere un'analisi ABC incrociata, dalla quale sarà possibile estrapolare informazioni utili.

La classificazione ABC degli articoli è stata quindi effettuata sul valore dei consumi e sul valore delle giacenze.

L'approccio al problema è partito dalla misurazione delle giacenze medie dei prodotti in magazzino.

I dati, che hanno consentito di effettuare quest'analisi per monitorare la situazione di partenza, sono stati ricavati dagli inventari trimestrali digitali dell'anno precedente.

Al deposito MAPEI l'inventario è attuato ogni trimestre e le informazioni sui prodotti presenti sono raccolte con una procedura standard, che prevede le seguenti fasi:

- a) Rilevazione;
- b) Verifica;
- c) Inserimento nel gestionale;
- d) Controllo dell'inserimento.

La rilevazione dei prodotti presenti in magazzino è eseguita in una prima fase a livello cartaceo, scrivendo il nome del prodotto, il relativo codice e la quantità di confezioni presenti all'interno di un elenco di tabelle, che permettono una mappatura del magazzino sia per le scaffalature sia per la parte di magazzino a catasta.

La tabella, su cui sono raccolti questi dati, è divisa in quattro colonne, nel caso delle scaffalature ad ogni colonna è assegnato un piano dello scaffale.

Successivamente i dati inseriti tramite il primo controllo sono verificati da un altro operatore ed inseriti da un impiegato sul software gestionale aziendale.

Infine, il responsabile dell'area logistica effettua l'ultimo accertamento dei dati.

I dati, che saranno analizzati, sono quelli definitivi poiché sono stati ottenuti dopo l'inserimento a gestionale e il controllo del responsabile della logistica.

È stato così possibile attribuire ad ogni articolo una classe per i consumi e una per le giacenze.

Per maggiore chiarezza, ricordiamo che, sia per i consumi sia per le giacenze, la «classe A» copre l'80% del volume totale, la «B» un ulteriore 15% e la «C» l'ultimo 5%.

Viene esplicitata anche una «classe D» per i consumi, relativa a quegli articoli per i quali il valore di consumo è stato nullo nei 12 mesi considerati nell'analisi.

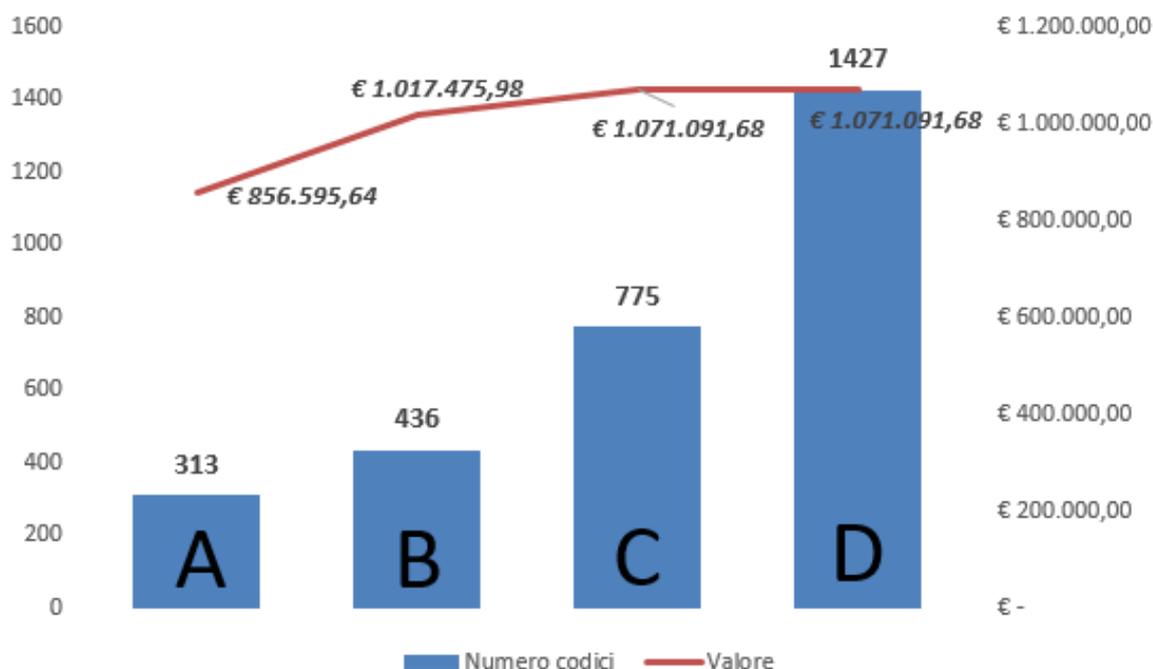
La giacenza media è stata calcolata prendendo in esame gli inventari trimestrali di Marzo, Giugno, Settembre e Dicembre dell'anno 2017.

$$S_{MEDI A} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}{4}$$

Questa prima analisi porta a dire che un limitato numero di articoli incidono in maniera significativa sul valore del magazzino, mentre un grosso numero di articoli incidono limitatamente su tale valore.

La “classe D” nella classificazione delle giacenze, come già descritto, è invece rappresentata dagli articoli, che non erano presenti negli inventari trimestrali compiuti durante l'anno.

Dalla tabella sottostante si possono osservare la suddivisione delle classi a livello di numero di codici prodotto e a valore.



Da questo grafico si può intuire come 313 articoli su un totale di 2951 incidano per l'80% sul valore globale del magazzino.

Questi valori tendono a mostrare la concretezza del principio di Pareto, poiché il 20,53% degli articoli, che erano presenti in magazzino durante le attività di inventario, ha l'80% del valore totale delle giacenze medie raccolte.

Questi 313 articoli, che rappresentano la maggior parte del valore del deposito rispetto all'ammontare di articoli gestiti dalla struttura, sono appena il 10,61%.

Un ulteriore 15% del valore del magazzino è composto da 436 articoli, che rappresentano il 14,77% del totale degli articoli gestiti dal deposito.

Il rimanente 5% del valore del magazzino è costituito dalla gestione di 775 prodotti, che sono il 26,26% dei prodotti finiti che il deposito di Sassuolo spedisce ai clienti.

È infine osservabile un grande numero di prodotti finiti, che non sono stati riscontrati durante gli inventari del 2017.

La classe D è infatti composta da 1427 articoli, il 48,36% dei prodotti totali gestibili.

Tra questi articoli, come vedremo dalla successiva analisi, è possibile identificare codici, che vengono ordinati su richiesta del cliente e si fermano per brevi periodi sugli scaffali.

Oltre a questi casi, ci sono anche parecchi prodotti, che ormai non sono più molto richiesti dal mercato e perciò sono presenti nel database degli articoli, ma non risultano in magazzino.

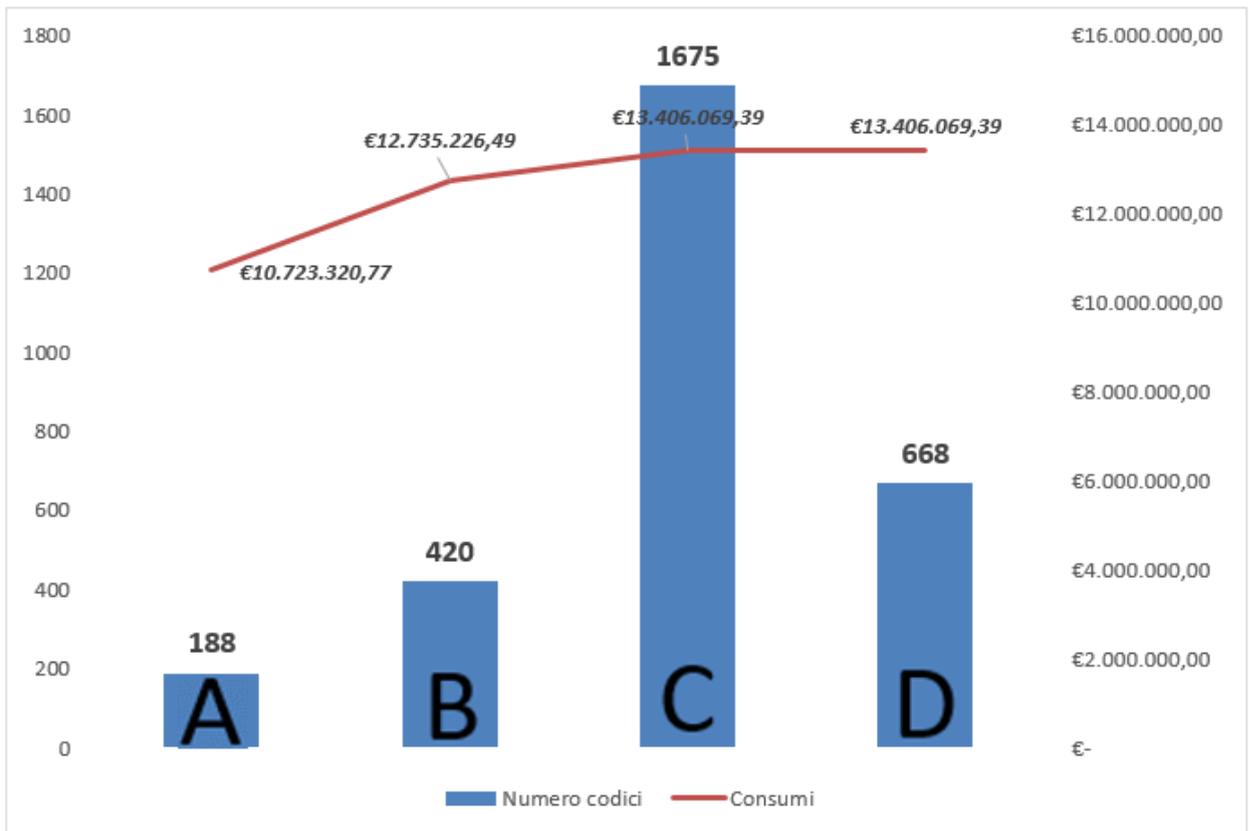
Altri codici invece rappresentano articoli, che hanno subito aggiornamenti legati alla formula di composizione oppure al formato di vendita e sono quindi diventati obsoleti, ma non sono stati eliminati dal database.

Non essendo possibile risalire alla natura dei costi diretti e indiretti legati alla produzione dei diversi prodotti poiché non sono informazioni, che interessano le attività del centro di distribuzione, il valore del magazzino è stato calcolato utilizzando i prezzi di vendita effettivi dei prodotti finiti.

In conclusione, di questa prima verifica è possibile affermare che nel 2017 la giacenza media è stata di 1524 codici diversi per un valore superiore al milione di euro.

In seguito, attraverso il database delle vendite del deposito nell'anno 2017 sono state ricavate le informazioni relative ai consumi di ogni singolo articolo in euro.

È stata così compiuta la classificazione ABC degli articoli in base al valore dei consumi.



Da questa successiva analisi è stato verificato che rispetto ai 2951 articoli gestiti dal deposito, 188 di questi hanno permesso di fatturare più di 10,7 milioni di euro.

Il dato, che si traduce in 6,37% di articoli gestiti e l'8% dei codici venduti nel 2017, ha consentito di ricavare dalla propria vendita l'80% del valore dei prodotti venduti durante il medesimo anno.

Un ulteriore 15% del valore dei prodotti venduti è suddiviso tra altri 420 articoli e l'ultimo 5% da 1675 articoli, oltre il 56% rispetto al totale di quelli venduti.

Nel 2017 ci sono stati 668 codici, appartenenti al database degli articoli, che non sono stati soggetti ad alcuna vendita.

Come è già stato descritto, ci sono articoli che sono mantenuti all'interno del database, ma che non sono più commercializzati per cause legate soprattutto all'innovazione di prodotto, cambiamenti di formato o altre ragioni collegate al mercato.

Il deposito logistico ha distribuito merce per un valore di oltre 13,4 milioni di euro con spedizioni giornaliere dell'ordine di 40 tonnellate di prodotti finiti.

Essendo i prodotti stoccati in formati soprattutto tra i 5 e i 25 kg, questo dato mostra come la quantità di prodotti venduti in questo mercato sia uno dei fattori principali.

Per capire quali fossero i prodotti, che avessero l'impatto più importante, sia sulle giacenze a magazzino, sia riguardo ai prodotti venduti, si è optato per un'analisi ABC

degli articoli, sia per le giacenze medie a magazzino tenute durante il 2017, sia per i consumi annuali del medesimo anno.

Rilevando poi i valori complessivi, per ogni incrocio delle due classi, su una matrice riassuntiva, è stato possibile effettuare una serie di considerazioni necessarie per la riorganizzazione del magazzino prodotti finiti.

Riportando poi i valori complessivi, per ogni incrocio delle due classi, su una matrice riassuntiva, è stato possibile effettuare una serie di riflessioni.

La cross matrix è costituita da 16 quadranti, che espongono le caratteristiche di tutte le classi dei prodotti, come è possibile osservare dalla tabella sottostante.

GIACENZA	CONSUMO				Totale complessivo
	A	B	C	D	
<b>A</b>					
Conteggio di codice	170	111	19	11	311
Somma di tot euro consumato	10411855,27	672244,9	19371,56	0	11103471,73
Somma di tot euro consumato%	77,67%	5,01%	0,14%	0,00%	82,82%
Media di IR	15,65549904	4,749806938	1,187421538	0	13,01197895
Somma di tot euro giacenza	€ 665.060,58	€ 141.530,99	€ 16.313,97	€ 30.421,36	€ 853.326,91
Somma di tot euro giacenza%	62,32%	13,26%	1,53%	2,85%	79,96%
<b>B</b>					
Conteggio di codice	14	228	184	10	436
Somma di tot euro consumato	248064,41	1049749,87	180093,74	0	1477908,02
Somma di tot euro consumato%	1,85%	7,83%	1,34%	0,00%	11,02%
Media di IR	40,17582376	11,56890935	2,990322107	0	9,211365822
Somma di tot euro giacenza	€ 6.174,47	€ 90.738,88	€ 60.225,53	€ 3.305,08	€ 160.443,96
Somma di tot euro giacenza%	0,58%	8,50%	5,64%	0,31%	15,03%
<b>C</b>					
Conteggio di codice	3	53	676	44	776
Somma di tot euro consumato	50951,39	180050,27	285128,14	0	516129,8
Somma di tot euro consumato%	0,38%	1,34%	2,13%	0,00%	3,85%
Media di IR	164,0447641	27,73289777	6,543296592	0	9,664587793
Somma di tot euro giacenza	€ 310,59	€ 6.492,30	€ 43.575,61	€ 3.025,72	€ 53.404,22
Somma di tot euro giacenza%	0,03%	0,61%	4,08%	0,28%	5,00%
<b>D</b>					
Conteggio di codice	1	28	795	603	1427
Somma di tot euro consumato	12449,7	109860,68	186223,02	0	308533,4
Somma di tot euro consumato%	0,09%	0,82%	1,39%	0,00%	2,30%
Media di IR	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Somma di tot euro giacenza	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Somma di tot euro giacenza%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Totale complessivo</b>					
Conteggio di codice	188	420	1674	668	2950
Somma di tot euro consumato	10723320,77	2011905,72	670816,46	0	13406042,95
Somma di tot euro consumato%	79,99%	15,01%	5,00%	0,00%	100%
Media di IR	15,96811901	8,426400603	5,584779847	0	29,97929946
Somma di tot euro giacenza	€ 671.545,64	€ 238.762,17	€ 120.115,11	36752,15962	1067175,09
Somma di tot euro giacenza%	62,93%	22,37%	11,26%	3,44%	100%

Il calcolo della classe D è stato eseguito per differenza, in quanto in nessuno dei due database erano riportati i codici a 0 consumo e 0 giacenza.

