



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

A.a. 2021/2022

Sessione di Laurea Marzo-Aprile 2022

Analisi dei processi di magazzino e delle possibilità di automazione: il caso Dimar s.p.a.

Relatrice:

Anna Corinna Cagliano

Candidato:

Pietro Giuseppe Stra

Sommario

INDICE DELLE FIGURE	6
INTRODUZIONE.....	8
1. LA GRANDE DISTRIBUZIONE ORGANIZZATA	10
1.1 La nascita dei supermercati.....	10
1.2 Il supermercato in Italia	12
1.3 Tipologie di punti vendita	13
1.4 Analisi del mercato	14
1.5 I protagonisti del mercato.....	16
1.6 La supply chain nella grande distribuzione organizzata	18
1.7 Il ruolo del magazzino nella supply chain.....	21
2. LA DIMAR	22
2.1 La nascita	22
2.2 Il gruppo Selex	23
2.3 La nascita del CEntro di DIstribuzione (CEDI) DIMAR e l'espansione.....	24
2.4 L'insegna MERCATO'	25
2.5 La rete dei punti vendita.....	27
3. IL CENTRO DI DISTRIBUZIONE DIMAR.....	30
3.1 Presentazione del magazzino	30
3.1.1 Analisi del layout	32
3.1.2 Le unità di carico.....	33
3.1.3 Le tipologie di trasporto dei produttori	35

3.2 Analisi del magazzino: l'entrata merce	36
3.2.1. Gli ordini ai fornitori	36
3.2.2 L'arrivo dei camion	37
3.2.3 Primo controllo: correttezza DDT	38
3.2.4 Secondo controllo: corrispondenza merce	38
3.2.5 Il precaricamento a sistema	39
3.2.6 Terzo controllo: codice EAN	40
3.2.7 Lo stoccaggio della merce	40
3.3 Analisi del magazzino: la preparazione e la spedizione degli ordini	41
3.3.1 Gli ordini dai punti vendita	41
3.3.2 Il software per la preparazione delle pedane	41
3.3.3 La preparazione delle pedane	42
3.3.4 L'abbassamento dei pallet per il picking	43
3.3.5 Il controllo delle spedizioni	44
3.3.6 La spedizione	45
4. LE AUTOMAZIONI DI MAGAZZINO PER LA GDO	46
4.1 L'automazione di magazzino	46
4.1.1 Il mercato globale dell'automazione di magazzino	47
4.1.2 I vantaggi dell'automazione	48
4.1.3 Le criticità dell'automazione	50
4.2 Le tipologie di automazioni di magazzino	52
4.2.1 Sistemi di movimentazione	52

4.2.2 Sistemi di stoccaggio automatico	57
4.2.3 Sistemi di picking.....	59
4.2.4 Sistemi di pallettizing.....	64
4.3 Automazione di magazzino: casi implementativi	70
4.3.1 Amazon: il precursore	70
4.3.2 Il caso COOP.....	72
4.3.3 Il caso CONAD	79
4.4 Automazioni al caso Dimar.....	84
4.4.1 Ingresso merce	84
4.4.2 Lo stoccaggio	85
4.4.3 La preparazione degli ordini	87
4.4.4 Il layout	88
5. CONCLUSIONI	90
5.1 Benefici del lavoro di tesi	90
5.2 Limiti del lavoro di tesi	91
5.3 Prossimi passi.....	92
BIBLIOGRAFIA.....	94
SITOGRAFIA	96

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1: 6 settembre 1916, il primo supermercato della storia [5]

Figura 1.2: Primo supermercato italiano [6]

Figura 1.3: Concentrazione mercato Italia vs Europa (Area studi Mediobanca, 2021)

Figura 1.4: I migliori operatori della GDO per risultato netto e fatturato/mq (Area studi Mediobanca, 2021)

Figura 1.5: La schematizzazione della supply chain (Luscia et al., 2014)

Figura 1.6: Localizzazione CeDi presenti sul territorio italiano (Luscia et al., 2014).

Figura 2.1: Il primo supermercato Maxisconto, [9]

Figura 2.2: La rete vendita Selex al 01/01/2021 [11]

Figura 2.3: Le insegne MERCATO' [12]

Figura 2.4: Categorizzazione dei punti vendita riforniti [13]

Figura 2.5: La rete dei punti vendita [13]

Figura 3.1: La collocazione geografica del CeDi [14]

Figura 3.2: Il CeDi rispetto agli altri punti vendita [13]

Figura 3.3: Pallet EUR [17]

Figura 3.4: La struttura delle unità di carico (Luscia et al., 2014)

Figura 3.5: Altezza Unità di Carico in entrata (Luscia et al., 2014)

Figura 3.6: Andamento scorte di magazzino in una politica di riordino Q, R [18]

Figura 3.7: Codice EAN da magazzino

Figura 3.8: La pedana pronta per la consegna [15]

Figura 3.9 Esempio di carrelli elevatori da 13 metri [16]

Figura 4.1: Andamento del mercato delle automazioni di magazzino in miliardi (\$) [19]

Figura 4.2: Tempistiche dei progetti di automazione (Baker and Halim, 2007)

Figura 4.3: Carrelli a guida autonoma [26]

Figura 4.4: Veicolo con piattaforma di trasporto [26]

Figura 4.5: Veicolo outrigger [26]

Figura 4.6: Esempio di System Vehicle Loop [27]

Figura 4.7: Schematizzazione di un trasloelevatore (Carlin, 2020).

Figura 4.8: Esempio di magazzino verticale automatico [41]

Figura 4.9: Pallettizzazione “goods to person” [29]

Figura 4.10 Depallettizzatore AMCAP [30]

Figura 4.11: Il sistema multi-shuffle Dematic [30]

Figura 4.12: Macchinario di pallettizzazione [30]

Figura 4.13: Il pallet preparato da AMCAP [30]

Figura 4.14: Fase di pallettizzazione del MOPS [32]

Figura 4.15: Robot Kiva Systems Amazon [43]

Figura 4.16: CeDi di Prato di proprietà Coop (Melacini, 2019)

Figura 4.17: Magazzino Coop a scaffalatura tradizionale (Melacini, 2019)

Figura 4.18: Sorter automatizzato Coop (Melacini, 2019)

Figura 4.19: Scivolo di accumulo (Melacini, 2019)

Figura 4.20: Polo logistico Conad sito a Montopoli Val D’Arno [35]

Figura 4.21: AGV nel polo logistico CONAD [37]

Figura 4.22: Veduta frontale di una corsia dotata di trasloelevatore [37]

Figura 4.23: Pallettizzatore automatico [37]

Figura 4.24: Magazzini automatici verticali a piani traslanti [37]

Figura 4.25: Magazzino automatico dotato di trasloelevatori [44]

INTRODUZIONE

Il lavoro di tesi si pone l'obiettivo di analizzare i processi del centro di distribuzione Dimar s.p.a., azienda del territorio cuneese operante nella grande distribuzione organizzata (GDO), e le relative possibilità di automazione. In particolare, esso affronta la fase preliminare di uno studio finalizzato alla realizzazione di un nuovo magazzino automatizzato. L'analisi delle tecnologie di automazione attualmente presenti sul mercato permette di ottenere la conoscenza necessaria alla scelta futura delle tipologie di automazione dei processi. L'obiettivo finale del lavoro di tesi è la proposta di automazioni di magazzino che più si adattano al contesto Dimar, tenendo conto delle caratteristiche dell'azienda e delle possibilità offerte dal mercato.

Nel contesto attuale della vendita al dettaglio di generi alimentari, la logistica di magazzino è l'elemento che permette alle aziende di distinguersi maggiormente dai competitors e di ottenere un vantaggio competitivo. L'efficienza logistica, come facilmente riscontrabile in molti casi attuali, è la chiave per permettere non solo una corretta gestione delle merci e del personale, ma anche per supportare eventuali espansioni future. In questo contesto storico, dove le tecnologie hanno sempre più spazio all'interno della supply chain, per un'azienda che intende realizzare un nuovo magazzino è necessario essere al corrente di tutte le possibilità di innovazione offerte dal mercato, in modo da poter effettuare la scelta economicamente più vantaggiosa sul lungo periodo.

Per comprendere la situazione attuale del mercato della GDO, nel Capitolo 1 del presente elaborato ne viene riassunta la storia, dalla nascita dei primi punti vendita cittadini fino ai format attuali. Inoltre, vengono analizzati gli aspetti che ne caratterizzano la supply chain, con particolare importanza al ruolo ricoperto dal centro di distribuzione all'interno di essa. Per una comprensione ottimale delle funzioni di un magazzino della GDO viene esaminato il caso Dimar, il quale, nel secondo capitolo, viene presentato ed inquadrato all'interno del territorio in cui opera, ovvero Piemonte e Liguria.

Dimar rifornisce i propri punti vendita principalmente mediante il centro di distribuzione di Roreto di Cherasco (CN), di cui, all'interno del terzo capitolo, vengono analizzati tutti i processi: dall'ingresso della merce consegnata dai fornitori all'uscita delle pedane miste dirette ai punti vendita.