Per l'identificazione dei codici a 0 consumo si sono associati i codici consumati ai codici in giacenza.

I codici che non avevano un collegamento sono quindi stati selezionati e catalogati come codici aventi consumo pari a 0.

Procedimento inverso è stato attuato per il calcolo di quelli a giacenza 0.

Tra questi possono esserci codici aventi una politica di «non mantenimento a stock».

Infine, si è effettuato un confronto tra giacenza media e consumo annuale per articolo, da cui si è ottenuto l'indice di rotazione dell'articolo.

$$\text{Indice di rotazione a valore} = \frac{\text{Valore quantità consumata dell'articolo}}{\text{Giacenza media a valore dell'articolo}}$$

Al termine di questi calcoli si è giunti all'indice di rotazione annuale del magazzino del deposito logistico.

Dalla matrice incrociata, si può apprendere molto sulle modalità di gestione delle scorte da parte dell'azienda; perciò è uno strumento utilissimo per ricercare il giusto mix tra costi e benefici.

Spesso aggregare, formalizzare e strutturare fenomeni e attività comuni costituisce un valido supporto alle analisi e alle decisioni: ne è esempio l'analisi ABC, indispensabile punto di partenza per definire, in molti contesti, le corrette priorità di intervento.

Dalla matrice appena descritta è inoltre possibile calcolare l'indice di rotazione medio annuale attraverso la seguente formula.

$$IR_{MEDI\ O\ ANNUALE} = \frac{\sum_{i=1}^{16} IR_i}{16}$$

Con  $IR_i$  si intende l'indice medio di rotazione di ogni blocco  $i$  della matrice.

L'indice di rotazione medio annuale del deposito MAPEI di Sassuolo durante l'anno 2017 è 17,1655.

Ciò implica un tempo di rotazione medio di 21,26 giorni, che si traduce in una rotazione ogni tre settimane circa, che è un ottimo valore.

Ciò indica il numero delle volte, in cui avviene il completo rinnovo degli stock in un determinato periodo di tempo.

Questo indice ha mostrato come in magazzino sia tenuto un livello di giacenza proporzionale alle vendite effettuate e ciò ha permesso di continuare l'analisi in ottica di riorganizzazione.

Per svolgere un'analisi più completa oltre a giacenze, consumi e indici di rotazione dei prodotti in magazzino, per quanto concerne i movimenti in uscita dal deposito, oltre alle vendite si è tenuto conto anche degli ordini di trasferimento relativi all'anno precedente.

Con ordini di trasferimento, si intende ordini che il deposito logistico spedisce ad altri stabilimenti del gruppo MAPEI.

GIACENZA	A	B	C	D	Totale complessivo
<b>A</b>					
Conteggio di codice	146	132	24	11	313
Somma di tot euro consumato	€ 12.332.318,60	€ 1.028.204,22	€ 28.454,88	€ -	€ 13.388.977,70
Somma di tot euro consumato%	78,53%	6,55%	0,18%	0,00%	85,26%
Media di IR	18,69889366	7,121609907	1,277439862	0	15,63045269
Somma di tot euro giacenza	€ 659.521,30	€ 144.378,06	€ 22.274,93	€ 30.421,36	€ 856.595,64
Somma di tot euro giacenza%	61,57%	13,48%	2,08%	2,84%	79,97%
<b>B</b>					
Conteggio di codice	8	198	220	10	436
Somma di tot euro consumato	€ 169.363,40	€ 1.058.454,21	€ 261.011,00	€ -	€ 1.488.828,61
Somma di tot euro consumato%	1,08%	6,74%	1,66%	0,00%	9,48%
Media di IR	44,27445893	13,09692963	3,578778856	0	9,25426081
Somma di tot euro giacenza	€ 3.825,31	€ 80.816,97	€ 72.932,98	€ 3.305,08	€ 160.880,34
Somma di tot euro giacenza%	0,36%	7,55%	6,81%	0,31%	15,02%
<b>C</b>					
Conteggio di codice	3	44	684	44	775
Somma di tot euro consumato	€ 50.951,39	€ 158.344,46	€ 304.006,19	€ -	€ 513.302,04
Somma di tot euro consumato%	0,32%	1,01%	1,94%	0,00%	3,27%
Media di IR	164,0447641	28,20825548	6,804200062	0	9,571366676
Somma di tot euro giacenza	€ 310,59	€ 5.613,41	€ 44.679,20	€ 3.025,72	€ 53.628,92
Somma di tot euro giacenza%	0,03%	0,52%	4,17%	0,28%	5,01%
<b>D</b>					
Conteggio di codice	0	26	798	603	1427
Somma di tot euro consumato	€ -	€ 116.632,70	€ 195.340,92	€ -	€ 311.973,63
Somma di tot euro consumato%	0,00%	0,74%	1,24%	0,00%	1,99%
Media di IR	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Somma di tot euro giacenza	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Somma di tot euro giacenza%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Totale complessivo</b>					
Conteggio di codice	157	400	1726	668	2951
Somma di tot euro consumato	€ 12.552.633,39	€ 2.361.635,60	€ 788.812,99	€ -	€ 15.703.081,98
Somma di tot euro consumato%	79,94%	15,04%	5,02%	0,00%	100,00%
Media di IR	18,91433321	10,2320157	5,638925835	0	34,78527474
Somma di tot euro giacenza	€ 663.657,20	€ 230.808,44	€ 139.887,10	€ 36.752,16	€ 1.071.104,90
Somma di tot euro giacenza%	61,96%	21,55%	13,06%	3,43%	100%

Come è possibile osservare dall'ultima cross matrix, i valori all'interno dei diversi blocchi sono leggermente diversi; infatti utilizzandoli per il calcolo dell'indice di rotazione medio annuale attraverso la stessa metodologia applicata in precedenza, è possibile ottenere un indice di rotazione medio annuale pari a 17,9441.

L'aumento di questo indice consente di affermare che il magazzino, considerando anche gli ordini di trasferimento da un magazzino all'altro all'interno del gruppo MAPEI, ruota ogni 20,34 giorni.

Questo valore è lievemente inferiore a quello misurato osservando i consumi relativi ai clienti esterni e, quindi, si può attestare che la rotazione complessiva dell'intero magazzino prodotti finiti avviene in circa tre settimane.

<b>Ordini di trasferimento</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Numero Codici</b>	7	14	69
<b>Percentuale Codici</b>	10,14%	20,29%	100,00%
<b>Percentuale OdT</b>	74,79%	94,04%	100,00%

La tabella illustra come sia la distribuzione all'interno degli ordini di trasferimento dei consumi dei prodotti.

Attraverso l'analisi ABC, che è stata esposta precedentemente, è possibile desumere che il 10,14% dei codici utilizzati per gli ordini di trasferimento incidono sul totale degli ordini di trasferimento per circa il 75%.

Un ulteriore 5,15% dei codici soggetti agli ordini di trasferimento caratterizza un successivo 19,25% degli ordini di trasferimento.

Il restante 5,96% degli ordini di trasferimento è suddiviso tra altri 55 tipologie di prodotti finiti.

Per finire l'analisi, credo si debba sottolineare come durante il 2017, addirittura il 94,04% degli ordini per trasferire prodotti da un magazzino all'altro del gruppo, ha riguardato solamente 14 codici prodotto, cioè il 20,29% delle tipologie di prodotto spedite attraverso ordini della stessa tipologia.

## Mappatura delle zone preposte all'ubicazione dei prodotti

Per riorganizzare il magazzino del deposito, è stato fondamentale avere chiaro quali fossero le diverse aree di allocazione dei prodotti in magazzino e quali capacità avessero.

Inoltre, utilizzando l'ultimo inventario trimestrale, ho potuto verificare quanto fossero effettivamente occupate.

Ho mappato queste informazioni con diverse modalità, a seconda dell'area considerata.

Il magazzino contiene diverse tipologie di aree per l'ubicazione:

- A.** Aree per lo stoccaggio a terra;
- B.** Scaffalature, che sono caratterizzate da vani contenenti prodotti posti su pallet;
- C.** Scaffali, di piccole dimensioni, che contengono prodotti sfusi in piccole quantità.

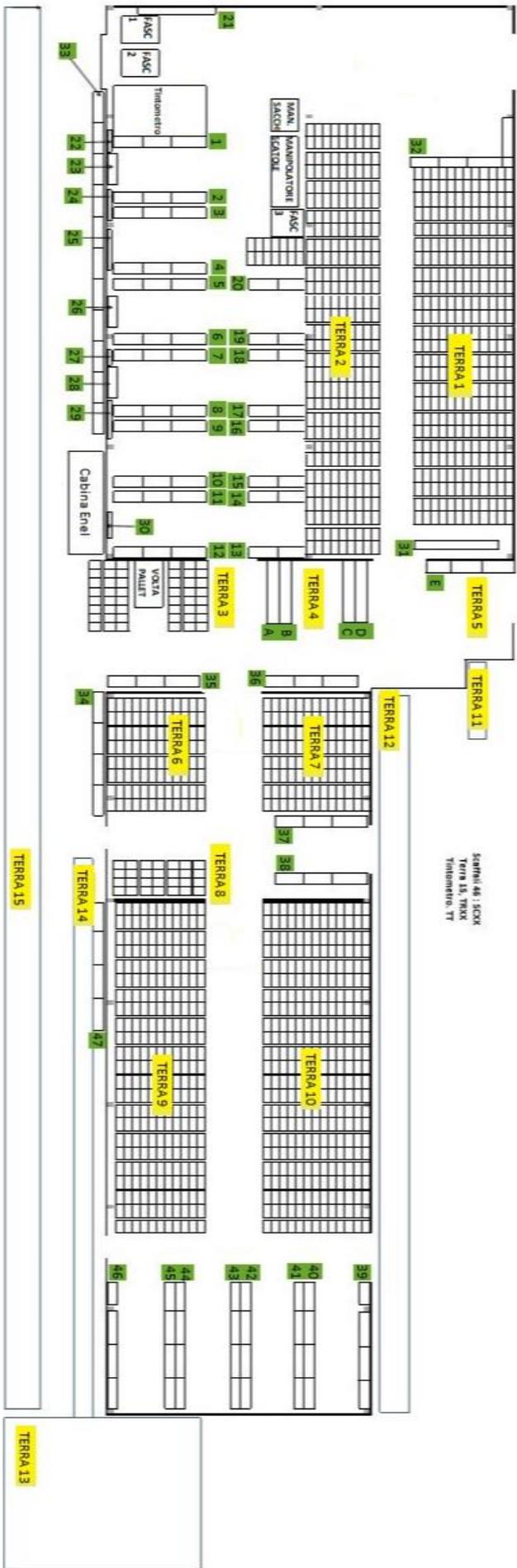
In totale sono presenti 15 aree per lo stoccaggio a terra e 46 scaffalature.

Nella mappatura del magazzino è stata verificata la capacità massima delle diverse zone presenti, in base al volume totale dell'area, sia essa interna o esterna al magazzino.

Per le scaffalature con una struttura adatta allo stoccaggio di bancali interi è stato raccolto il dato della capacità come effettuato per la prima tipologia.

Le scaffalature di piccole dimensioni sono state descritte in maniera qualitativa, non essendo possibile quantificarle in ubicazioni per posizionare pallet di prodotti.

Queste ultime infatti sono state escluse dalla riorganizzazione, come si vedrà, sia per l'impossibilità di stoccare i prodotti in pallet, sia per le piccole dimensioni degli oggetti.



## Criteri di allocazione dei prodotti a magazzino

Dopo aver avuto modo di raccogliere le informazioni riguardanti quanto attualmente il magazzino fosse occupato dal punto di vista degli spazi e comprendere quali fossero le diverse tipologie di ubicazioni che lo caratterizzano, ho appreso quali fossero i vincoli a cui sottostare nella riallocazione della merce in magazzino.

Un vincolo è quello dovuto alla sicurezza: i prodotti che sono stoccati negli scaffali dei prodotti nocivi, in caso di combustione, non possono essere spostati in altri scaffali o aree e perciò sono stati esclusi dalla proposta di ricollocazione dei prodotti.

Le scorte dei prodotti a maggior volume di vendita sono mantenute nelle scaffalature più distanti, poiché si è deciso di riempire gli scaffali più vicini con una certa quantità massima di bancali dello stesso prodotto. Si preferisce mantenere, nel secondo dei due fabbricati, i prodotti soggetti maggiormente ad ordini di trasferimento verso altri stabilimenti del gruppo e altri prodotti, che sono soggetti a copiose vendite con pallettizzazioni differenti da quelle standard MAPEI.

Nelle aree a terra le file assegnate ad un prodotto possono essere molteplici, per poter permettere ai prodotti, che sono movimentati spesso, di poter finire prima il lotto in scadenza prima di passare al lotto successivo.

È stata assegnata una determinata area, vicina alle zone in cui sono posizionati i manipolatori delle confezioni di sacchi contenenti le polveri a maggior volume, prodotte dalle consociate, che hanno lotti di riordino di grandi quantità di prodotti.

Inoltre, per rispettare la stabilità della fila, i bancali interi di prodotti in sacchi vengono disposte massimo a tre livelli e nell'ultimo i bancali devono essere disposti in maniera sfalsata e perciò nel terzo livello hanno un bancale in meno.

Nelle zone a terra è preferibile evitare la collocazione di bancali interi di fustini e scatole, perché non sovrapponibili, sempre nel rispetto del vincolo di stabilità del bancale.

I prodotti sono stoccati sia in aree e scaffali interni al magazzino sia esterne :i prodotti che sono presenti all'interno del deposito sono costituiti da un imballaggio, che non permette ad essi di essere esposti al sole e a piogge; perciò essi devono occupare un'area o uno scaffale al coperto.

Nella quantità di prodotto, da assegnare come giacenza a magazzino, si deve tener conto della vita di magazzino e della vita del prodotto in generale.

La più stretta tra le due è l'esistenza di magazzino, che nel caso della maggior parte dei prodotti MAPEI è di 9 mesi, oltre la quale il prodotto non è più vendibile.

La vita del prodotto si attesta invece intorno ai 12 mesi, dopo la quale deve essere smaltito.

## Valutazione situazione attuale

La situazione considerata come AS-IS dell'analisi è quella riguardante l'inventario per il secondo trimestre dell'anno 2018, effettuato all'interno del deposito il 23 Giugno 2018, a cui ho assistito durante l'esperienza di tirocinio.

Dall'analisi di questo inventario, che è stato redatto seguendo la procedura standard descritta in precedenza, sono state raccolte informazioni per quanto concerne la collocazione dei prodotti in magazzino.

Il magazzino è diviso in due stabilimenti, come è visionabile dal layout dello stabilimento, in cui sono presenti zone specifiche per lo stoccaggio dei prodotti a terra e scaffalature di diverse dimensioni.

Si ritiene utile descrivere i livelli di saturazione delle scaffalature e delle aree dedicate allo stoccaggio a terra.

Dal layout mostrato in precedenza è possibile osservare le diverse collocazioni delle zone dedicate allo stoccaggio di bancali interi.

Le statistiche di inventario relative a queste zone sono mostrate nella seguente tabella:

<b>Zone terra</b>	<b>Pallet presenti</b>	<b>Massimo numero di pallet stoccabili</b>	<b>Saturazione zona terra</b>
<b>Terra 1</b>	432	448	96,4%
<b>Terra 2</b>	150	196	76,8%
<b>Terra 3</b>	53	64	82,8%
<b>Terra 6</b>	327	348	94,0%
<b>Terra 7</b>	81	98	82,7%
<b>Terra 8</b>	32	40	78,8%
<b>Terra 9</b>	830	840	98,8%
<b>Terra 10</b>	563	580	97,1%
<b>Terra 11-12</b>	109	160	68,0%
<b>Terra 13</b>	43	50	86,0%
<b>Terra 15</b>	88	100	87,7%

Innanzitutto, è da sottolineare come recentemente ci sia stato una modifica della struttura del magazzino, che ha introdotto 5 scaffalature al posto delle zone di stoccaggio a terra: terra 4 e terra 5.

Le zone terra 11 e terra 12 per la gestione delle scorte vengono unificate, perché sono entrambe all'esterno, posizionate a fianco l'una all'altra e la zona terra 11 è di piccole dimensioni relativamente alle altre considerate.

Inoltre, la zona chiamata terra 14 non è adibita allo stoccaggio dei prodotti finiti, ma è dove vengono posti i materiali, che sono in transito. Sono i prodotti, che devono essere spediti ad altri stabilimenti MAPEI, che sono stoccati all'interno del deposito provvisoriamente.

Quando si effettua l'analisi di un inventario è rilevante affermare che rispecchia una situazione momentanea, è come una fotografia del magazzino.

Oltre a raccogliere le informazioni relative ai bancali di prodotti presenti all'interno del deposito, si è calcolato il numero di vani, che era possibile stoccare all'interno di ogni area, tenendo conto delle misure delle unità di carico, le misure delle aree e di altri fattori, come ad esempio, la stabilità della fila di ogni prodotto, che poteva essere caratterizzata da più piani.

La formula per il calcolo del massimo numero di bancali, che era possibile collocare in ogni area, è la seguente:

$$\text{Max P Area} = \text{Max File Area} \times \text{Max Pallet Fila}$$

La quantità di file per area è calcolata dividendo la larghezza dell'area per la larghezza del bancale MAPEI (1000mm).

I pallet presenti in ogni fila sono ottenuti da:

$$\text{Max Pallet Fila} = \text{Max Pallet Livello} \times \text{N}^\circ \text{ Livelli}$$

I bancali, che sono situati all'interno della fila sono stati ottenuti dividendo la lunghezza della fila per la lunghezza del pallet (800mm).

I livelli della fila dipendono dalla tipologia di prodotto stoccata in quell'area.

I valori relativi ai livelli di saturazione rispecchiano un magazzino, che possiede valori oltre il 75% in tutte le aree a parte quella esterna chiamata terra 15, ma questo valore si può giustificare dal fatto che le zone terra 11 e terra 12 contengono i prodotti, che non si riesce a stoccare da altre parti perché vicine alla saturazione. È quindi l'ultima che deve essere riempita dai prodotti stoccabili all'esterno.

Le zone Terra 9 e Terra 10 hanno valori altissimi di saturazione, invece perché contengono per la maggior parte prodotti finiti da inviare ad altri stabilimenti con ordini di trasferimento relativamente alla zona Terra 9 e prodotti finiti per gestire clienti della grande distribuzione, che richiedono ingenti quantità di prodotti.

Il livello di saturazione medio di queste zone è al 92,59%, un valore che esprime come il magazzino non sia troppo saturo, ma al tempo stesso lo sia abbastanza per gestire le commesse dei clienti. In media infatti il deposito spedisce ogni giorno una quantità di prodotti finiti pari a 40 tonnellate.

Successivamente si è passati a verificare la saturazione degli scaffali collocati nel deposito.

La tabella seguente mostra le scaffalature, sui quali sono stoccati prodotti pallettizzati e non soggetti a particolari vincoli.

Per questo motivo non sono stati considerati gli scaffali 21,22,23,24,25,27,29,30,31 perché usati per stoccare materiali sfusi, in quanto di dimensioni molto ridotte rispetto agli altri. Per quanto concerne gli scaffali 35 e 36, non sono stati trattati perché sono caratterizzati da prodotti nocivi in caso di combustione e per questo motivo non sono pallettizzati e sono situati nella zona esterna.

Gli scaffali analizzati hanno i livelli di saturazione rappresentati in tabella:

<i>Scaffale</i>	<i>Dimensioni espresse in posti pallet</i>	<i>Vani occupati</i>	<i>Posti Pallet</i>	<i>Indice saturazione scaffale</i>
<i>Scaff.1</i>	9x4	35	36	97,22%
<i>Scaff.2</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.3</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.4</i>	9x4	36	36	100,00%
<i>Scaff.5</i>	9x4	35	36	97,22%
<i>Scaff.6</i>	9x4	35	36	97,22%
<i>Scaff.7</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.8</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.9</i>	9x4	33	36	91,67%
<i>Scaff.10</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.11</i>	9x4	35	36	97,22%
<i>Scaff.12</i>	9x4	36	36	100,00%
<i>Scaff.13</i>	6x4	23	24	95,83%
<i>Scaff.14</i>	6x4	20	24	83,33%
<i>Scaff.15</i>	6x4	23	24	95,83%
<i>Scaff.16</i>	6x4	24	24	100,00%
<i>Scaff.17</i>	6x4	23	24	95,83%
<i>Scaff.18</i>	6x4	24	24	100,00%
<i>Scaff.19</i>	6x4	24	24	100,00%
<i>Scaff.20</i>	6x4	24	24	100,00%
<i>Scaff.26</i>	3x3	7	9	77,78%
<i>Scaff.28</i>	3x3	8	9	88,89%
<i>Scaff.32</i>	11x4	42	44	95,45%
<i>Scaff.33</i>	30x4	78	120	65,00%
<i>Scaff.34</i>	12x4	43	48	89,58%
<i>Scaff.37</i>	9x4	33	36	91,67%
<i>Scaff.38</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.39</i>	11x4	42	44	95,45%
<i>Scaff.40</i>	9x4	36	36	100,00%
<i>Scaff.41</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.42</i>	9x4	33	36	91,67%
<i>Scaff.43</i>	9x4	31	36	86,11%
<i>Scaff.44</i>	9x4	34	36	94,44%
<i>Scaff.45</i>	9x4	32	36	88,89%
<i>Scaff.46</i>	11x4	38	44	86,36%
<i>Scaff.47</i>	12x4	41	48	85,42%

Dalla tabella emerge come il livello di saturazione medio sia 91,18%, che indica un valore di saturazione valido per gli stessi ragionamenti espressi in precedenza.

Possiamo notare come ci siano valori inferiori addirittura al 70% se osservati singolarmente: questo caso si riscontra nello scaffale 33, che è il più grande dello stabilimento e può essere riempito maggiormente da prodotti pallettizzati. Gli altri livelli

di saturazione sono tutti superiori al 75%; perciò, essendo valori ottenuti rispetto ad un'analisi giornaliera, come si è già specificato, sono valutati positivamente.

Utilizzando i dati raccolti tramite l'inventario, si è ricavata la divisione in famiglie di prodotti, quanto ruotava la tipologia e quanti posti pallet occupava sia nelle scaffalature sia nelle zone di stoccaggio a terra. Non c'è motivo di addentrarsi nella spiegazione a livello approfondito delle singole famiglie, ma è importante avere il concetto di come sia la distribuzione dei prodotti all'interno di esse.

I dati sono esposti dalla tabella, che segue:

<i>Famiglia prodotto</i>	<i>N° Codici appartenenti alla famiglia</i>	<i>Indice di rotazione medio</i>	<i>Posti pallet occupati complessivi</i>	<i>Vani occupati scaffali</i>	<i>Posti occupati zone a terra</i>
<b>I0</b>	4	20,363	4	4	0
<b>A0</b>	6	19,526	222	6	216
<b>E1</b>	12	19,477	289	5	284
<b>L8</b>	13	15,046	82	14	68
<b>D0</b>	224	14,481	940	357	583
<b>K1</b>	4	14,043	297	0	297
<b>L0</b>	122	13,100	322	86	236
<b>E0</b>	46	12,948	526	43	483
<b>LA</b>	21	12,295	52	26	26
<b>B1</b>	2	11,779	4	0	4
<b>L4</b>	45	11,074	94	50	44
<b>O0</b>	57	11,561	60	51	9
<b>J0</b>	31	10,655	33	28	5
<b>N0</b>	58	9,852	58	57	1
<b>C0</b>	8	9,789	9	9	0
<b>L2</b>	15	9,689	83	9	74
<b>L5</b>	69	8,530	88	71	17
<b>G0</b>	34	8,618	38	38	0
<b>L3</b>	69	7,042	95	67	28
<b>E5</b>	2	7,668	10	0	10
<b>K0</b>	18	7,658	101	9	92
<b>M0</b>	34	7,400	41	39	2
<b>B0</b>	13	7,615	208	4	204
<b>L1</b>	129	5,968	171	160	11
<b>E2</b>	10	6,457	18	7	11
<b>L9</b>	2	4,000	2	0	2
<b>G1</b>	17	1,920	20	17	3
<b>R0</b>	9	1,867	13	13	0

Come è facile intuire dalla tabella le famiglie I0, A0 e E1 sono le famiglie, che ruotano di più, con indici di rotazione medio compresi tra 19 e 21. Le famiglie A0 e E1 inoltre sono costituite da un numero ridotto di codici, che però vengono movimentati in grandi quantità e perciò necessitano di una grossa giacenza a magazzino soprattutto per la vendita di bancali interi.

La famiglia più grande è chiamata D0, al quale appartengono ben 224 codici, ai quali corrispondevano una buona fetta dei posti pallet presenti sia sulle scaffalature sia nelle zone a terra durante l'inventario.

Nelle categorie, più corpose a livello di posti pallet occupati complessivamente si collocano anche K1, che è formata da 4 codici, ma occupa quasi 300 posti pallet nelle zone preposte a terra, L0 ed E0 con rispettivamente 122 e 46 codici, i quali sono collocati su 322 e 526 bancali.

Le famiglie che ruotano di meno sono G1 ed R0, che oltre ad avere un numero modesto di codici, sono presenti in uno scarso numero vani sulle scaffalature, come si può osservare.

Questa analisi relativa alle famiglie, che aiuterà successivamente per la ricollocazione dei prodotti all'interno del magazzino MAPEI, permette di consolidare i dati ottenuti dall'analisi ABC elaborata in precedenza mostrando un ridotto numero di famiglie, che secondo il principio di Pareto, vantano la maggior parte dello spazio occupato dai prodotti.

Infine, si può affermare come i livelli di rotazione delle famiglie di prodotti studiate siano coerenti con l'indice di rotazione medio annuale calcolato per l'anno precedente, ciò esplica come il deposito sia soggetto a spedizioni continue di grandi quantità di prodotti, che permettono una rotazione completa del magazzino ogni 3 settimane.

## Analisi degli errori compiuti dagli operatori in magazzino

Per esaminare le criticità, che la disposizione attuale dei prodotti in magazzino comporta, sono state di fondamentale importanza le informazioni, che gli operatori addetti al picking hanno menzionato da Giugno 2017 e che il responsabile della logistica ha raccolto.

La raccolta e l'analisi di queste informazioni in un database organizzato è stata tra le attività principali, che hanno caratterizzato l'esperienza di tirocinio.

Questo database veniva aggiornato settimanalmente e comprendeva soprattutto gli errori, censiti durante la fase di picking da parte degli operatori.

I dati erano scritti in apposite tabelle dagli addetti al magazzino in prima persona.

Le tabelle tramite cui erano raccolti i dati, da cui si è partiti per realizzare l'analisi, sono organizzate nel seguente modo.