Infine, nel quarto capitolo, in vista dell'imminente realizzazione di un magazzino automatizzato, si vuole studiare quale sia la situazione attuale del mercato delle automazioni di magazzino applicate alla GDO. Vengono analizzate le principali offerte

tecnologiche implementabili in ciascun processo di magazzino, anche mediante un confronto con i competitors che ad oggi hanno già realizzato progetti in questo ambito. Alla luce dei dati raccolti il lavoro di tesi ha permesso di proporre le tipologie di automazioni che si adatterebbero meglio al caso Dimar, valutandone i benefici e le criticità.

1. LA GRANDE DISTRIBUZIONE ORGANIZZATA

La Grande Distribuzione Organizzata (GDO) esercita la gestione di attività commerciali sotto forma di vendita al dettaglio di prodotti alimentari e di prodotti non alimentari di largo consumo, in punti vendita a libero servizio. Elemento distintivo della GDO è l'esercizio dei punti vendita mediante "catene commerciali" caratterizzati da un unico marchio, attorno al quale vengono dispiegate le strategie promozionali (Tieri & Gamba, 2009).

La grande distribuzione ha tipicamente una struttura di vendita al dettaglio decisamente centralizzata e con una proprietà unica che gestisce in modo diretto i diversi punti vendita, che tendenzialmente sono sparsi nel territorio con tante strutture di dimensioni variabili [4]. In questo capitolo verranno trattati la storia e lo sviluppo della GDO, fino ad un'analisi della situazione attuale italiana.

1.1 La nascita dei supermercati

La nascita del primo negozio il cui funzionamento è assimilabile a quello dei supermercati attuali si deve allo store Piggly Wiggly, ideato dall'imprenditore Clarence Saunders nel 1916 a Memphis, Tennessee. All'ingresso del negozio, veniva fornito ai clienti un cestello all'interno del quale mettere la propria selezione di prodotti presi personalmente dagli scaffali. Fu la prima vera drogheria self-service [1].

I clienti di Piggly Wiggly, ritratto nella fotografia sottostante (Figura 1.1), entravano nel negozio attraverso un tornello e camminavano attraverso corsie per visionare i 605 prodotti del negozio, venduti impacchettati e organizzati in corsie merceologiche. Successivamente, selezionavano la merce mentre camminavano tra i corridoi, fino ad arrivare alle casse. Il vasto assortimento e la completa libertà di scelta dei prodotti da parte del cliente resero la riconoscibilità delle confezioni e della marca estremamente importanti per i fornitori e per i consumatori. Questo meccanismo ha dato origine alle confezioni brandizzate dei prodotti.



Figura 1.1: 6 settembre 1916, il primo supermercato della storia [5]

Il successo di Piggly Wiggly fu fenomenale, tanto che altre catene di negozi indipendenti statunitensi passarono al self-service tra gli anni 20 e gli anni 30. (Bisson & Del Curto, 2021).

Nel 1930, a seguito della crisi del '29, nasce a New York la prima catena di supermercati vera e propria, King Kullen, di proprietà dell'imprenditore Meacheal Kullen. Edificato su un'area di 6.000 piedi quadrati, il King Kullen fu il primo a rompere lo schema della differenziazione della vendita degli alimenti in negozi distinti. Offrì al pubblico più di 1.000 prodotti di ogni genere in un unico punto vendita. Tale tipologia di supermercato ebbe immediatamente grande successo, tanto che in appena 6 anni aprirono altri 16 supermercati King Kullen, per un totale di 6 milioni di dollari di fatturato annuo [1].

Nel 1959 apre il primo supermercato Carrefour ad Annecy in Francia, poi diventato il punto di vendita Carrefour più piccolo al mondo [2], seguito nel 1960 dalla nascita del primo ipermercato in Arkansas, grazie all'idea del nuovo store di Walmart che seguiva il concetto dell'“everything under one roof”.

1.2 Il supermercato in Italia

Molto importante per la nascita dei supermercati in Italia fu, nel giugno del 1956 presso l'Eur di Roma, l'allestimento a titolo informativo di un supermercato di oltre mille metri da parte del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti in collaborazione con la National Association of Food Chains, associazione nazionale americana per lo sviluppo del settore alimentare (Bisson & Del Curto, 2021). L'occasione di tale allestimento fu un congresso internazionale sulla distribuzione alimentare. Questo supermercato disponeva delle attrezzature più moderne ed esponeva su scaffali ordinati oltre 25.000 articoli di genere alimentare e non solo, offerti gratuitamente da 500 aziende americane. Venti commesse, per mostrare il funzionamento, giravano con i carrelli tra i reparti per poi recarsi alle casse. In circa 2 settimane di apertura le persone che visitarono il supermercato furono circa 450.000 e ciò sollevò un grande interesse fra i mass media. L'inaugurazione del primo punto vendita a Roma ebbe un'ottima accoglienza e l'iniziale successo del primo "negozio americano" spinse le imprese a considerare altre aperture. In questo periodo si stavano creando le condizioni di base per lo sviluppo della distribuzione moderna di massa. Il 27 novembre 1958, a Milano, in una ex officina di viale Regina Giovanna, viene aperto il primo supermercato italiano (Figura 1.2) [3].



Figura 1.2: Primo supermercato italiano [6]

L'introduzione del supermercato in Italia è stata una vera rivoluzione, sia dal punto di vista commerciale che sociale, destinata a cambiare la vita quotidiana. Essa ha sancito un mutamento radicale e irreversibile degli usi e delle abitudini del consumatore italiano, conservatore e abituato alla piccola bottega, tradizionalmente a conduzione familiare. A realizzare l'ambizioso progetto sono tre giovani e intraprendenti fratelli della famiglia Caprotti (Bernardo, Guido e Claudio), formatasi in Brianza nel tessile alla fine dell'Ottocento, più Marco Busnelli, la famiglia Crespi e il socio americano Nelson Rockefeller [3].

Mentre negli Stati Uniti i supermercati erano già dagli anni '40 una realtà affermata, in Italia il boom dei supermercati parte con la storica "Esselunga" alla fine degli anni '50, inizialmente a Milano, poi a Torino, e infine in tutto il resto della penisola.

Nel '57 Max Huber, grafico e artista svizzero, inventa il logo per il nuovo supermercato: la "Esse" che corre sopra le altre lettere, in grande evidenza. Tale "Esse" iniziale battezzerà il nome della società, che sarà chiamata "Esselunga" e avrà un successo enorme negli anni a venire.

1.3 Tipologie di punti vendita

La conformazione del territorio italiano e la particolare distribuzione della densità di popolazione nelle varie aree geografiche hanno fatto sì che si sviluppassero diverse tipologie di punti vendita al dettaglio. Queste differenze si sono accentuate con il passare del tempo, ed hanno originato principalmente cinque standard di supermercati, che sono caratterizzati principalmente dalle dimensioni.

- **Il libero servizio:** è un punto vendita al dettaglio di prodotti alimentari, con pagamento all'uscita. Tra tutti, è la tipologia che più assomiglia al tradizionale negozio di quartiere: si trova in aree cittadine anche centrali e offre una gamma di prodotti alimentari abbastanza ampia, ma in genere poco profonda.
- **Supermercato:** è un punto vendita con una superficie superiore ai 400 metri quadrati, a cui di solito si aggiunge un parcheggio riservato alla clientela; ha un assortimento di prodotti decisamente vasto, che comprende sia beni alimentari che prodotti di uso domestico.
- **Ipermercati:** Le superfici degli ipermercati hanno una superficie generalmente maggiore di 2.500 m² [4]. I punti vendita riconducibili a questo formato offrono un

assortimento vasto che comprende anche molti prodotti non-food. di largo consumo, come prodotti per la pulizia e strumenti per la cucina.

- **Discount:** Hanno solitamente una superficie che va dai 200 ai 1000 metri quadrati [4]. Tale tipologia punta a minimizzare i prezzi escludendo i prodotti di maggior qualità e minimizzando i costi di gestione mediante attrezzature espositive semplici e un'offerta di servizi al cliente molto limitata; non sono presenti i banchi macelleria e gastronomia, al loro posto viene offerta al cliente una gamma di prodotti simili confezionati, come ad esempio i diversi tipi di carni in vaschette di polistirolo.
- **Cash and carry:** La superficie di vendita è simile a quella degli ipermercati, ma il servizio viene effettuato esclusivamente ai clienti che sono in possesso di partita IVA.

I destinatari di questo servizio sono dunque clienti che rivenderanno la merce acquistata e che tendenzialmente comprano grandi quantità, cercando di mantenere i costi contenuti. Ne sono un esempio albergatori e ristoratori.

1.4 Analisi del mercato

L'andamento del mercato delle imprese della grande distribuzione italiana ha seguito una tendenza generalmente positiva negli ultimi anni. Il valore delle vendite risulta essere aumentato del 2,3% tra il 2019 e il 2020. Questo incremento si inserisce in un contesto di crescita costante che si è realizzata nel precedente quadriennio (dal 2013 al 2017), periodo nel quale, infatti, il fatturato aggregato è cresciuto, arrivando a raggiungere nel 2017 un giro di affari del valore di 83 miliardi di euro, che è il miglior risultato dal 2014 [4].