Tabella Rilevazione Errori Magazzino

Tabella Rilevazione Errori Magazzino							
Data	Ordine N°	Cliente	Rilevato controllo	Tipo di errore	Descrizione	Soluzione	Operatore

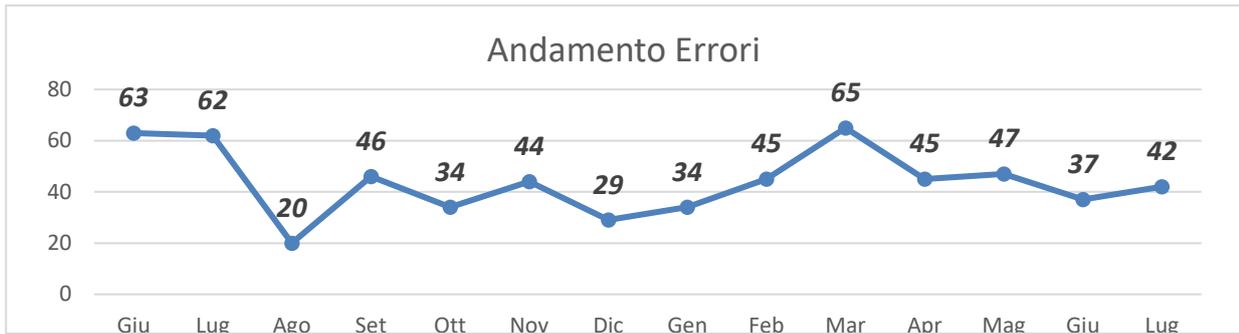
I dati comprendono come è visibile nella tabella:

- Data della registrazione;
- Il numero dell'ordine e il nome del cliente;
- Il controllo durante il quale è stato riscontrato l'errore, che può essere o il controllo del preparato(P) oppure il controllo del caricato(C);
- La tipologia dell'errore, che può riguardare il Prodotto(PF), Colore(COL), Confezione(CONF), Quantità(Q) o Altro(A).

La soluzione era, per esempio, l'inserimento di un prodotto mancante, la sostituzione di un prodotto scambiato per un altro oppure porre rimedio ad uno scambio di confezioni. L'obiettivo, per cui si effettua una rendicontazione cartacea degli errori, a cui segue una riscrittura digitale, è quello di seguire un'ottica di miglioramento continuo.

Si vuole infatti scoprire qualcosa di utile dagli errori commessi in passato e ragionare su come questi possano essere ridotti in futuro.

Aggiornando continuamente questo database, si è incominciato ad analizzare quale era stato l'andamento mensile degli errori del magazzino dell'ultimo anno.



Il grafico appena mostrato rappresenta l'andamento degli errori registrati dal Giugno 2017 fino a Luglio 2018.

Un andamento discontinuo, che presenta alcuni picchi massimi nei mesi di Giugno e Luglio 2017 per il 2017 e Marzo 2018, in cui sono presenti valori superiori a 60 errori mensili come 63,62 e 65.

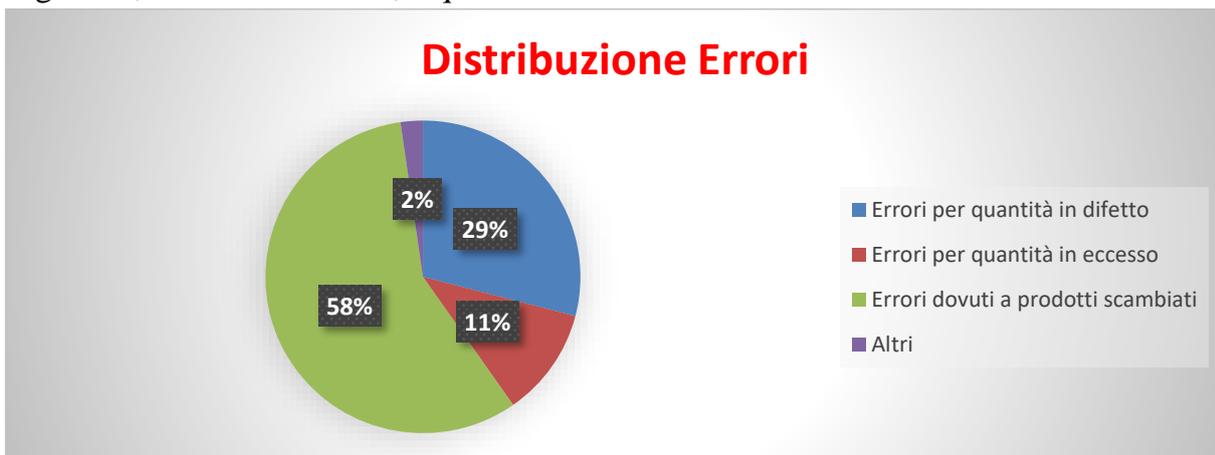
I picchi mostrati, correlati a mole di lavoro superiore agli altri periodi, illustrano un valore giornaliero superiore ai 3 errori, che può essere una base di partenza per le riflessioni che seguono.

A livello mensile, il dato medio di errori nell'area di picking è di 44 errori, considerando i 20 giorni lavorativi nell'arco di un mese, ciò si traduce in 2,2 errori al giorno.

Questo dato, analizzato avendo presente la quantità di ordini, che il deposito spedisce ogni giorno, è considerato accettabile, ma può essere sicuramente migliorato tramite alcune metodologie.

Grazie alle informazioni raccolte e all'elaborazione che è stata effettuata, si è potuto riflettere su quali fossero le tipologie di errore, che maggiormente erano annotate dagli operatori al picking.

Il grafico, che è stato creato, è quello sottostante:



Il diagramma a torta si fonda sull'analisi dei 613 errori riscontrati durante il periodo di riferimento ed evidenzia come le categorie principali di errori siano tre:

- 1) Errori dovuti a mancanze di prodotti rispetto ai prodotti ordinati nella preparazione dell'ordine per il cliente;
- 2) Errori dovuti ad eccesso di prodotti rispetto alle quantità o ai prodotti presenti nell'ordine per il cliente;

3) Errori dovuti a scambio di prodotti al posto di altri, che si differenziano per diverso nome o diverso formato di confezionamento.

Oltre a queste tre macro-categorie, c'è una quarta categoria, che raccoglie gli errori dovuti ad altre motivazioni che non dipendono dal picking, come lo scambio al carico di clienti con nomi simili, oppure la mancata segnalazione di aggiunte di altri prodotti ordinati dal cliente successivamente.

Di queste varietà di errori, che sono state descritte, la più rilevante è certamente quella dovuta allo scambio di prodotti, che hanno nomi simili, oppure scambio di un formato di confezionamento al posto di un altro.

Questa tipologia di errore pesa per il 58%, ovvero più di 350 errori sono da ricondurre a questo insieme ed è un aspetto sul quale si deve lavorare per diminuirne il numero e la frequenza.

Gli errori dovute a mancanze di prodotti sono stati il 29%, invece quelli dovuti ad un eccesso di quantità, preparata per il carico del cliente, hanno rappresentato l'11% degli errori compiuti.

Queste categorie sommate tra loro impattano sugli errori totali per il 40%, ciò vuole dire che errori riguardanti le quantità dei prodotti ordinati in generale sono 247.

Infine, sono stati rari gli errori dovuti altri motivi, appena il 2%: ciò sta a significare che, a livello organizzativo, il deposito logistico è ben strutturato e di rado il flusso dell'ordine del cliente è inceppato da errori riguardanti la comunicazione tra i diversi attori.

In seguito, l'analisi si è soffermata su come gli errori fossero distribuiti dal punto di vista degli operatori, che li avevano registrati e in quali mesi.

	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	mag-18	giu-18	lug-18	Totale
Operatore 1	4	5	2	2	0	0	0	0	0	3	1	0	1	2	20
Operatore 2	22	10	6	18	10	14	11	11	10	14	21	23	17	16	203
Operatore 3	1	2	0	2	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	10
Operatore 4	7	6	3	3	9	7	2	3	4	3	4	4	3	13	71
Operatore 5	5	4	1	4	0	4	1	5	4	5	3	4	3	1	44
Operatore 6	1	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	7
Operatore 7	1	2	0	0	1	1	1	1	1	5	2	0	5	0	20
Operatore 8	0	2	0	2	0	2	1	0	1	0	0	2	1	1	12
Operatore 9	8	16	4	4	6	8	10	4	14	22	9	11	1	3	120
Operatore 10	12	10	2	5	4	5	2	6	7	8	1	1	5	4	72
Operatore 11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Operatore 12	2	2	1	5	2	3	1	4	2	2	2	0	0	0	26
Operatore 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	2	6
Operatore 14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Questa tabella è da considerarsi un altro strumento per il miglioramento interno all'azienda, non per incolpare o fare presente all'operatore la quantità di errori compiute in un determinato periodo.

Al contrario si cerca di fare luce su cosa può essere cambiato per perfezionare la performance lavorativa e quali siano i fattori, che incidono maggiormente nella creazione di questi errori di preparazione degli ordini.

Come criticità da parte degli operatori sono emerse:

- ◆ Ritmo di lavoro intenso;

- ◆ Disposizione dei prodotti con alti indici di rotazione in posizioni vicine;
- ◆ Mancanza di posizioni determinate per certe categorie di prodotto;
- ◆ Confezioni di prodotto molto simili tra loro per formato di vendita;
- ◆ Confezioni di prodotto molto simili tra loro per nome prodotto.

Questa prima analisi è stata svolta osservando i dati dal punto di vista macroscopico per trarre le prime considerazioni generali.

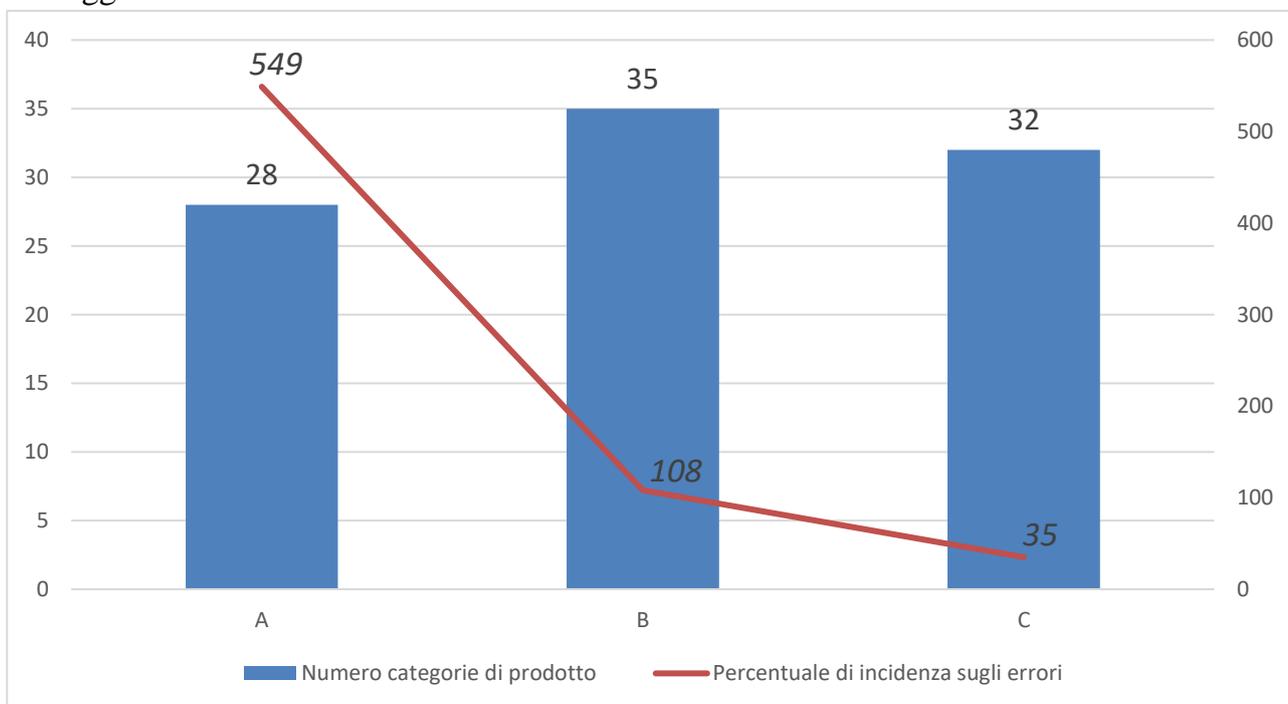
Si è deciso di proseguire con l'analisi delle descrizioni degli errori degli operatori, che erano redatte con l'utilizzo di termini tecnici e abbreviazioni interne.

Per questo motivo è stato necessario, prima di compiere l'analisi ad un livello più dettagliato, rielaborare le descrizioni degli operatori, per compiere lo studio con lo strumento di calcolo.

È stata trovata una modalità univoca di riscrivere i dati a livello digitale, dopo aver compreso quale fosse l'errore dallo schema cartaceo.

Successivamente l'analisi ha coinvolto categorie fittizie di prodotto, individuate in base ai nominativi, per avere una visione più chiara di quali prodotti erano maggiormente soggette ad errori, poiché il database, creato con l'ausilio delle informazioni degli operatori, era basato sui nomi dei prodotti.

Inoltre, è stata effettuata un'analisi ABC usufruendo delle categorie di prodotti create per osservare quali fossero i prodotti, che incidevano per un valore tendente all'80% degli errori degli operatori e su cui era conveniente lavorare per ottenere risultati vantaggiosi.



È utile fare alcune considerazioni prima di presentare l'analisi, che è stata svolta sugli errori dal punto di vista delle categorie individuate in base al nome del prodotto.

Gli errori riscontrati nel database di prossima analisi sono 613, come anticipato nel

paragrafo precedente.

Ne consegue che le categorie vengono coinvolte in questi errori più volte, poiché nel caso di errore di scambio di prodotto, ci sono ricadute su più categorie.

Perciò l'analisi ABC è basata sul numero di volte, in cui una certa categoria è stata coinvolta nel totale degli errori: il numero di volte in cui le categorie di prodotto sono vittime di errori sono 692.

Il grafico appena mostrato indica come le categorie soggette alla principale mole di errori siano 28, le quali rappresentino il 29,47% delle categorie individuate, e sono state complessivamente protagoniste di 549 errori, nell'ultimo anno.

I 549 errori registrati per queste categorie costituiscono il 80,20% degli errori totali e perciò questo gruppo di prodotti sarà elaborato in altre analisi, per cercare di ottenere ulteriori dati utili per la riorganizzazione.

Il gruppo B, che pesa per un ulteriore 14,74% degli errori, è invece formato da 35 categorie, il 36,84% del totale delle categorie di riferimento.

In conclusione, l'ultimo gruppo dell'analisi è composto da 35 categorie, il 33,68%, che però è stato soggetto solamente a 35 annotazioni, il 5,06% del totale.

In questo caso il principio di Pareto non si è verificato in maniera decisiva come nelle analisi precedenti, ma occorre indubbiamente menzionare come un numero pari a quasi un terzo delle categorie presenti nel database degli errori registrati siano correlati ad un valore prossimo all'80%.