Nel 2020, l'arrivo del Covid-19 ha portato ad un'impennata imprevista nei consumi dei beni alimentari di prima necessità. Le code fuori dai supermercati, la prospettiva di dover restare in casa per lungo tempo, l'incertezza sulla durata del lockdown: tutto questo ha avuto un riflesso notevole sulle vendite, che almeno nella prima fase hanno avuto un'impennata verso l'alto. Secondo alcune rilevazioni, infatti, il Nord Est ha mostrato gli incrementi più alti (+7,4%), seguito dal Sud (+5,2%), dal Nord Ovest (+3,5%) e infine dal Centro Italia (+1,8%) [4].

A trainare questa crescita sono stati in particolare i market di dimensioni limitate, incrementi molto marcati per i discount (+8,7%), i supermercati (+6,8%) e i drugstore (+6,6%) [7].

Il settore su cui la crisi sanitaria ha impattato maggiormente è quello dell'e-commerce: nel periodo tra la fine di febbraio e i primi giorni di maggio 2020, le vendite dei prodotti di largo consumo attraverso la rete sono cresciute del +144,6%, arrivando, nella fase di picco, ad un +304,6%. Nonostante tali dati siano fortemente influenzati dall'emergenza sanitaria, è innegabile che l'uso del digital retail stia diventando un canale sempre più rilevante per acquistare anche i prodotti di consumo alimentare più comuni. Tuttavia, nonostante il 2020 sia stato un anno eccezionale per il settore italiano e internazionale della grande distribuzione organizzata, i margini sempre più bassi e lo sviluppo del settore dell'e-commerce, ad oggi non ancora redditizio, potrebbero influenzare negativamente il futuro del settore.

1.5 I protagonisti del mercato

Per quanto riguarda la distribuzione della concentrazione di mercato, “i primi cinque retailer (in Italia) hanno avuto nel 2020 una market share del 57,5%, in crescita dal 52,8% del 2019. L'Italia supera così la Spagna (50%), ma resta più frammentata di Francia (78,1%), Gran Bretagna (75,3%) e Germania (75,2%).”¹ (Area Studi Mediobanca, 2021).

In Figura 1.3 si può osservare l'andamento dei top 5 operatori della GDO italiana dal 2011 al 2020 confrontati con le altre nazioni europee.

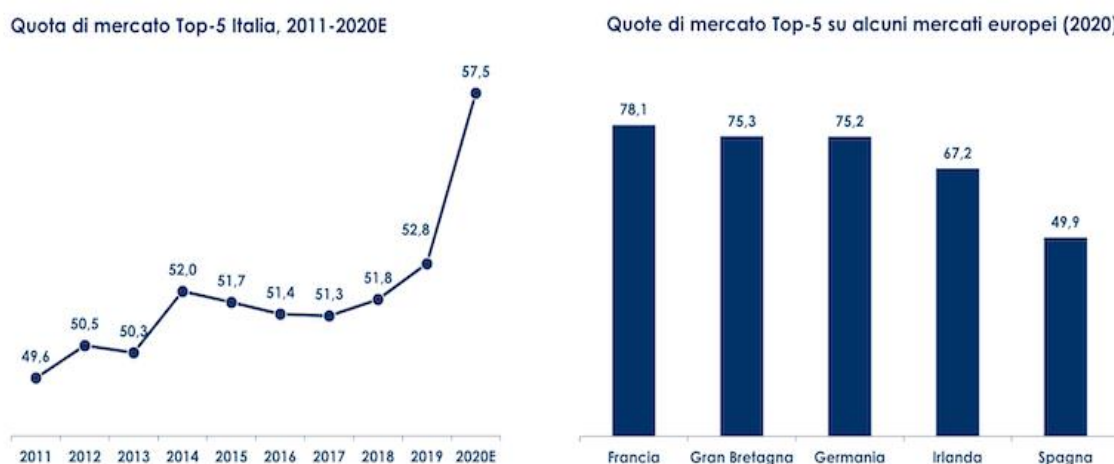


Figura 1.3: Concentrazione mercato Italia vs Europa (Area Studi Mediobanca, 2021)

Il principale player italiano del 2020, come era previsto dopo l'acquisizione degli ipermercati Auchan, è Conad, che detiene la leadership con il 14,8% del mercato, in seconda posizione Selex al 13,7% e Coop al 12,9%. Coop perde due posizioni negli ultimi dieci anni tenendo conto che nel 2011, con il 15,3%, era il primo gruppo precedendo Conad al 10,6% e Selex all'8,1% (Area Studi Mediobanca, 2021).

La situazione del mercato della GDO cambia analizzando gli utili delle aziende. I risultati migliori arrivano da Supermarkets italiani, ovvero Esselunga, che ha cumulato 1,34 miliardi di utili tra il 2015 e il 2019, seguiti da Eurospin e Conad con rispettivamente 1016 milioni e 879 milioni nello stesso periodo di tempo.

Secondo uno studio di Mediobanca del 2020, Supermarkets italiani è la catena con il maggior fatturato per metro quadro di superficie di vendita in Europa, con ben 15,9k€/m², seguito da Sainsbury e Tesco (Area studi Mediobanca, 2021), come riportato in Figura 1.4.

Osservatorio sulla GDO ALIMENTARE



AREA STUDI
MEDIOBANCA

I CAMPIONI ITALIANI

RISULTATO NETTO CUMULATO 2015-2019
€ MLD



I CAMPIONI INTERNAZIONALI

VENDITE PER MQ DI SUPERFICIE NEL 2019
(in migliaia di euro, al netto di iva)



PRINCIPALI OPERATORI INTERNAZIONALI DELLA GDO

2020 VS 2019



+120%
e-commerce
(Click&Collect
e home delivery)



LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

INTENSITÀ ENERGETICA
(kWh/mq)

446	456
-3,5	-3,6

GRUPPI ITALIANI

GRUPPI ESTERI

INTENSITÀ CARBONICA
(kg CO₂/mq)

136	208
-0,9	-3,2

GRUPPI ITALIANI

GRUPPI ESTERI

VARIAZIONE %
2019-2018



Figura 1.4: I migliori operatori della GDO per risultato netto e fatturato/mq (Area Studi Mediobanca, 2021)

1.6 La supply chain nella grande distribuzione organizzata

Tutte le principali aziende della GDO italiana seguono uno stesso schema di approvvigionamento, considerato essenziale per garantire un ottimo livello di servizio di tutte le referenze presenti nei punti vendita. Ogni azienda si differenzia nei singoli processi a seconda di necessità e abitudini, pur mantenendo inalterato lo schema di funzionamento della supply chain.

Nel sistema di approvvigionamento operano principalmente tre tipologie di attori: i produttori di beni alimentari e di prodotti per la cura della persona (PRO), le aziende commerciali della GDO, ovvero i distributori e gli operatori logistici che offrono servizi connessi con la movimentazione e lo stoccaggio delle merci (3PL). Nonostante ciascuno di essi abbia ruoli e peculiarità specifici, il loro spettro d'azione, e di responsabilità, può variare a seconda degli assetti organizzativi adottati.

I flussi logistici sono schematizzati in Figura 1.5, dove si possono osservare le due macroaree principali, quelle dei produttori e dei distributori, rispettivamente in rosso e in blu, mentre in verde sono evidenziate le aree di transito della merce.

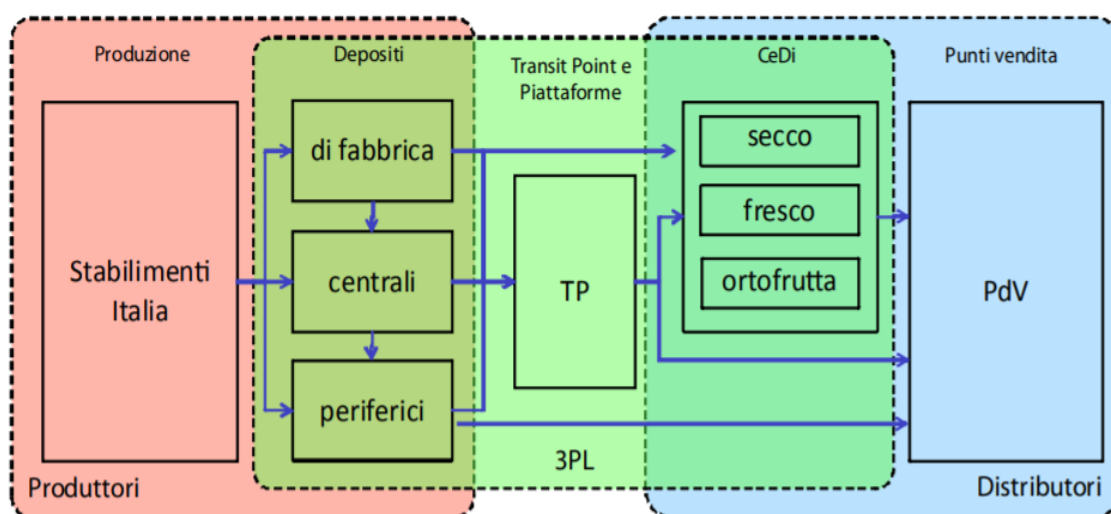


Figura 1.5: La schematizzazione della supply chain (Luscia et al., 2014)

Produttori

In Italia vi è un elevatissimo numero di imprese di produzione di beni di largo consumo: sono presenti oltre 20.000 imprese appartenenti ai settori merceologici fornitori della GDO italiana (alimentari secco, forno/ pane, dolciario, latte/formaggi, ortofrutta, salumi, bevande

alcoliche e analcoliche, cura casa e cura persona, pet care) (Luscia et al., 2014). Anche per i produttori la sempre maggiore incidenza dei costi logistici, pari a circa il 7% sul fatturato, (Luscia et al., 2014) e la consapevolezza che la logistica ha assunto negli ultimi anni un ruolo sempre più strategico spingono a ricercare soluzioni e prassi collaborative per una efficace ed efficiente gestione della supply chain.