Gli sforzi e le riflessioni successive saranno concentrati perciò su questi prodotti, raccolti nel gruppo A e per i quali devono essere prese accortezze durante la fase di riorganizzazione.

Considerando i prodotti appartenenti alla categoria A, si è voluto tramite una concatenazione di dati presenti nel database, verificare quali fossero i prodotti soggetti allo scambio con altri e soprattutto tra quali categorie è avvenuto.

Dalla tabella sottostante è possibile visionare come prodotti con nomi simili siano spesso scambiati l'uno con l'altro.

Queste informazioni sono molto specifiche, ma possono essere di grande aiuto per fare in modo che questi scambi si possano verificare il minor numero possibile di volte.

Scambi tra prodotti differenti	Numero
Keracolor GG al posto Keracolor FF	23
Ultracolor Plus al posto Keracolor FF	8
Primer G al posto Planicrete	6
Keracolor FFDE al posto Keracolor FF	5
Keraquick al posto Ultralite	4
Mapesil AC al posto Mapesil LM	4
Mapeflex PU al posto Mapeflex MS	4
Kerabond al posto Keraflex	3
Keraflex Maxi al posto Keraflex Easy	3
Keraflex al posto Adesilex	3

Keraflex maxi al posto Keraflex G	3
Ultracolor Plus al posto Mapesil AC	2
Kerapoxy CQ al posto Kerapoxy Design	2
Epojet al posto Eporip	2
Malech al posto Mapefer	2
Mapegum al posto Adesilex	2
Planitop al posto Keraflex	2
Quarzolite al posto Dursilite	2
Adesilex al posto Kerabond	2
Planitop rasa e ripara al posto Planitop rasa e ripara R4	2
Kerabond al posto Keralastic	1
Mapegum al posto Antipluviol	1
Mapeflex al posto Ultrabond	1
Keranet al posto Idrosilex	1
Adesilex al posto Planicrete	1
Monofish al posto Monolastic	1
Spugne al posto spatole	1
Mapesonic al posto mapecomfort	1
Idrosilex al posto Antipluviol	1
Primer G al posto Keranet	1
Lamposilex al posto Mapegum	1
Adesilex al posto rollcoll	1
Primer G al posto Isolastic	1
Topcem al posto adesilex	1
Mapesil BM al posto Mapesil GP	1
Mapelastic al posto Mapefinish	1
Mapesil 300 al posto Planigrout	1

Per questi dati non è stata svolta un'analisi ABC poiché gli errori sono distribuiti in maniera abbastanza omogenea tra le diverse tipologie di scambio.

È importante però riuscire a carpire i dati utili mostrati da questo elenco, poiché c'è in particolare una tipologia che incide per oltre il 22% degli errori totali dovuti a scambio di prodotti ed è "Keracolor GG al posto Keracolor FF".

Gli scambi di questo tipo sono come è osservabile dalla tabella 23 su 101 e portano ad effettuare delle riflessioni riguardanti le criticità.

Il secondo scambio più comune è "Ultracolor Plus al posto Keracolor FF" compiuto un numero di volte notevolmente inferiore 8 volte su 101 che rappresenta il 7,92%.

Questi prodotti infatti sono accomunati da diverse caratteristiche:

- Sono presenti a inventario sulle medesime scaffalature poiché facenti parte della stessa categoria di prodotto;
- Sono tipologie di prodotti con alti consumi;
- Sono tipologie di prodotti con alto indice di rotazione, ciò si traduce in un'alta movimentazione che può indurre maggiormente all'errore;
- Hanno confezionamenti simili di prodotto sia per quanto riguarda i diversi formati che come abbiamo citato in precedenza possono essere in scatole o

sacchi;

- I prodotti in scatole di entrambi i prodotti possono essere creati in differenti colori;
- I prodotti hanno sigle possono avere nomenclature molto simili come ad esempio Keracolor GG130 e Keracolor FF130.

Queste considerazioni riguardano tutte le tipologie di scambio appena citate, ma soprattutto le prime due che sommati sono il 30,69% del totale e raffigurano uno spunto su cui lavorare notevole.

Successivamente si è deciso di spostare l'attenzione sugli scambi di formato di prodotti. L'elenco che segue è ottenuto dall'analisi basata su errori, dovuti a errori di prelevamento della confezione corretta oppure del colore giusto.

Si è evidenziato quali fossero i prodotti confusi in misura maggiore, per quanto riguarda scambi a livello di confezione di prodotti secondo le motivazioni citate.

Scambi tra prodotti della stessa categoria	Numero
Scambio tra Ultracolor Plus	61
Scambio tra Mapesil AC	34
Scambio tra Keracolor FF	17
Scambio tra Keracolor GG	12
Scambio tra Mapeflex PU	10
Scambio tra Mapelastic	8
Scambio tra Mapeband	6
Scambio tra Kerapoxy Design	5
Scambio tra Keraflex Maxi	4
Scambio tra Kerapoxy CQ	4
Scambio tra Adesilex P9	4
Scambio tra Lampocem	4
Scambio tra Ultralite	4
Scambio tra Keralastic	4
Scambio tra Adesilex PG	4
Scambio tra Planitop rasa e ripara	4
Scambio tra Mapegum WPS	3
Scambio tra Keranet	3
Scambio tra Kerabond	3
Scambio tra Topcem	3
Scambio tra Mapepur	3
Scambio tra Primer G	2
Scambio tra Mapesil LM	2
Scambio tra Epojet	2
Scambio tra Eco Prim	2
Scambio tra Keracolor FFDE	2
Scambio tra Mapewall	2
Scambio tra Mapegrid	2
Scambio tra Ultratop	2
Scambio tra Keraflex G	1

Scambio tra Adesilex P22	1
Scambio tra Mapewrap	1
Scambio tra Ultrabond	1
Scambio tra Keraquick	1
Scambio tra Malech	1
Scambio tra Dursilite	1
Scambio tra Mapefast	1
Scambio tra Spatole	1
Scambio tra Fugolastic	1
Scambio tra Mapefloor	1
Scambio tra Fuga fresca	1
Scambio tra Silancolor	1
Scambio tra Idrostop	1
Scambio tra Primer SN	1
Scambio tra Planitop hdm	1
Scambio tra Mapesil z	1
Scambio tra Mapetex	1
Scambio tra Mapefinish	1
Scambio tra Adesilex G	1
Scambio tra Mapeglitter	1
Scambio tra Mapecontact	1
Scambio tra Mapefix	1
Scambio tra Vinavil	1
Scambio tra Mapecem	1
Scambio tra Consolidante	1
Scambio tra Mapefill	1
Scambio tra Planitop 510	1
Scambio tra Primer MF	1
Scambio tra Keracolor SF	1
Scambio tra Mapesilent	1

Come si può osservare dalla tabella soprastante, in questo caso è raffigurata una situazione tendente al principio di Pareto: un terzo delle tipologie di errore dovute a scambi di confezioni grava per circa l'80% degli errori totali, dei quali è da evidenziare lo "scambio tra Ultracolor Plus" che costituisce ben il 24,7% del totale (247).

Le categorie presenti nella fascia appena descritta hanno diversi prodotti con sigle simili e confezionamenti delle stesse dimensioni e colori, come appariva nell'elenco dell'analisi precedente.

In questo caso, ad esempio, una criticità è rappresentata dalle allocazioni, che sono state assegnate agli stessi prodotti con lo stesso formato, ma aventi diversi colori per sfruttare al massimo lo spazio in magazzino; tale criticità si è manifestata, anche perché la

quantità delle giacenze tenute per ogni colore non è alta e permette la condivisione delle allocazioni.

Gli errori maggiori che sono stati registrati hanno come causa le precedenti spiegazioni e sono dovuti a scambio di prodotti differenti.

Questo avviene, poiché sotto pressione o di fretta, gli operatori non si accorgono del prodotto di diverso colore o formato, che hanno preso più volte fino al momento del controllo conclusivo.

Un'ultima riflessione ha soffermato l'attenzione su quali sono stati gli errori relativi a determinate categorie di prodotto commessi dai singoli operatori.

Questo schema ha consentito di consultare gli operatori, i quali hanno chiarito le difficoltà di approccio rispetto ad una certa categoria di prodotto e ne hanno condiviso e appreso importanti suggerimenti, interessanti per la riorganizzazione dei prodotti.



## Creazione proposte di riorganizzazione magazzino

Tenendo conto dei diversi vincoli descritti, che sono state appresi durante l'esperienza di tirocinio, sono state valutate le possibili diverse alternative di allocazione dei prodotti in magazzino.

Sulla base delle vendite analizzate per il calcolo degli indici di rotazione per articolo, sono state stabilite le quantità minime di giacenza per soddisfare un determinato periodo di tempo.

Il periodo considerato come giacenza minima da tenere a magazzino è rappresentato dalla quantità idonea per soddisfare la domanda di una settimana lavorativa, calcolata dal consumo per articolo  $i$  dell'anno precedente.

$$Giacenza\ minima_i = (Consumo_i / 220gg) \times 5\ gg$$

Per ottenere la quantità massima di ogni singolo prodotto da stoccare in magazzino, si è utilizzato il lotto di riordino, ottenuto tramite l'esperienza dal referente del tirocinio e, dove questo non fosse presente, si è stimato adottando un lotto di riordino pari a un terzo del consumo annuo dell'anno scorso.

$$Lotto\ di\ riordino_i = Consumo_i / 3$$

$$Giacenza\ massima_i = Giacenza\ minima_i + Lotto\ di\ riordino_i$$

Questa giacenza ottenuta in base alle stime è un valore, che permette di vendere tutta la merce ordinata, prima che raggiunga il vincolo di non vendibilità, ma allo stesso tempo garantisca di soddisfare la domanda per un lungo periodo di tempo.

Calcolando ciò, si è approfondito il tema riguardante la vita del prodotto a magazzino; infatti i prodotti non possono sostare in magazzino per un periodo maggiore ai nove mesi. Se questo accade il prodotto deve essere spedito alla sede addetta al controllo dei prodotti per ridare l'abilitazione alla vendita del prodotto.

Per monitorare ciò è stata introdotta la formula:

Numero giorni per smaltire la quantità relativa alla giacenza massima assegnata ad ogni prodotto  $i$ :

$$Giorni\ per\ consumo\ completo = \left( \frac{Num.\ bancali\ giacenza\ massima_i \times Quantità\ per\ bancala_i}{Consumo\ annuo_i} \right) \times 220\ giorni/anno$$

Per essere accettabile il risultato di questa formula deve essere minore di 165, che rappresenta il numero di giorni dopo i quali avviene il termine della vita a magazzino del prodotto corrispondente a 9 mesi.

Sommando il minimo assegnato con il lotto di riordino si è calcolata la massima quantità di prodotto da mantenere in giacenza.

Questi valori relativi al minimo lotto di riordino e al massimo lotto di riordino sono stati confrontati con la pallettizzazione di ogni articolo, che ha permesso di ricavare quanto spazio doveva essere assegnato ad ogni codice prodotto.

Si è riflettuto su quali fossero i prodotti, che avevano necessità di essere collocati nel secondo capannone, e ad essi sono stati assegnati gli spazi opportuni.

Per i prodotti venduti ai clienti con le pallettizzazioni standard, seguendo l'ordine decrescente dei consumi annuali, sono state assegnate prima le zone a terra interne, valutando quante file di bancali fossero necessarie per ogni articolo confezionato in sacchi.

Sottostando ai vincoli descritti di sicurezza, esposti nelle pagine precedenti, ho collocato i prodotti nelle aree all'esterno.

Successivamente si è voluto riorganizzare le giacenze degli scaffali contenenti i prodotti nocivi in caso di combustione, gli scaffali esterni al deposito e poi gli scaffali interni.

Le proposte di riorganizzazione del magazzino del deposito logistico sono state tre e si differenziano per le modalità con cui i prodotti sono stati collocati.

Sono state prese come riferimento sia le allocazioni interne sia esterne al deposito, in cui come si è già descritto, sono presenti sia zone di stoccaggio a terra sia scaffalature di molteplici dimensioni.

Le tre proposte sono state generate collocando i prodotti seguendo le seguenti metodologie:

- A) I prodotti sono disposti sulle scaffalature seguendo una logica di riempimento caratterizzata dall'obiettivo di collocare i prodotti, partendo da quelli consumati maggiormente senza tenere conto delle famiglie di prodotto a cui appartengono;
- B) Le famiglie di prodotti sono disposte per classi sulle scaffalature, seguendo una logica di riempimento caratterizzata dall'obiettivo di collocare i prodotti sulle colonne dello scaffale partendo da quelle più vicine e successivamente le altre più distanti dal vano inferiore a quello superiore verticalmente;

A	A	A	B	B	B	C	C	C
A	A	A	B	B	B	C	C	C
A	A	A	B	B	B	C	C	C
A	A	A	B	B	B	C	C	C

C) Le famiglie di prodotti sono disposte per classi sulle scaffalature suddividendo lo scaffale secondo zone orizzontali individuate tramite lo studio dei tempi di movimentazione dei carrelli elevatori. Lo scopo è riempire i piani dello scaffale dal basso verso l'alto, ottimizzando i tempi legati alla movimentazione dei prodotti finiti focalizzandosi sulle velocità di traslazione verticale e orizzontale dei carrelli.

C	C	C	C	C	C	C	C	C
B	B	B	B	B	B	B	C	C
A	A	B	B	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	A	A	A	A

Si è studiato il layout dello stabilimento, per capire quale fosse il migliore ordine con cui riempire le scaffalature rispetto ai percorsi effettuati dai carrelli elevatori.

Guardando il layout, posto a pag.60 di questo elaborato, si è deciso, con il supporto di calcoli effettuati dalle planimetrie dell'edificio, di riempire le scaffalature interne, nel seguente ordine, a seconda della distanza dalla zona di carico dei clienti, che sarà chiamata zona di carico 1, nella quale avviene il carico dei clienti standard, che è differente dalla zona di carico 2, in cui sono caricati i camion dei clienti della grande distribuzione oppure quelli relativi agli ordini di trasferimento.