Distributori

I distributori sono il luogo fisico dove le aziende si interfacciano con il pubblico. A differenza di altri settori, generalmente nella GDO non vi è trasformazione di materie prime in prodotti finiti, dunque il vero valore dato al cliente consiste nell' "utilità di tempo e luogo", ovvero nel rendere disponibile il maggior numero di prodotti di largo consumo in uno stesso punto vendita. Il ruolo della logistica è dunque di fondamentale importanza, poiché origina il valore aggiunto delle aziende.

I Centri di Distribuzione (CeDi)

Le aziende della GDO si avvalgono di centri di distribuzione per la gestione e il controllo delle attività logistiche. La funzione dei CeDi è quella di ricevere la merce dai produttori, metterla a scorta, preparare e consegnare gli ordini emessi dai punti vendita. La riorganizzazione della supply chain nel settore del largo consumo sta spingendo sempre più verso soluzioni di elevata centralizzazione dei flussi. Tale tipo di logica distributiva permette infatti di ottenere importanti economie di scala per la gestione del magazzino che aggrega gli ordini provenienti da più punti vendita.

La Figura 1.6 mostra la localizzazione geografica dei circa 450 CeDi GDO presenti in Italia.

Dalla mappa si nota una concentrazione di CeDi in prossimità dei grandi centri urbani e distretti logistici (Milano, Roma, Napoli) nonché lungo le principali direttrici infrastrutturali del Paese (Autostrada A1 e A4).

Oltre alle già citate località, a livello regionale, spiccano il Veneto, in cui la consistente presenza di CeDi è legata ad un'alta concentrazione di punti vendita della GDO, e la Sicilia, le cui caratteristiche morfologiche e di dotazione infrastrutturale implicano la necessità di grandi agglomerati logistici nelle aree di Palermo e Catania, dove sono anche insediate numerose piattaforme distributive o transit point.



Figura 1.6: Localizzazione CeDi presenti sul territorio italiano (Luscia et al., 2014)

Third party logistics (3PL)

I servizi logistici all'interno della supply chain richiedono grandi investimenti e competenze specifiche, dunque, accade frequentemente che produttori e distributori si avvalgano del supporto di terze parti, dette 3PL. Esternalizzare la logistica permette infatti notevoli risparmi sul fronte dell'organizzazione e allo stesso tempo consente alle aziende di concentrarsi sulla loro attività principale.

I principali servizi offerti sono l'esecuzione e la pianificazione dei trasporti e delle attività distributive, la gestione del magazzino e la realizzazione di imballaggi. Ogni azienda della GDO sceglie cosa esternalizzare e cosa realizzare internamente in base alle proprie disponibilità e necessità. Nel tempo è cresciuta significativamente la quota di flussi gestiti da operatori di logistica rispetto ai 3PL che, oltre ad occuparsi di trasporto, si occupano anche di stoccaggio, prelievo e in alcuni casi di sincronizzazione degli ordini della GDO verso piattaforme multi-client. Secondo l'osservatorio Contract Logistics del Politecnico di

Milano l'incidenza dell'outsourcing ha superato in Italia il 36% e, relativamente al settore del largo consumo, tale incidenza è vicina al 70% (Luscia et al., 2014).

1.7 Il ruolo del magazzino nella supply chain

Nell'analisi della supply chain è necessario domandarsi quale sia l'utilità dei nodi intermedi, i magazzini.

Ci si deve domandare se tali centri non rappresentino solo dei costi, dovuti sia alla struttura in sé che alle scorte in essi presenti. In realtà, le ragioni per inserire dei nodi intermedi esistono e vanno analizzate in relazione ai loro costi.

Nella GDO, il flusso di prodotti che transitano attraverso il magazzino intermedio, detto indice di centralizzazione dei flussi, è passato dal 77% nel 1994 al 90% nel 2014 (Luscia et al., 2014). Tale incremento è indice del fatto che l'utilizzo di un centro di distribuzione porta benefici sia ai produttori che ai distributori. Ai primi, dato il minor numero di punti di consegna, migliora la pianificazione e la gestione della rete distributiva, e ai secondi permette di avere un maggior controllo sulla distribuzione.

Da un punto di vista matematico, è dimostrabile che l'introduzione di un centro di distribuzione nella supply chain della GDO porti due grandi vantaggi: la riduzione dell'incertezza della domanda e l'ottimizzazione dei trasporti.

Inoltre, i magazzini della GDO sono caratterizzati da volumi di movimentazione molto alti e una gran varietà di referenze gestite per cui la gestione deve essere ottimizzata alla luce di queste considerazioni.

Differentemente dai magazzini di aziende manifatturiere i poli logistici della GDO sono soggetti a forte stagionalità. Il picco di domanda dei punti vendita, e di conseguenza la domanda al magazzino centrale, avviene nel periodo natalizio. La domanda elevata e la presenza di acquisti speculativi di merci stagionali possono congestionare la logistica che si deve quindi adattare a questi picchi, per esempio affittando spazio supplementare al di fuori del magazzino convenzionale.

Nel Capitolo 3 verranno analizzati i processi coinvolti che sono il risultato di un'ottimizzazione logistica ad un ampio numero di referenze trattate (circa 14000 nel caso Dimar s.p.a) e ad una necessità di soddisfare la regola "First in First Out" per non permettere il deterioramento dei prodotti alimentari.

2. LA DIMAR

Nel presente capitolo viene introdotta Dimar S.p.A. azienda del cuneese che opera nella grande distribuzione organizzata.

Dalla nascita nel 1975 ad oggi viene analizzato il percorso di espansione e la trasformazione del business model, fino alla situazione attuale.

2.1 La nascita

La DIMAR S.p.A., acronimo di Distribuzione Ingrosso Magazzini Alimentari Revello, viene fondata nel 1975 [9] come impresa che inizialmente opera esclusivamente nell'ambito della vendita alimentare all'ingrosso. In questa data viene aperto il primo Cash&Carry a Roreto di Cherasco (CN) che diventa in breve tempo un importante centro di approvvigionamento per i negozi, i ristoranti, gli alberghi e i bar del territorio.

Dopo 3 anni, nel 1978, l'azienda avvia un canale di vendita al dettaglio aprendo a Mondovì il primo supermercato ad insegna Maxisconto (Figura 2.1), con una superficie di vendita di circa 600 mq. Questo piccolo punto vendita è da subito caratterizzato da una cura attenta all'area del fresco e un'offerta incentrata sulla convenienza.



Figura 2.1: Il primo supermercato Maxisconto, [9]

Con il passare degli anni l'azienda, pur mantenendo un importante focus sulla distribuzione alimentare all'ingrosso, si indirizza strategicamente sempre più sulla vendita di prodotti al dettaglio. Vengono aperti supermercati sotto l'insegna Maxisconto e Famila di vari formati, dapprima nella provincia di Cuneo, e successivamente nelle altre provincie piemontesi e in Liguria.

2.2 Il gruppo Selex

Il 1980 segna una tappa importante per l'evoluzione dell'azienda, entrando a far parte del GRUPPO COMMERCIALE SELEX. La sinergia con SELEX si rivela strategica per un maggior potere d'acquisto verso i fornitori e per enfatizzare la politica di contenimento dei prezzi.

Il Gruppo Selex è una società che opera nell'ambito della grande distribuzione presente capillarmente in tutta Italia (in 100 province su 107) con una rete commerciale formata da 3.177 punti di vendita (Figura 2.2), per una superficie complessiva di 2,6 milioni di mq. Le 18 Imprese che a oggi fanno parte del Gruppo Selex hanno realizzato nel 2020 un fatturato pari a 16,2 miliardi di euro [10].