La logica di riempimento adottata per quanto riguarda le scaffalature per tutte e tre le opzioni di allocazione dei prodotti è la seguente:

	DA/A	Zona di carico 1 (Metri)
1°	Scaff.32	20
2°	Scaff.1	36
3°	Scaff.2	39,5
4°	Scaff.3	41,5
5°	Scaff.20	41,5
6°	Scaff.23	44
7°	Scaff.4	45
8°	Scaff.19	45
9°	Scaff.5	47
10°	Scaff.18	47
11°	Scaff.6	50,5
12°	Scaff.17	50,5
13°	Scaff.16	52,5
14°	Scaff.26	55
15°	Scaff.7	52,5
16°	Scaff.8	56
17°	Scaff.15	56

18°	Scaff.9	58
19°	Scaff.14	58
20°	Scaff.28	60,5
21°	Scaff.10	61,5
22°	Scaff.13	61,5
23°	Scaff.11	63,5
24°	Scaff.12	67
25°	Scaff.37	91
26°	Scaff.38	94,5
27°	Scaff.40	142
28°	Scaff.41	144
29°	Scaff.42	149,5
30°	Scaff.43	151,5
31°	Scaff.44	157
32°	Scaff.45	159
33°	Scaff.46	164,5

Un'altra metodologia che accomuna tutte e tre le logiche è quella relativa alla suddivisione della merce nell'area dedicata alle scorte: è stato stabilito un numero di bancali da tenere nella zona di picking in relazione ai consumi e i pallet rimanenti dal calcolo della giacenza massima sono stati allocati all'interno delle scaffalature dove sono posizionate le scorte.

$$\text{Numero di bancali}_i = \frac{\text{Giacenza massima}_i}{\text{Quantita' pallet}_i}$$

L'obbiettivo è quello di avere la possibilità di trovare almeno due bancali di ogni tipologia di prodotto, che è consumato maggiormente, ovvero che ha una giacenza massima superiore ai due bancali.

Per i prodotti che hanno una giacenza massima ottenuta dalla formula superiore ai 10 bancali, si è scelto di aumentare i bancali al picking per consentirne una maggiore disponibilità nella zona più prossima al carico fino ad un massimo di 4 bancali nella zona di picking.

I medesimi ragionamenti sono stati svolti per le scaffalature 35 e 36, che contengono prodotti nocivi in caso di combustione, che saranno dimensionati alla stessa maniera, ma avranno una disposizione fissa dei prodotti, ottenuta in base ai consumi, che non muterà tra le varie proposte, in quanto non è possibile collocare i prodotti in altre modalità.

	Da/A	Zona di carico 1 (Metri)
1°	Scaff.35	76
2°	Scaff.36	79,5

Per le zone a terra interne i prodotti sono stati collocati in file di bancali, seguendo la formula citata in precedenza, ma, invece di dividere solamente per il numero di prodotti contenuto nella pallettizzazione, il valore relativo alla giacenza massima in pallet è stato diviso per il numero di pallet presenti in una fila, che è composta da tre livelli e nel piano superiore ha un bancale in meno, per ragioni legate alla stabilità della fila.

$$\text{Numero di bancali}_i = \frac{\text{Giacenza massima}_i}{\text{Quantita' pallet}_i}$$

$$\text{Numero File}_i = \frac{\text{Numero di bancali}_i}{\text{Quantita' fila}_i}$$

$$\text{Quantita' fila}_i = \text{Quantita' piano}_i \times 3 \text{ piani} - 1$$

Usando queste formule per ogni prodotto, indicato nelle formule con  $i$  si è provveduto a collocare i prodotti nelle aree:

	Da/A	Zona di carico 1 (Metri)
1°	Terra 1	33,75
2°	Terra 2	37,75
3°	Terra 3	74,7
4°	Terra 6	81
5°	Terra 7	84
6°	Terra 8	96
7°	Terra 9	130,1

Per le scaffalature esterne 33 e 34, si può considerare quanto detto per le scaffalature relative ai prodotti nocivi in caso di combustione, poiché l'imballaggio di questi prodotti permette l'esposizione all'ambiente esterno e soprattutto agli agenti atmosferici senza particolari conseguenze per i prodotti. Queste scaffalature sono state quindi dimensionate e la collocazione dei prodotti su di esse non è cambiata nelle diverse casistiche di riorganizzazione.

	Da/A	Zona di carico 1 (Metri)
1°	Scaff.34	87
2°	Scaff.33	114

Successivamente ci si è concentrati nella zona dedicata allo stoccaggio dei prodotti richiesti dalla grande distribuzione organizzata; la parte del deposito interessata a questa tipologia di prodotti è la zona chiamata Terra 10, ma in questo caso si deve tenere conto della distanza non dalla zona di carico 1, come avvenuto in precedenza, ma rispetto alla zona di carico 2, che è 30 metri.

Per quanto concerne i prodotti da spedire come ordini di trasferimento, le proposte dispongono i prodotti in scatole nello scaffale 39 e 40.

	Da/A	Zona di carico 2 (Metri)
1°	Scaff.39	8
2°	Scaff.40	11,5

I prodotti confezionati in sacchi sono posizionati negli spazi rimanenti nelle zone Terra 9 e Terra 10.

Le distanze in questo caso sono riferite alla zona di carico 2, come per i prodotti venduti alla grande distribuzione organizzata.

	Da/A	Zona di carico 2 (Metri)
1°	Terra 10	30
2°	Terra 9	38

Uno degli obiettivi che si intendeva perseguire, come già accennato, oltre alla possibilità di avere nelle scaffalature del picking la maggior parte dei prodotti possibili e le quantità adeguate a soddisfare una richiesta di un limitato periodo di tempo, è stato quello di inserire nel magazzino tutti i prodotti che avessero avuto un impatto importante nei consumi dell'anno precedente.

L'obiettivo in tutte e tre le proposte è infatti quello di non considerare i prodotti non consumati, così risultanti dall'analisi dei consumi, per dare maggiore spazio ai prodotti che in base alle stime avrebbero garantito un certo consumo.

In alcuni casi perciò alcuni dei prodotti consumati in modo minore non sono stati allocati: per questi prodotti che sono spesso venduti sfusi è perciò utile considerare l'ipotesi di un posizionamento nelle scaffalature di piccole e medie dimensioni non oggetto dell'analisi.

I prodotti, che possono essere inseriti nella riorganizzazione per ragioni di spazio e costi legati alla mancata vendita del prodotto non sono tutti quelli movimentati dal deposito Mapei, ma soltanto quelli che erano stati consumati nell'anno precedente nelle quantità opportune.

Negli scaffali interni al deposito è stato possibile stoccare solo il 28,09% degli articoli venduti l'anno precedente, ma con le proposte di riordino si è riuscito ad allocare il 96,68% in peso dei consumi 2017.

	Numero Articoli	Percentuale Articoli	Peso Articoli	Percentuale Peso Articoli
Articoli considerati	534	28,09%	6276867,4	96,68%
Articoli consumati 2017	1901		6492750,3	

Negli scaffali per prodotti nocivi in caso di combustione sono stati collocati tutti i prodotti consumati nel 2017 con le relative giacenze dimensionate.

	Numero Articoli	Percentuale Articoli
Articoli considerati	53	100,00%
Articoli consumati 2017	53	

Nella zona predisposta per lo stoccaggio di prodotti confezionati in sacchi interna al deposito i dati sono i seguenti:

	Numero articoli	Percentuale Articoli	Peso Articoli	Percentuale Peso
Articoli considerati	72	37,31%	25979651	98,28%
Articoli consumati 2017	193		26434206,25	

Nella zona per lo stoccaggio di prodotti in sacchi esterna al deposito logistico è stato possibile allocare tutti i prodotti necessari per soddisfare la domanda dell'anno precedente.

	Numero articoli	Percentuale Articoli
Articoli considerati	50	100,00%
Articoli consumati 2017	50	

Negli scaffali esterni al deposito logistico sono stati disposti tutte le tipologie di prodotti che erano state consumate nell'anno precedente.

	Numero articoli	Percentuale Articoli
Articoli considerati	63	100,00%
Articoli consumati 2017	63	

Nella zona per lo stoccaggio a terra per gli ordini riservati ai clienti della Grande Distribuzione Organizzata (GDO).

	Numero articoli	Percentuale Articoli
Articoli considerati	6	100,00%
Articoli consumati 2017	6	

La stessa situazione si presenta nella zona per stoccaggio degli ordini di trasferimento, i prodotti che saranno spediti in altri stabilimenti del gruppo Mapei.

	Numero Articoli	Percentuale Articoli	Peso Articoli	Percentuale Peso
Articoli considerati	17	100,00%	1579814	100,00%
Articoli consumati 2017	17		1579814	

## Proposta di riorganizzazione A

Disponendo i prodotti con le logiche definite nelle pagine precedenti, si può osservare quali distanze la prima proposta farebbe risparmiare in termini di metri percorsi, cioè di lunghezze, in tutte le aree del deposito citate ed in base alle transazioni ottenute fino a Giugno del 2018, che consentono di mostrare quali risultati andrebbe a portare l'implementazione di ogni proposta se fosse stata accettata dal 01/01/2018.

Alla fine di ogni proposta verrà considerata una velocità di traslazione orizzontale media dei carrelli elevatori pari a 10 km/h, per effettuare calcoli relativi al risparmio di tempo corrispondente.

È giusto affermare che questo calcolo tiene conto soltanto della distanza percorsa dai carrelli elevatori come illustra la seguente formula:

$$\text{Distanza risparmiata} = \sum_i^n \text{N. transazioni}_i \times (\text{Distanza proposta}_i - \text{Distanza attuale}_i)$$

Con  $i$  si intende ogni codice prodotto che è stato riallocato in magazzino secondo la logica della riorganizzazione.

Ora si può osservare come la prima proposta di riorganizzazione impatta sul risparmio delle distanze tramite l'analisi delle transazioni del periodo di riferimento.

Distanza risparmiata tramite l'analisi delle transazioni relative agli ordini di trasferimento:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
12380,35	2063,39	103,17
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuali Transazione considerate
932	848	90,99%

Distanza risparmiata tramite l'analisi delle transazioni relative agli ordini dei clienti:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
584979,02	97496,50	4874,8252
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuali Transazione considerate
81278	76560	94,20%

Distanza risparmiata tramite l'analisi delle transazioni relative agli ordini di clienti della Grande Distribuzione Organizzata:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
5456	909,33	45,47
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuali Transazioni considerate
1686	1576	93,48%

Sommando ogni area si raggiunge un risparmio totale della distanza pari a in:

<b>Distanza totale risparmiata 6 mesi (Metri)</b>	<b>Distanza risparmiata mese (Metri)</b>	<b>Distanza risparmiata giornaliera (Metri)</b>
602815,37	100469,23	5023,46
<b>Transazioni Totali</b>	<b>Transazioni Considerate</b>	<b>Percentuale Transazioni considerate</b>
83896	78984	94,15%

Si ottiene una movimentazione che consente di recuperare in base alle transazioni di 6 mesi una distanza pari a: 60,3 ore che corrispondono a 7,54 giorni lavorativi.

Questa proposta di miglioramento è la migliore in termini di distanza risparmiata, poiché senza particolare vincoli, dispone i prodotti da quello di maggior consumo a quello di consumo minore, relativo all'anno precedente. Questa logica permette di ottimizzare le distanze percorse dai carrelli elevatori, ma comporta maggiori difficoltà al picking, date dalla disposizione casuale dei prodotti, che non darebbe nessun riferimento agli operatori riguardo alla disposizione dei prodotti.

Senza avere una disposizione per famiglie, come invece vedremo nelle altre proposte successivamente, è prevedibile un notevole tempo impiegato dagli operatori per rintracciare i prodotti da preparare e la necessità di avere una mappa del magazzino con la raffigurazione di ogni ubicazione e il prodotto assegnato.

È certamente più probabile perdere prodotti con una disposizione di questo tipo e il buon senso porta ad escluderla, perché non sarebbe una disposizione efficace per migliorare lo svolgimento delle operazioni di picking.

## Proposta di riorganizzazione B

Questa proposta di riorganizzazione è stata compiuta attraverso un primo raggruppamento per famiglie di prodotti già descritte e una ulteriore divisione di queste famiglie per classi individuate in base ai consumi del 2017 dei prodotti che compongono ognuna di esse.

Famiglia prodotto	Consumi 2017	Cumulata	Percentuale Cumulata	CLASSE
D0	3506721	3506721	54,01%	A
L5	477961	3984682	61,38%	A
L8	396110	4380792	67,48%	A
L1	340821	4721613	72,73%	A
E0	260030	4981642	76,73%	A
L0	258532	5240174	80,71%	B
N0	244100	5484274	84,47%	B
L4	226026	5710300	87,95%	B
O0	187989	5898289	90,85%	B
E1	109360	6007649	92,53%	B
J0	107729	6115378	94,19%	B
G0	98361	6213739	95,71%	C
L3	81778	6295517	96,97%	C
M0	53378	6348895	97,79%	C
C0	42979	6391874	98,45%	C
G1	30459	6422333	98,92%	C
L2	21753	6444086	99,26%	C
E2	18142	6462228	99,54%	C
K0	13283	6475511	99,74%	C
I0	6063	6481574	99,83%	C
R0	5196	6486770	99,91%	C
L9	3860	6490630	99,97%	C
M3	1507	6492137	100,00%	C
E5	175	6492312	100,00%	C
LM	36	6492347	100,00%	C
R1	1	6492348	100,00%	C
A0	0	6492348	100,00%	D
B0	0	6492348	100,00%	D
B1	0	6492348	100,00%	D
L7	0	6492348	100,00%	D

Nella proposta di riorganizzazione sono state allocati i prodotti nelle scaffalature interne, come si è già precisato, attraverso una logica per colonne, che ha disposto le famiglie della classe A nella parte più prossima alla zona di carico, la classe di famiglie B nella fascia intermedia e infine la classe C nella porzione più distante.

Seguendo la logica, definita la distanza risparmiata, le transazioni riguardanti gli ordini di trasferimento dei prodotti sono state:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
12237,35	2039,56	101,98
Transazioni Totali	Transazioni Considerate	Percentuali Transazione considerate 2018
932	848	90,99%

Considerando le distanze recuperate tramite le transazioni relative ai clienti si ottiene:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
549461,02	91576,84	4578,841867
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuali Transazione considerate
81278	76560	94,20%

Le distanze recuperate dalle transazioni attinenti ai clienti della grande distribuzione organizzata sono state:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
5456	909,33	45,47
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuali Transazione considerate
1686	1576	93,48%

Il totale della distanza risparmiata per la proposta di riorganizzazione B è presentato dalla tabella che segue:

<b>Distanza totale risparmiata 6 mesi (Metri)</b>	<b>Distanza risparmiata mese (Metri)</b>	<b>Distanza risparmiata giornaliera (Metri)</b>
567154,37	94525,73	4726,29
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuale Transazioni considerate
83896	78984	94,15%

Il risparmio raggiunto è stato di 56,72 ore analizzando i primi 6 mesi di transazioni, che corrisponde ad un risparmio di 7 giorni.

Questo risparmio è minore rispetto a quello della prima proposta, ma permette di avere una gestione efficiente del magazzino, avendo assegnato alle classi di famiglie di prodotti una certa area della scaffalatura; anche in questo caso è consigliabile tenere una mappatura del magazzino per ogni ubicazione e prodotto assegnato che può essere soggetta a cambiamenti, relativi alla dismissione di prodotti oppure alla presenza di nuovi prodotti nel magazzino con consumi elevati.

È auspicabile che gli operatori riescano ad avere una visione del magazzino più definita rispetto a quella vista nella riorganizzazione A, ma deve essere fatta attenzione da parte degli operatori al rispetto delle aree di allocazione dei prodotti per evitare perdite di prodotti.

## Proposta di riorganizzazione C

Nell'ultima proposta di riorganizzazione i prodotti sono stati allocati sulle scaffalature interne al deposito con una metodologia che ha tenuto conto delle velocità di traslazione verticale e orizzontale dei carrelli elevatori, che è stata descritta nel capitolo riguardante i criteri di allocazione presente in questo elaborato.

Prendendo come riferimento una velocità di traslazione orizzontale uguale a 10 Km/h e una velocità di traslazione verticale pari a 1,25 Km/h sono stati calcolati i seguenti tempi per il raggiungimento delle allocazioni:

Tempi per raggiungere scaffalatura carico	Settore 1	Settore 2	Settore 3	Settore 4	Settore 5	Settore 6	Settore 7	Settore 8	Settore 9	Settore 10	Settore 11	Settore 12	Settore 13	Settore 14	Settore 15
Piano 3 (4,1m)	12,0438	12,34968	12,64956	12,94944	13,24932	13,5492	13,8491	14,149	14,44884	14,74872	15,0486	15,34848	15,64836	15,94824	16,24812
Piano 2 (2,8m)	8,2998	8,59968	8,89956	9,19944	9,49932	9,7992	10,0991	10,399	10,69884	10,99872	11,2986	11,59848	11,89836	12,19824	12,49812
Piano 1 (1,5m)	4,5558	4,85568	5,15556	5,45544	5,75532	6,0552	6,35508	6,65496	6,95484	7,25472	7,5546	7,85448	8,15436	8,45424	8,75412
Piano 0 (0m)	0,2358	0,53568	0,83556	1,13544	1,43532	1,7352	2,03508	2,33496	2,63484	2,93472	3,2346	3,53448	3,83436	4,13424	4,43412
I/O	0,415	1,248	2,081	2,914	3,747	4,58	5,413	6,246	7,079	7,912	8,745	9,578	10,411	11,244	12,077
	metri	metri	metri	metri	metri	metri									

T<6s

6s<T<12s

12s<T<18s

T>18s

Settore 16	Settore 17	Settore 18	Settore 19	Settore 20	Settore 21	Settore 22	Settore 23	Settore 24	Settore 25	Settore 26	Settore 27	Settore 28	Settore 29	Settore 30	Altezza per inforcare	
16,542	16,84188	17,14176	17,44164	17,74152	18,0414	18,34128	18,64116	18,94104	19,24092	19,5408	19,84068	20,14056	20,44044	20,74032	4,13	metri
12,798	13,09788	13,39776	13,69764	13,99752	14,2974	14,59728	14,89716	15,19704	15,49692	15,7968	16,09668	16,39656	16,69644	16,99632	2,83	metri
9,054	9,35388	9,65376	9,95364	10,25352	10,5534	10,85328	11,15316	11,45304	11,75292	12,0528	12,35268	12,65256	12,95244	13,25232	1,53	metri
4,734	5,03388	5,33376	5,63364	5,93352	6,2334	6,53328	6,83316	7,13304	7,43292	7,7328	8,03268	8,33256	8,63244	8,93232	0,03	metri
12,91	13,743	14,576	15,409	16,242	17,075	17,908	18,741	19,574	20,407	21,24	22,073	22,906	23,739	24,572	3mm per inforcare il bancale	
metri																

Tempi per raggiungere scaffalatura carico/scarico	Settore 1	Settore 2	Settore 3	Settore 4	Settore 5	Settore 6	Settore 7	Settore 8	Settore 9	Settore 10	Settore 11	Settore 12	Settore 13	Settore 14	Settore 15
Piano 3 (4,1m)	24,0876	24,68736	25,28712	25,88688	26,48664	27,0864	27,68616	28,28592	28,88568	29,48544	30,0852	30,68496	31,28472	31,88448	32,48424
Piano 2 (2,8m)	16,5996	17,19936	17,79912	18,39888	18,99864	19,5984	20,19816	20,79792	21,39768	21,99744	22,5972	23,19696	23,79672	24,39648	24,99624
Piano 1 (1,5m)	9,1116	9,71136	10,31112	10,91088	11,51064	12,1104	12,71016	13,30992	13,90968	14,50944	15,1092	15,70896	16,30872	16,90848	17,50824
Piano 0 (0m)	0,4716	1,07136	1,67112	2,27088	2,87064	3,4704	4,07016	4,66992	5,26968	5,86944	6,4692	7,06896	7,66872	8,26848	8,86824
I/O	0,415	1,248	2,081	2,914	3,747	4,58	5,413	6,246	7,079	7,912	8,745	9,578	10,411	11,244	12,077
	metri	metri	metri	metri	metri	metri									

T<12s

12s<T<24s

24s<T<36s

T>36s

Settore 16	Settore 17	Settore 18	Settore 19	Settore 20	Settore 21	Settore 22	Settore 23	Settore 24	Settore 25	Settore 26	Settore 27	Settore 28	Settore 29	Settore 30	Altezza per inforcare	
33,084	33,88376	34,68352	35,48328	36,28304	37,0828	37,88256	38,68232	39,48208	40,28184	41,0816	41,88136	42,68112	43,48088	44,28064	4,13	metri
25,596	26,19576	26,79552	27,39528	27,99504	28,5948	29,19456	29,79432	30,39408	30,99384	31,5936	32,19336	32,79312	33,39288	33,99264	2,83	metri
18,108	18,70776	19,30752	19,90728	20,50704	21,1068	21,70656	22,30632	22,90608	23,50584	24,1056	24,70536	25,30512	25,90488	26,50464	1,53	metri
9,468	10,06776	10,66752	11,26728	11,86704	12,4668	13,06656	13,66632	14,26608	14,86584	15,4656	16,06536	16,66512	17,26488	17,86464	0,03	metri
12,91	13,743	14,576	15,409	16,242	17,075	17,908	18,741	19,574	20,407	21,24	22,073	22,906	23,739	24,572		
metri																

Dalle immagini si può affermare che la collocazione dei prodotti migliore, dal punto di vista dell'ottimizzazione delle tempistiche per il raggiungimento delle allocazioni, è la seguente:

Considerato un caso in cui:

- I/O sia la posizione del punto input/output delle UdC;
- $v_o, v_v$  siano rispettivamente la velocità di traslazione orizzontale e verticale del carrello;
- $x_k$  sia l'ascissa del vano posizionato nella colonna k ( $k=1, \dots, N_c$ );

- $y_m$  sia l'ordinata del vano posizionato nel generico livello  $m$  ( $m=1, \dots, NL$ );
- $to_k$  sia il tempo necessario al carrello per effettuare la traslazione fino ad  $x_k$ ;
- $tv_m$  sia il tempo necessario al carrello per effettuare il sollevamento fino ad  $y_m$ ;
- $ta_{k,m}$  sia il tempo di accesso necessario al carrello per raggiungere il vano  $k,m$ .

Si è calcolato il tempo di accesso  $ta_{k,m}$  tramite la seguente formula:

$$ta_{k,m} = to_k + tv_m = \frac{x_k}{v_o} + \frac{y_m}{v_v}$$

Attraverso ogni colore dell'immagine si identifica una diversa classe di famiglie di prodotto ed è stata rappresentata la disposizione in diagonale ottenuta in base ai calcoli precedenti:

Codici Scaffalatura	Settore 1	Settore 2	Settore 3	Settore 4	Settore 5	Settore 6	Settore 7	Settore 8	Settore 9	Settore 10	Settore 11	Settore 12	Settore 13	Settore 14	Settore 15
Piano 3	A31	A31	A33	B31	B32	B33	C31	C32	C33	D31	D32	D33	E31	E32	E33
Piano 2	A21	A21	A23	B21	B22	B23	C21	C22	C23	D21	D22	D23	E21	E22	E23
Piano 1	A11	A12	A13	B11	B12	B13	C11	C12	C13	D11	D12	D13	E11	E12	E13
Piano 0	A01	A02	A03	B01	B02	B03	C01	C02	C03	D01	D02	D03	E01	E02	E03
	Scaff. 3x3			Scaff. 6x4			Scaff. 9x4			Scaff. 11x4			Scaff. 12x4		

Settore 16	Settore 17	Settore 18	Settore 19	Settore 20	Settore 21	Settore 22	Settore 23	Settore 24	Settore 25	Settore 26	Settore 27	Settore 28	Settore 29	Settore 30
F31	F32	F33	G31	G32	G33	H31	H32	H33	I31	I32	I33	J31	J32	J33
F21	F22	F23	G21	G22	G23	H21	H22	H23	I21	I22	I23	J21	J22	J23
F11	F12	F13	G11	G12	G13	H11	H12	H13	I11	I12	I13	J11	J12	J13
F01	F02	F03	G01	G02	G03	H01	H02	H03	I01	I02	I03	J01	J02	J03
Scaff. 30x4														

Successivamente sono stati rilevati i dati connessi ai risparmi legati alle distanze orizzontali.

In base all'analisi svolta sulle transazioni degli ordini di trasferimento, sono stati conseguiti questi risultati:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
12237,35	2039,56	101,98
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuali Transazione considerate
932	848	90,99%

Il risparmio delle distanze relativo alle transazioni attinenti ai clienti è uguale a:

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
549269,52	91544,92	4577,246033
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuale Transazioni considerate
81278	76560	94,20%

Il risparmio ottenuto attraverso l'esame delle transazioni dei clienti della grande distribuzione organizzata (GDO):

Distanza risparmiata 6 mesi (Metri)	Distanza risparmiata mese (Metri)	Distanza risparmiata giornaliera (Metri)
5456	909,33	45,47
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuale Transazioni considerate
1686	1576	93,48%

Il risparmio globale calcolato è rappresentato nella tabella successiva:

<b>Distanza totale risparmiata 6 mesi (Metri)</b>	<b>Distanza risparmiata mese (Metri)</b>	<b>Distanza risparmiata giornaliera (Metri)</b>
566962,87	94493,81	4724,69
Transazioni Totali 2018	Transazioni Considerate	Percentuale Transazioni considerate
83896	78984	94,15%

È stato ottenuto un miglioramento rispetto alla proposta B poiché il risparmio raggiunto è stato di 56,7 ore lavorative corrispondenti a 7,46 giorni lavorativi.

Questa disposizione permette di essere maggiormente efficienti, poiché i prodotti più consumati risultano più velocemente raggiungibili rispetto a prima, grazie alla disposizione che tiene conto delle velocità di traslazione orizzontale e verticale.

Purtroppo, questa disposizione è meno semplice da adottare rispetto alla precedente perché le aree sono lungo una diagonale che percorre lo scaffale. Gli operatori dovrebbero avere una mappatura delle ubicazioni, da rispettare rigidamente, perché il maggior numero delle ubicazioni circostanti a quella assegnata alla classe di famiglie del prodotto, è stato assegnato ad un'altra classe.

È perciò probabile che questa proposta, se non adottata in modo inflessibile, tenda a produrre un numero notevole di errori al picking e, in alcuni casi, di prodotti non recuperati a causa di un errore di allocazione.

## Confronto tempi di accesso tra le proposte individuate

Non è stato possibile effettuare un confronto tra le proposte di riorganizzazione create con la disposizione attuale dei prodotti sulle scaffalature interne al deposito dal punto di vista delle distanze verticali e orizzontali per mancanza di informazioni dettagliate, per logiche aziendali interne, inerenti alla disposizione dei prodotti situati nei singoli vani dello scaffale.

Avendo svolto uno studio riguardante in maniera considerevole questo aspetto dell'ottimizzazione del magazzino è stato compiuto un confronto attraverso il supporto dei dati relativi alle transazioni di vendita dei prodotti finiti disposti sulle scaffalature.

Sfruttando i tempi di accesso ai singoli vani calcolati in precedenza, partendo dal punto di riferimento I/O sono stati confrontati per ogni vano di ogni scaffale dell'area considerata le tempistiche del percorso compiuto dal carrello elevatore.

$$\text{Tempo risparmiato} = \sum_i^n \text{N. transazioni}_i \times (\text{Tempo di accesso}_{a,i} - \text{Tempo di accesso}_{b,i})$$

Per ogni prodotto i stoccati negli scaffali interni al deposito si è calcolata la differenza tra  $i$  tempi di accesso allo stesso prodotto posizionato su ubicazioni differenti confrontando le tre proposte prese a coppie indicate con  $a$  e  $b$ .

Il calcolo ha portato alla seguente tabella che riassume il confronto tra le proposte A, B e C dal punto di vista delle scaffalature interne al deposito:

<b>Ubicazioni proposta A = Ubicazioni proposta B</b>	<b>Ubicazioni proposta B = Ubicazioni proposta C</b>	<b>Ubicazioni proposta A = Ubicazioni proposta C</b>
16	183	15
<b>Ubicazioni proposta A diverse da Ubicazioni proposta B</b>	<b>Ubicazioni proposta B diverse da Ubicazioni proposta C</b>	<b>Ubicazioni proposta A diverso da Ubicazioni proposta C</b>
518	351	519
<b>Distanze verticali A-B (sec)</b>	<b>Distanze verticali B-C (sec)</b>	<b>Distanze verticali A-C (sec)</b>
-18769,57	6770,66	-15837,92

Come è osservabile le disposizioni sono molto differenti dal punto di vista delle ubicazioni assegnate ai prodotti, ciò deriva dalle diverse logiche applicate per la loro creazione.