	N° P.D.V	MQ
Ipermercati	36	215.597
Superstore	121	356.434
Supermercati	1.595	1.614.105
Superettes	938	195.473
Discount	407	255.481
Pet shop	20	7.000
Totale P.V. al dettaglio	3.177	2.644.090
Cash and Carry	90	228.180
Totale rete	3.207	2.872.270

Figura 2.2: La rete vendita Selex al 01/01/2021 [11]

L'obiettivo del gruppo Selex è creare una sinergia tra le aziende associate, mirando a captare e soddisfare le esigenze del cliente. Tali aziende offrono nel loro assortimento prodotti a marchio Selex, ovvero prodotti di fornitori che vengono selezionati sulla base di criteri relativi al rapporto qualità/prezzo.

2.3 La nascita del CEntro di DIstribuzione (CEDI) DIMAR e l'espansione

Il rapido sviluppo dell'azienda, con una rete di punti di vendita che si amplia di anno in anno, dà origine nel 1990 alla necessità di avere un CEDI, per poter coordinare e gestire direttamente le forniture ai supermercati. Il primo CEDI ha sede a Genola, in provincia di Cuneo, ma successivamente, l'esigenza di un magazzino di grosse dimensioni e in una posizione strategica hanno portato alla realizzazione della struttura logistica principale, localizzata a Roreto di Cherasco (CN). Realizzato accanto alla sede amministrativa dell'azienda, su una superficie complessiva di 30.000 mq, il CEDI è collocato in una posizione centrale rispetto ai punti vendita sparsi in gran parte del Piemonte e in Liguria, nonché nei pressi di un'importante area di snodo autostradale della regione.

Gli anni seguenti, in particolare dai primi anni del 2000, vedono il periodo di massima espansione. Nel 2000 Dimar acquisisce il GRUPPO ALPI, azienda distributiva storica, presente nelle province di Alessandria ed Asti, affermando la propria quota di mercato nel territorio. Nel 2004 viene inaugurato a Cuneo il primo ipermercato con insegna BIGSTORE, ed in seguito, ad Alba e Bra. Si tratta di ipermercati che si sviluppano su una superficie di circa 5.000 mq, con un'impostazione strutturale moderna, ed un'ampia offerta di assortimento food e non food. Tali punti vendita sono localizzati in periferia e collocati all'interno di gallerie commerciali.

Nel 2015, mediante l'acquisizione di 17 punti vendita del GRUPPO VALENZA, con formati tra 600 e 1500 mq.[13], Dimar consolida la presenza in Torino e provincia.

2.4 L'insegna MERCATO'

La volontà di identificare tutti i punti vendita Dimar avvia, nel 2016, un capillare e totale processo di conversione di tutte le insegne Famila e Maxisconto di proprietà in MERCATÒ. Tale decisione nasce per soddisfare la necessità di dare un design ben definito e standardizzato a tutti i punti vendita, e per inquadrare il target a cui i supermercati si rivolgono, differenziandosi dai Famila presenti su tutto il territorio nazionale, ma non appartenenti a Dimar S.p.a.

L'insegna MERCATO' si ramifica a sua volta in più categorie, che rispecchiano le dimensioni dei negozi: il MERCATO' Local, punto vendita presente nei centri abitati e di piccole dimensioni differente dal MERCATO' "standard", con dimensione di circa 2000-2500 mq. Nell'ottica di un continuo sviluppo, nasce anche MERCATO' EXTRA, il format da 3000 mq, con i punti vendita di Alessandria e Saluzzo. Sotto l'insegna MERCATO' BIG (ex Big Store) sono inoltre categorizzati i 3 ipermercati di Alba, Bra e Cuneo.

Per quanto riguarda l'e-commerce sono presenti due modalità d'acquisto: MERCATO' Drive e MERCATO' a casa.

La modalità MERCATO' Drive prevede che il cliente effettui l'ordine online e che la spesa venga preparata dal personale apposito. La spesa viene ritirata in un orario precedentemente concordato, in uno spazio del punto vendita adibito per il ritiro.

La modalità MERCATO' a casa è simile a quella precedentemente descritta, ma la spesa viene consegnata direttamente a domicilio da una cooperativa esterna alla Dimar.

In Figura 2.3 vengono schematizzate le tipologie di vendita al dettaglio sotto l'insegna MERCATO'.



Figura 2.3: Le insegne MERCATO' [12]

2.5 La rete dei punti vendita

Secondo il rapporto di fine 2020 [13] i punti vendita riforniti sono 279, localizzati prevalentemente in Piemonte (223), e i restanti 56 in Liguria (Figura 2.4).

Di questi, 93 sono sotto insegna MERCATO' e gestiti direttamente dagli uffici Dimar. I restanti punti vendita sono prevalentemente insegne in franchising, quali Maxisconto, OK Market, e Market, gestite come clienti dai magazzini Dimar, ma amministrate da terze persone. Questi ultimi, denominati gestori, effettuano settimanalmente (o più frequentemente a seconda del fabbisogno) gli ordini al magazzino centrale, che si occupa della preparazione e della spedizione. L'ordine viene quindi fatturato e la merce non più gestita nel sistema informativo Dimar.

Una piccola parte è costituita da Catering e Cash&Carry punti vendita destinati alla vendita all'ingrosso per partite IVA.

La Figura 2.4 riassume la categorizzazione, differenziata per province:

PIEMONTE			
21	ALESSANDRIA E PROVINCIA	MERCATO'	1
		MERCATO' EXTRA	1
		MERCATO' DRIVE	1
		OK MARKET	4
		MARKET	12
		CATERING	1
		DIMAR CASH & CARRY	1
16	ASTI E PROVINCIA	MERCATO'	4
		MERCATO' LOCAL	2
		MERCATO' DRIVE	1
		OK MARKET	3
		MARKET	4
125	CUNEO E PROVINCIA	CATERING	2
		MERCATO'	12
		MERCATO' LOCAL	30
		MERCATO' EXTRA	1
		MERCATO' DRIVE	6
		MERCATO' BIG	3
		ANIMALI CHE PASSIONE	1
		MAXISCONTO SUPERMERCATI	6
		OK MARKET	29
		MARKET	31
		CATERING	4
66	TORINO E PROVINCIA	DIMAR CASH & CARRY	2
		MERCATO'	22
		MERCATO' LOCAL	8
		MERCATO' DRIVE	3
		MAXISCONTO SUPERMERCATI	2
		OK MARKET	7
		MARKET	23
6	VERCELLI E PROVINCIA	CATERING	1
		MERCATO'	2
		MARKET	4
LIGURIA			
14	IMPERIA E PROVINCIA	MERCATO'	1
		MERCATO' LOCAL	1
		OK MARKET	4
		MARKET	7
		CATERING	1
43	SAVONA E PROVINCIA	MERCATO'	3
		MERCATO' LOCAL	2
		MERCATO' DRIVE	1
		MAXISCONTO SUPERMERCATI	1
		OK MARKET	13
		MARKET	21
		CATERING	1
		DIMAR CASH & CARRY	1

Figura 2.4: Categorizzazione dei punti vendita riforniti [13]

Come si osserva dalla tabella sono dislocati sul territorio 12 MERCATO' Drive, che non sono punti vendita veri e propri, ma solamente postazioni di ritiro all'interno di altri punti vendita, generalmente di metratura elevata (>2.500m²).

Tutti questi vengono riforniti da tre magazzini di proprietà Dimar: due Centri di Distribuzione di importanza minore collocati a Fossano e Albenga, e il Centro di Distribuzione principale e oggetto di studio, collocato a Roreto di Cherasco su una superficie di 33 000 m². Tale struttura, tuttavia, non gestisce l'approvvigionamento dei prodotti freschi e surgelati che, a causa di un deterioramento più rapido, hanno bisogno di essere gestiti con politiche differenti e non saranno oggetto di studio.

Di seguito viene riportata la mappa dei punti vendita:

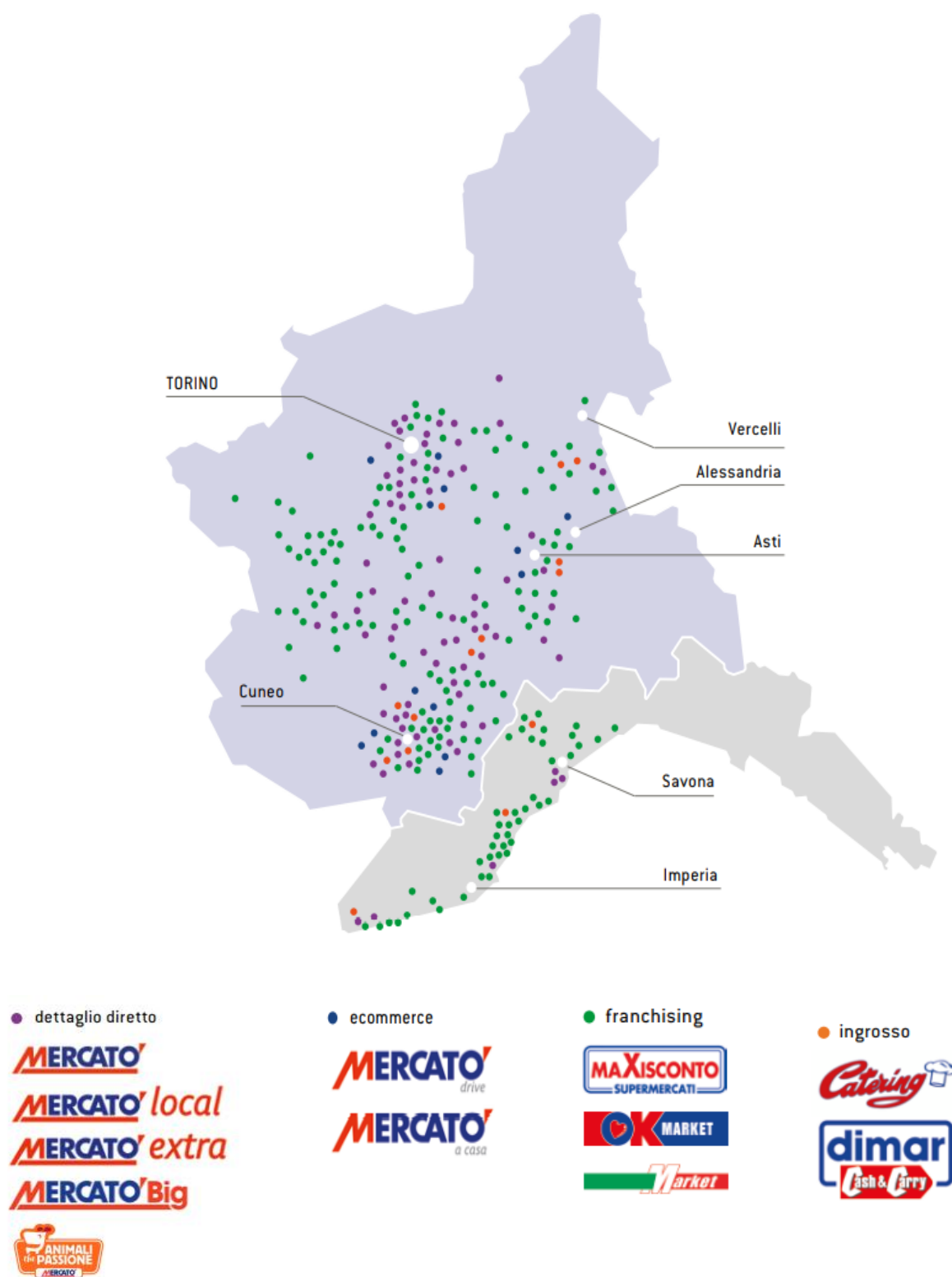


Figura 2.5: La rete dei punti vendita [13]

3. IL CENTRO DI DISTRIBUZIONE DIMAR

In questo capitolo viene analizzato il polo logistico principale di Dimar: il CeDi di Roreto di Cherasco. Partendo dalla collocazione geografica e dal layout verranno esaminati tutti i processi coinvolti, dall'ingresso merce dei fornitori all'uscita delle pedane miste pluricodice verso i punti vendita.

3.1 Presentazione del magazzino

Situato a Roreto di Cherasco in provincia di Cuneo, il CeDi oggetto di questa tesi è inserito all'interno della sede della Dimar e ricopre una superficie complessiva di 33.000 m². La collocazione geografica ha un ruolo strategico per il rifornimento dei punti vendita: due importanti svincoli autostradali facilitano il trasporto delle merci su mezzi gommati. Come è possibile osservare dalla Figura 3.1, l'A33 passa a ridosso del magazzino in direzione est-ovest facilitando la distribuzione nel cuneese; inoltre, distante pochi chilometri, lo svincolo autostradale sulla E717 Torino – Savona permette di raggiungere in tempi relativamente brevi sia i punti vendita situati in provincia di Torino, che quelli in territorio ligure.

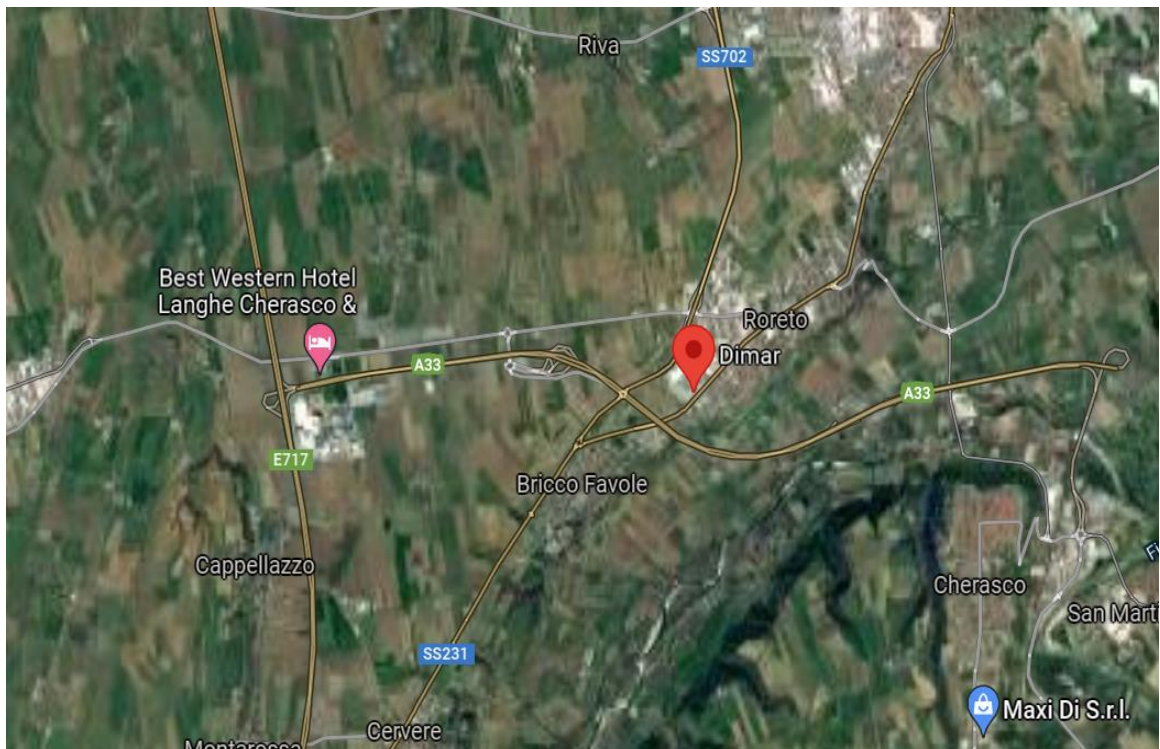


Figura 3.1: La collocazione geografica del CeDi [14]

In Figura 3.2 si osserva la posizione baricentrica rispetto ai punti vendita distribuiti tra Piemonte e Liguria:

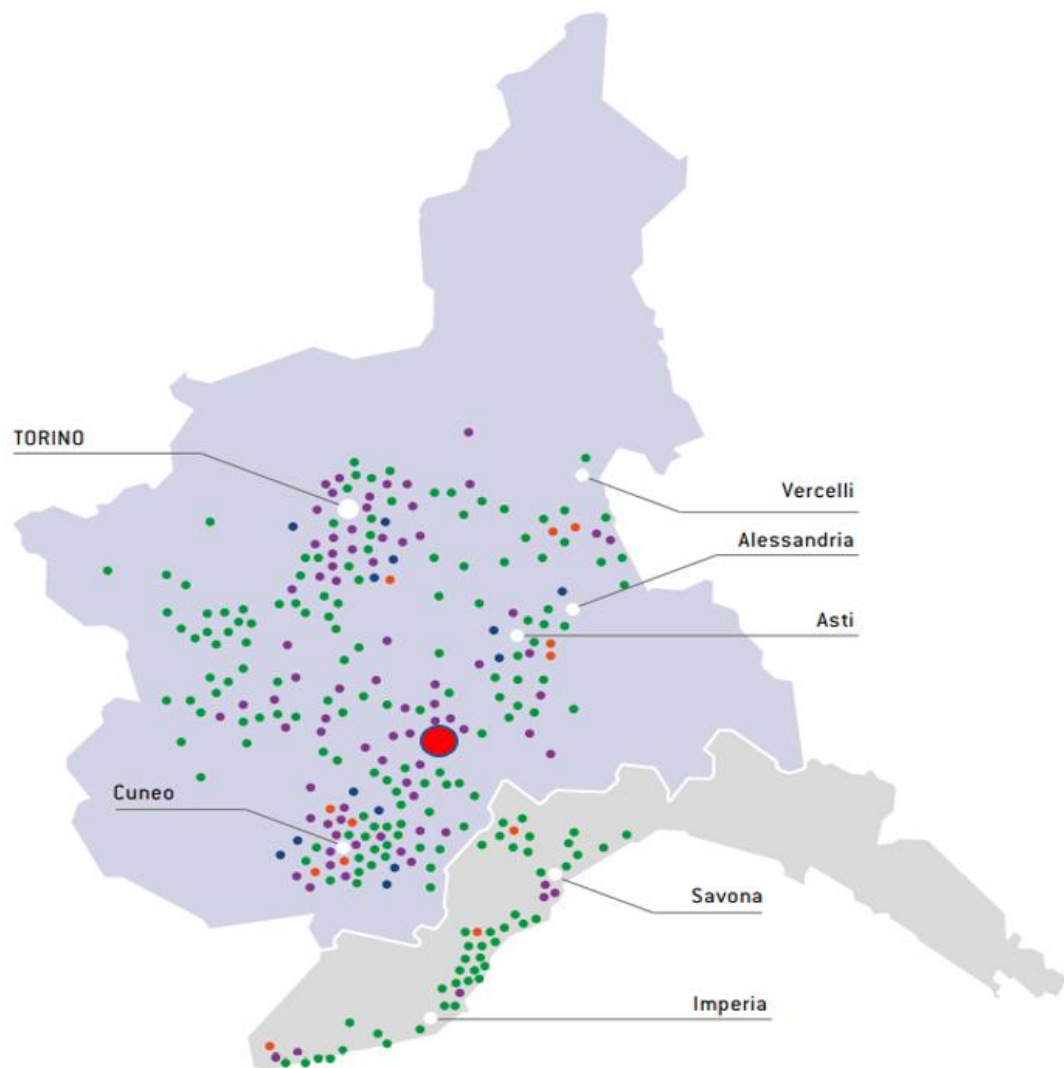


Figura 3.2: Il CeDi rispetto agli altri punti vendita [13]

3.1.1 Analisi del layout

Nell'Allegato 1 si può osservare il layout attuale del magazzino, con le aree divise a seconda del loro utilizzo. La zona principale è quella dello stoccaggio che, disposta su una superficie di 22.400 m², accoglie scaffalature tradizionali. Esse sono studiate per immagazzinare articoli pesanti e grandi quantità di prodotti stoccati in formato pallet. Con questo tipo di scaffali per magazzini è possibile collocare la merce su più livelli e adattare lo spazio verticale per ciascun bancale.

I prodotti trattati sono unicamente quelli appartenenti alle categorie dei prodotti secchi, ovvero scatolame, detersivi e prodotti stagionali come ventilatori e decorazioni natalizie, per un totale di circa 14.000 referenze. I prodotti vengono posizionati e ordinati nelle 39 corsie presenti, ognuna di queste con 220 posti a terra. Tali scaffalature hanno altezza diversa a seconda del prodotto che dovranno accogliere, considerate le potenziali grandi differenze, in termini di altezza, che le varie unità di carico possono avere. Generalmente le altezze variano da meno di un metro per i pallet che contengono un esiguo numero di colli a 2 metri per i pallet più alti. Complessivamente, i posti a terra sono 8.580 e, come descritto nel Paragrafo 3.3.3, costituiscono tutte le postazioni di picking tra cui si muovono gli operatori. Diversamente, i pallet immagazzinati nei piani superiori del magazzino non sono facilmente raggiungibili e necessitano di essere abbassati nelle postazioni a terra (Paragrafo 3.3.4).

L'area evidenziata in verde nella parte destra dell'Allegato 1 rappresenta le banchine di scarico/carico. In totale sono presenti 50 banchine che permettono l'arrivo di una media di 95 camion al giorno. Non è presente una distinzione netta tra banchine di carico e banchine di scarico.

Poiché ogni camion in ingresso trasporta 33 pedane, si possono contare, con buona approssimazione, oltre un milione di pedane ricevute ogni anno.

Il magazzino rifornisce tutti i punti vendita con cadenza variabile da un minimo di una volta a settimana ad un massimo di cinque volte a settimana a seconda della tipologia di negozio. Le categorie merceologiche non gestite (tutti i prodotti freschi e surgelati) seguono un percorso totalmente diverso in un magazzino a Nona (To) per via delle tempistiche di deperimento molto più brevi e non sono oggetto di studio.

3.1.2 Le unità di carico

L'unità fondamentale movimentata in magazzino è l'Unità di Carico (UdC). Il CeDi. riceve la merce dai fornitori su UdC pallet, le quali sono utilizzate per il posizionamento della merce nelle scaffalature. I pallet utilizzati sono Europallet con dimensioni standard 80 x 120 cm (Figura 3.3). I mezzi utilizzati per la movimentazione dei pallet all'interno del magazzino sono i carrelli, e possono essere elettrici o manuali, di diversa tipologia a seconda delle movimentazioni per cui vengono utilizzati: dai transpallet ordinari per semplici trasporti ai carrelli elevatori con forche a sbalzo per le operazioni di stoccaggio a grande altezza.



Figura 3.3: Pallet EUR [17]

Un primo importante fattore di comprensione della morfologia dei flussi logistici risiede nell'indice relativo al numero di colli mediamente presenti in una unità di carico.

Quest'ultima può essere strutturata in 3 modi diversi (Figura 3.4):

- UdC intera, composta da più strati di una stessa referenza.
- UdC a strati, composte da uno o più strati di prodotti omogenei separati da un pallet o da un cartone, generalmente con poche referenze diverse ciascuna
- UdC mista, composta da più referenze disposte sullo stesso pallet.

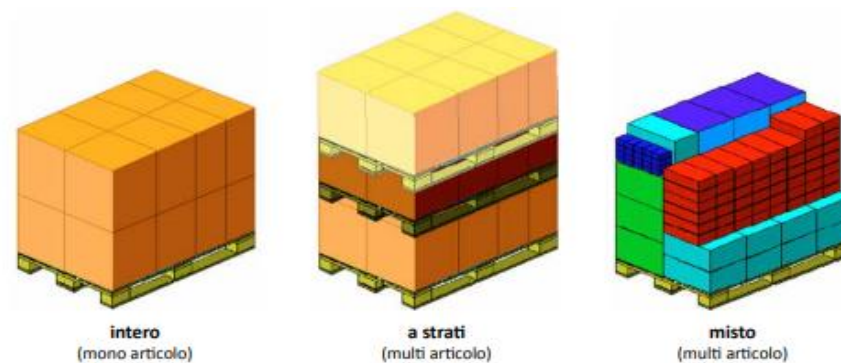


Figura 3.4: La struttura delle unità di carico (Luscia et al., 2014)

Nel CeDi si ricevono dai fornitori UdC generalmente mono-referenza intere o a strati che risultano avere mediamente meno colli di quelle che vengono allestite per il rifornimento dei punti vendita, dove vengono spedite pedane miste. Generalmente, le pedane in arrivo dai fornitori possono avere un minimo di un solo collo per i prodotti più voluminosi come gli elettrodomestici di grandi dimensioni e un massimo di diverse decine per i prodotti più piccoli come quelli per il trattamento del corpo o gli integratori alimentari.

Le UdC consegnate dai fornitori possono svilupparsi maggiormente in altezza, arrivando a superare i 2 metri, con una moda compresa tra il metro e mezzo e i due metri (Figura 3.5). Le UdC che eccedono il limite massimo della scaffalatura presente a magazzino vengono scomposte in pedane di altezza minore al momento del ricevimento effettivo nel Cedi.

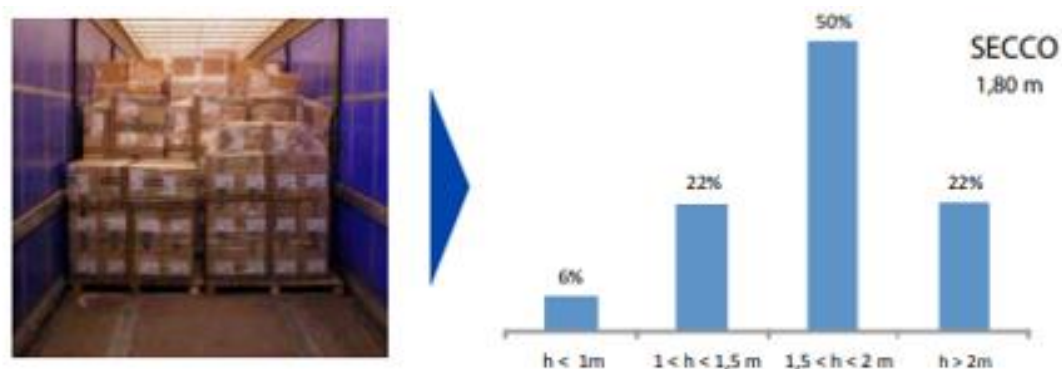


Figura 3.5: Altezza Unità di Carico in entrata (Luscia et al., 2014)

Per quanto riguarda le pedane in entrata al CeDi, 3 UdC su 4 sono intere. Questa tipologia è sicuramente la più efficiente da un punto di vista logistico per la filiera, in quanto facilita la velocità di allestimento dell'ordine oltre che per i produttori, anche per i distributori, in quanto si riducono le movimentazioni interne da posto stock a posto picking e ottimizza l'occupazione dello spazio sia sui mezzi di trasporto sia nelle scaffalature. La lunga durata dei prodotti alimentari secchi, inoltre, porta ad avere una minore necessità di bassa copertura dello stock e dunque permette di ordinare UdC intere. L'incidenza delle UdC intere in ingresso al CeDi si riduce al 68% (Luscia et al., 2014) se si escludono i flussi di acque minerali e dei prodotti beverage, gestiti spesso a carichi completi. Sono invece poco utilizzate le UdC miste. Questo in quanto, nella filiera del secco, per quantità inferiori a quelle corrispondenti a una UdC intera, la GDO richiede solitamente UdC a strati mono-lotto, mono-referenza e mono-scadenza, facilmente gestibili all'interno del deposito.