È inoltre visibile come la proposta A, la disposizione casuale dei prodotti, basata unicamente sui consumi senza ulteriori vincoli con tutti i suoi svantaggi legati alla allocazione dei prodotti dal punto di vista pratico, risulta essere la soluzione meno

dispendiosa in termini di tempo, poiché è inferiore di 18769,57 secondi che equivalgono a 312,83 minuti rispetto alla proposta B e di 15837,92 secondi corrispondenti a 269,97 minuti rispetto alla C.

È importante infine mostrare come la proposta C ottenuta tramite lo studio delle velocità di traslazione orizzontale e verticale sia più efficiente in termini di tempo rispetto alla B di 6770,66 secondi, equivalenti a 112,84 minuti.

Ciò mostra come lo studio effettuato servendosi delle velocità di traslazione orizzontale e verticale per la disposizione dei prodotti all'interno delle scaffalature possa dare benefici in termini di tempo anche se la sua implementazione sia difficile per motivi legati all'aspetto pratico delle attività di picking da parte degli operatori.

## Valutazione economica delle proposte

Dopo aver espresso i dati relativi alle tempistiche che potrebbero essere risparmiate in un periodo lavorativo di 6 mesi, occorre osservare come questi valori possano incidere positivamente sui costi aziendali del magazzino.

I benefici che si andranno a stimare sono connessi quindi alle attività di magazzino, le quali sono caratterizzate da un unico obiettivo funzionale: la certezza della fornitura al cliente nei termini previsti dalle clausole contrattuali.

Dal perseguimento di questo obiettivo derivano due categorie di costo principali:

- 1) Il mantenimento delle scorte (aspetti finanziari e gestionali corrispondenti alle spese vive aziendali sostenute per lo svolgimento delle attività proprie di questo aspetto già illustrate nel primo capitolo);
- 2) Il non mantenimento delle scorte, ossia da scarsità di materiale e stockout che genera l'impossibilità a consegnare secondo le scadenze previste con conseguenze che comprendono anche i mancati fatturati e, commercialmente, la perdita d'immagine dell'azienda nei confronti del cliente.

All'interno degli stabilimenti devono essere presenti spazi adeguati e intelligentemente localizzati, debitamente attrezzati entro i quali strutture di disposizione e contenimento possano inglobare in modo ordinato le merci (Santoli, 2014).

Tra le strutture di disposizione e contenimento sono annoverate strutture come gli scaffali e i container, ma allo stesso tempo anche carrelli elevatori e nastri trasportatori per la movimentazione della merce.

Inoltre, sono da evidenziare le funzionalità operative alle quali si dedica il personale impiegato in questo ambito, il quale si fa carico della gestione fisica delle merci.

La responsabilità rispetto ai requisiti di prodotto è evidente, in quanto è il personale in oggetto che valuta le migliori condizioni di conservazione del materiale, le misure o gli interventi da promuovere per evitare fenomeni di deperibilità.

In questa stima i costi legati alle infrastrutture, delle attrezzature, della rete informatica, dell'utilizzo energetico per l'illuminazione del magazzino rappresenteranno le spese fisse dell'attività e su di esse le proposte di riorganizzazione non ricadranno.

I costi legati al personale impiegato nelle attività di movimentazione e di picking dei prodotti, i costi legati all'energia elettrica riferita alla ricarica dei carrelli elevatori e i costi di manutenzione riferiti alle ore di utilizzo dei mezzi per la movimentazione rappresenteranno le spese sulle quali le proposte impatteranno positivamente a livello economico sulla contabilità di magazzino.

La contabilità di magazzino è lo strumento di controllo operativo con il quale si gestiscono le merci in entrata e in uscita dall'azienda.

Deve permettere la gestione dei flussi relativi ai materiali in entrata e in uscita, da un punto di vista gestionale e contabile.

Approfondendo i costi legati al sistema logistico occorre sottolineare come solitamente i costi legati al mantenimento di ogni unità prodotta, movimentata e allocata in magazzino sono pari ad un valore corrispondente al 15-20% del valore del prodotto stesso (Santoli,2014).

È rilevante perciò a conclusione del lavoro svolto indicare quali siano i vantaggi dal punto di vista economico delle proposte effettuate in precedenza rispetto alla situazione attuale.

È utile perciò osservare queste considerazioni economiche come stime a supporto dell'elaborato e soprattutto che le proposte di riorganizzazione non presentano nessun tipo di investimento economico, in quanto in esse si applicano le metodologie illustrate nei capitoli precedenti sulle aree di magazzino e le scaffalature già esistenti.

I costi relativi alla movimentazione dei prodotti sono i seguenti:

- Costo orario della manodopera 18€/h;
- Costo energia elettrica (compreso di tassazione) per la ricarica dei carrelli elevatori 0,15€/Kwh;
- La quantità di energia elettrica necessaria per la ricarica dei carrelli elevatori per una resa continua di 5 ore pari a 19,2 Kwh;
- Costo manutenzione orario per il funzionamento del carrello elevatore pari a 1,6€/h.

Le formule utilizzate per lo svolgimento dei calcoli sono le seguenti:

*Risparmio sul costo della manodopera*

$$= \text{Costo orario della manodopera} \left( \frac{\text{€}}{\text{h}} \right) \times \text{Tempo risparmiato Riorganizzazione}_K(h)$$

*Risparmio sul costo dell'energia elettrica*

$$= \text{Costo energia elettrica} \left( \frac{\text{€}}{\text{Kwh}} \right) \times \text{Energia elettrica per la ricarica (Kwh/5h)} \times$$

*Tempo risparmiato Riorganizzazione<sub>K</sub> (h)*

*Risparmio sul costo relativo alla manutenzione =*

$$\text{Costo orario manutenzione} \left( \frac{\text{€}}{\text{h}} \right) \times \text{Tempo risparmiato Riorganizzazione}_K$$

La proposta di riorganizzazione A se pur molto difficile da applicare a causa della disposizione dei prodotti senza vincolo legati al raggruppamento dei prodotti per classi di famiglie presenta i seguenti benefici economici:

Risparmio sul costo della manodopera (€)	Risparmio sul costo dell'energia elettrica (€)	Risparmio sul costo relativo alla manutenzione (€)	Risparmio totale (€)
1085,40	34,73	96,48	1216,61

La proposta di riorganizzazione B invece - come già spiegato più semplice da adottare e mantenere valida nel tempo - presenta queste stime relative al risparmio dei costi:

Risparmio sul costo della manodopera (€)	Risparmio sul costo dell'energia elettrica (€)	Risparmio sul costo relativo alla manutenzione (€)	Risparmio totale (€)
1020,96	32,67	90,76	1144,39

Infine, la proposta di riorganizzazione C relativamente allo stoccaggio dei prodotti in base alle velocità di traslazione orizzontale e verticale del carrello ha i seguenti vantaggi economici rispetto alla situazione attuale:

Risparmio sul costo della manodopera (€)	Risparmio sul costo dell'energia elettrica (€)	Risparmio sul costo relativo alla manutenzione (€)	Risparmio totale (€)
1020,60	32,65	90,72	1143,97

Nel valutare questi risultati è di fondamentale importanza considerare il periodo di riferimento esaminato, 6 mesi, perciò le stime annuali relative al recupero economico sono:

Risparmio proposta A	Risparmio proposta B	Risparmio proposta C
2433,2€	2288,78€	2287,84€

Inoltre, le stime sono restrittive sulle potenzialità delle riorganizzazioni, poiché non si è potuto svolgere calcoli relativi al risparmio economico, connessi al tempo di accesso ai vani delle scaffalature per mancanza di dati sulle ubicazioni specifiche dei singoli prodotti in esse allocati.

È perciò possibile affermare che il metodo ABC, basato sulla Legge di Pareto, rappresenta una valida soluzione per ottimizzare la gestione delle scorte a magazzino. Questo metodo può essere utilizzato con diverse logiche e permette di:

- Prevenire il rischio di stock out;
- Ridurre le scorte di prodotti meno venduti;
- Ottenere la migliore allocazione dei prodotti in magazzino;
- Ridurre i tempi di carico/scarico magazzino.

Il tutto al fine di ridurre i costi di gestione delle scorte e aumentare la redditività dell'impresa.

## Conclusioni

La maggior parte delle attività logistiche si svolge all'interno del magazzino: ricevimento delle merci, stoccaggio, preparazione degli ordini e spedizioni sono tutte operazioni di fondamentale importanza, che devono essere organizzate con particolare attenzione.

Attraverso questo elaborato si vuole evidenziare come l'aspetto della logistica interna al magazzino sia rilevante in ogni contesto aziendale, poiché si concretizza in efficienza di tempo e costi che si devono conseguire per raggiungere obiettivi legati al migliore servizio al cliente.

Per quanto riguarda invece l'azienda analizzata, il percorso di tesi seguito ha riscontrato una buona gestione complessiva del magazzino. In particolare, l'analisi ABC, compiuta sulle giacenze e i consumi dell'impresa, ha confermato che i prodotti che incidono maggiormente sul fatturato sono anche quelli che vengono gestiti con maggiore cura ed il risultato è un indice di rotazione annuale del magazzino, che mostra come le scorte siano correttamente dimensionate rispetto ai consumi da soddisfare.

Infatti, per tutti i prodotti venduti dall'azienda, le scorte sono soggette a frequenti controlli (attraverso il software gestionale aziendale) con l'obiettivo di mantenerle al livello corretto.

Per quanto riguarda la gestione dello spazio, sono invece possibili alcuni perfezionamenti legati ai flussi logistici, connessi allo svolgimento delle attività di picking degli operatori.

Obiettivo del lavoro di questa tesi è stato quello di formalizzare il problema dell'allocazione dei prodotti finiti nelle diverse aree di stoccaggio in un magazzino manuale, tenendo conto dei numerosi vincoli legati alle diverse tipologie di prodotto. I vincoli operativi del problema rappresentato sono stati individuati sulla base delle specifiche esigenze del deposito logistico di mantenere determinate funzioni interne.

Successivamente ad una prima valutazione riguardante le giacenze e consumi tenuti a magazzino, è stata analizzata la situazione attuale dell'allocazione dei prodotti, sono state stabilite le capacità di stoccaggio di ogni area e sono stati calcolati i livelli di saturazione.

A seguito di ciò è stato possibile sfruttare un database, in cui sono stati raccolti gli errori effettuati al picking da parte degli operatori per capire quali fossero i possibili accorgimenti da apportare in fase di riorganizzazione.

Nella tesi sono state esposte tre proposte di riorganizzazione ottenute seguendo tre logiche differenti di posizionamento dei prodotti finiti, in riferimento alle diverse aree del magazzino.

Le categorie più richieste sono state sistemate in posizioni più accessibili, con una conseguente diminuzione delle distanze percorse, che ha influito positivamente sui tempi di stoccaggio e picking.

L'elaborato ha come scopo principale, inoltre, quello di ottimizzare la collocazione dei prodotti sugli scaffali che, come rilevato dall'analisi sugli errori registrati, rappresenta l'area più critica.

Senza la possibilità di effettuare un confronto sulla disposizione attuale dei prodotti sulle scaffalature in modo specifico, le ubicazioni assegnate ai prodotti nelle tre proposte sono state paragonate tra loro, focalizzandosi sulle tempistiche di accesso ad ogni vano delle scaffalature.

Le proposte mostrate per quest'area del magazzino hanno tutte vantaggi connessi al recupero di tempo, ma particolarmente una non mostra particolari problemi dal punto di vista della sua adozione a livello pratico.

In conclusione, sebbene il deposito Mapei S.p.a. realizzi una gestione delle scorte abbastanza corretta, vi è comunque spazio per alcuni accorgimenti migliorativi.

Ad esempio, una mappatura più dettagliata del magazzino con una conseguente assegnazione delle ubicazioni dei prodotti stoccati, secondo una logica di efficienza legati alle distanze percorse per compiere il picking dagli operatori.

Questo perché, come emerge dalla tesi, apportando determinate modifiche della disposizione dei prodotti negli scaffali e nelle zone di stoccaggio a terra, si possono ridurre sensibilmente i tempi necessari allo svolgimento delle varie operazioni di magazzino.

L'obiettivo a cui tendere è un magazzino efficace ed efficiente, che semplifichi, velocizzi e sia di supporto alle attività interne all'azienda, per ridurre gli sprechi e migliorare in modo continuo e incrementale il servizio al cliente.

## Bibliografia

“American, Asian and third-party International warehouse operations in Europe: A performance comparison”, *International Journal of Operations & Production Management*, 25: 762-780 (De Koster M.B.M Warffemius P.M.J 2005).

“Centri logistici per la competitività delle imprese. Profili strategici e di governo.” (Genco, 2015)

“Demand Planning: Processi, metodologie e modelli matematici per la gestione della domanda commerciale” (Milanato, 2008)

“Economia e direzione dell’impresa industriale” (Saraceno, 1978)

“Flow time e processi produttivi” (Santoli, 2014)

“Il passaggio del testimone: sedici casi di successo in imprese familiari italiane” (Mezzadri, 2005)

“Il sistema logistico: progettazione, governo e gestione della supply chain” (Massaroni, 2007)

“Impianti di movimentazione e stoccaggio dei materiali” (Caron F., Marchet G., Wegner R., 2011)

“Logistic Core Operations with SAP: Inventory Management, Warehousing, Transportation, and Compliance” (Kappauf, Lauterbach, Koch, 2012)

“Logistica e supply chain management” (Bergamaschi, Grando, Renoldi, 2015)

“Manuale di logistica e gestione della supply chain” (D.J.Bowersox, D.J.Closs, M.B.Cooper, 2011)

“Logistica Integrata e Flessibile” (A.Pareschi, E.Ferrari, A.Persona, A.Regattieri, 2011)

“Manuale di logistica distributiva” (Rushton, 2010)

“Material Handling: immagazzinamento e trasporti interni” (Maraschi, 2011)

“Material Handling. Tecniche informatiche per la gestione operativa della logistica interna” (Quintili P., Roveta R., 1994)

“Quick response practices and technologies in developing supply chains”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30 pp.627-39 (Perry M. Sohal A.S, 2000)

“Realtà Mapei Numero 146” (Gennaio, 2018)

“Response time considerations for optimal warehouse layout design” (Pandit, Palekar, 1993)

“Supply chain management: la gestione dei processi di fornitura e distribuzione” (Romano P.; Danese P.,2006)

“Varieties of Logistics Centers”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board,2288:9-18.(Higgins C.D., Ferguson M., Kanaroglu P.S.,2012)

## Sitografia

[www.osservatoriodistretti.org](http://www.osservatoriodistretti.org)

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

[www.mapei.com](http://www.mapei.com)