3.1.3 Le tipologie di trasporto dei produttori

I fornitori utilizzano mezzi di trasporto propri o i 3rd Party Logistics (3PL) per effettuare le consegne. Vengono utilizzate quattro tipologie diverse di mezzo, che variano per numero di UdC trasportate:

- Bilico: dimensioni (L x L x H): 13,60 x 2,44 x 2,60 m circa. È il tipo di mezzo più grande disponibile nel parco mezzi delle società di trasporto e il più usato, ospita tipicamente 33 posti pallet.
- Motrice a 3 assi: dimensioni (L x L x H): 8,00 x 2,44 x 2,60 m circa. Ha a disposizione tipicamente dai 18 ai 27 posti pallet.
- Motrice a 2 assi: dimensioni (L x L x H): 6,20 x 2,12 x 2,45 m circa. La motrice a due assi ospita dai 12 ai 18 posti pallet circa.
- Furgone: dimensioni (L x L x H): 3,03 x 1,50 x 1,88 m circa. Il furgone viene utilizzato per le consegne da fornitori minori, per prodotti che occupano poco spazio o per ordini parziali. Ospita tipicamente sei posti pallet.

3.2 Analisi del magazzino: l'entrata merce

Il flusso logistico inizia con l'ingresso della merce nel magazzino. In questo paragrafo verranno analizzati i vari passaggi che avvengono nel CeDi per assicurare un corretto ricevimento dei prodotti sia a livello di sistema che a livello di stoccaggio fisico.

L'intero processo è schematizzato nell'Appendice 1.1, la quale presenta il diagramma funzionale che riassume i processi degli ordini in entrata e nell'Appendice 1.2 che riassume il flusso informativo ad essi associato.

3.2.1. Gli ordini ai fornitori

Gli ordini ai fornitori vengono effettuati con logiche differenti a seconda della tipologia di prodotto.

La modalità più usata segue una politica di riordino secondo una logica Q, R: quando il magazzino scende sotto una soglia critica R, viene ordinata una quantità Q al fornitore, variabile per ogni prodotto. L'andamento delle scorte segue, dal punto di vista teorico, la linea spezzata rappresentata in Figura 3.6:

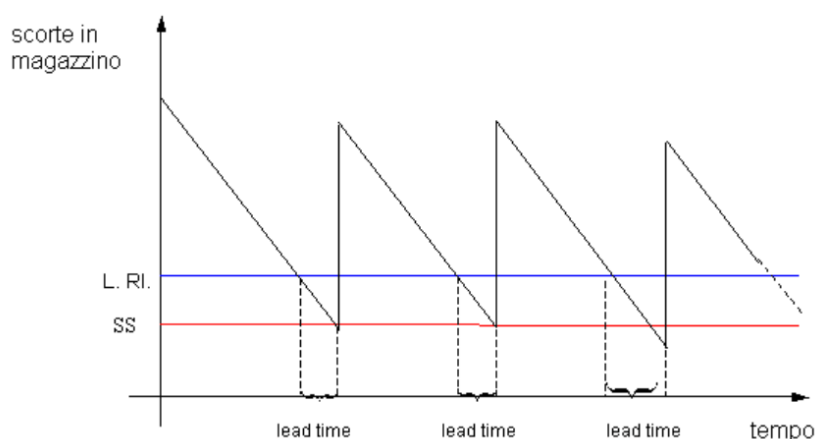


Figura 3.6: Andamento scorte di magazzino in una politica di riordino Q, R [18]

Generalmente, il riordino prevede una copertura media che varia tra le 2 e le 3 settimane, in cui le scorte di magazzino devono essere sufficienti a coprire in fabbisogno dei punti vendita.

Ogni categoria merceologica ha un buyer, ovvero il responsabile degli acquisti di tutte le referenze di tale categoria. Il buyer stipula un contratto direttamente col fornitore, stabilendo le quantità (solitamente multipli di pallet interi) e il prezzo. Talvolta possono essere realizzati acquisti speculativi di grandi quantità di uno stesso prodotto per sfruttare i

vantaggi derivanti da economie di scala. Ad esempio, il buyer può decidere di acquistare più bilici contemporaneamente di una referenza a lunga scadenza, come pasta o olio, o senza scadenza, come i prodotti per la casa, se il fornitore introduce sconti sulle grandi quantità.

3.2.2 L'arrivo dei camion

Le consegne al magazzino avvengono tutti i giorni feriali, dalle 6 di mattina alle 12.30 circa. I camion vengono fatti accodare e viene affidato loro un numero corrispondente all'ordine di arrivo. L'Ufficio Ricezione, mediante un altoparlante, chiama il numero corrispondente al camion da scaricare. A questo punto, l'autista manovra l'automezzo fino alla banchina di carico assegnatagli dall'altoparlante e consegna il documento di trasporto (DDT) al personale incaricato. Le banchine, segnate in verde nella planimetria del magazzino (Figura 3.3), sono 50 e non presentano una netta distinzione tra banchine di ingresso merce e banchine di uscita merce.

In Tabella 1 sono riassunti i principali dati raccolti con la collaborazione del responsabile della logistica di magazzino Dimar sulle quantità e le tempistiche relative all'ingresso merce:

Descrizione	Valore
Numero camion in arrivo	80-110 camion/giorno
Banchine disponibili	50
Pedane su bilico	33 pedane/camion
Tempo scarico e controllo	30-180 min/camion
Permanenza media	30-90 min/camion
Numero operatori di controllo	5-10

Tabella 1: Tempistiche ingresso merce

3.2.3 Primo controllo: correttezza DDT

All'Ufficio Ricezione spetta il primo controllo sulla correttezza dell'ingresso merce. Ad ogni consegna corrisponde a sistema un Ordine d'Acquisto (OdA) che viene confrontato dal personale con il DDT. Possono verificarsi quattro casistiche:

1. **Consegna incompleta:** la merce segnata sul DDT è inferiore a quella ordinata. Tale discrepanza viene segnata a biro sul documento (OdA cartaceo); successivamente viene notificata a sistema e il buyer responsabile dell'ordine viene avvisato. In questa prima fase le giacenze a sistema non vengono ancora coinvolte, poiché l'ingresso merce non è stato ancora completato.
2. **Consegna in eccesso:** il fornitore consegna prodotti in eccedenza rispetto all'ordine effettuato. Solitamente la prassi prevede di segnare i prodotti in eccesso sul documento ed accettare la merce. Tuttavia, può succedere che i prodotti vengano rifiutati, ed è compito del fornitore occuparsi del ritiro.
3. **Referenze diverse:** il codice prodotto consegnato non corrisponde al codice prodotto ordinato. In questo caso deve essere aggiornato il codice, affinché non vi siano discrepanze con ciò che è gestito a sistema.
4. **Ordine corretto:** L'OdA corrisponde al DDT e può iniziare direttamente l'operazione di scarico.

3.2.4 Secondo controllo: corrispondenza merce

Revisionato il DDT, il personale DIMAR è pronto per l'operazione di scarico della merce. Le pedane vengono lasciate in due file parallele sulla banchina di scarico. A questo punto avviene il secondo controllo: manualmente uno o più operatori controllano la corrispondenza tra la merce fisica e l'OdA aggiornato in fase di accettazione. Se viene rilevata una discrepanza nel numero di colli l'operatore procede segnando sul documento il numero effettivo presente. Nella maggioranza dei casi l'OdA aggiornato corrisponde con i pallet consegnati senza bisogno di rettifiche e si può procedere col precaricamento della merce a sistema.

3.2.5 Il precaricamento a sistema

Al termine dello scarico del camion le pedane vengono lasciate in banchina e, dopo il controllo della corrispondenza tra il documento e i colli effettivi, l'Ufficio Ricezione effettua il precaricamento della merce a sistema, ovvero l'ordine viene inserito nel sistema informativo, ma le giacenze non vengono ancora aggiornate. Inoltre, lo stesso ufficio genera un'etichetta con codice a barre che contiene informazioni sul prodotto e sul futuro collocamento in magazzino. Ne è un esempio la Figura 3.7:



Figura 3.7: Codice EAN da magazzino

Tale etichetta fornisce ai navettatori informazioni sulla corsia in cui effettuare l'avvicinamento della pedana. I navettatori sono sei in tutto il magazzino, e il loro compito consiste nel trasporto delle pedane consegnate dalla banchina di scarico al posto a cui vengono assegnate. Non disponendo di carrelli elevatori, i navettatori si limitano ad accostare la pedana al posto pallet, dove verrà alzata dai carrellisti (paragrafo 3.2.7). In questo esempio la corsia è la numero 80 e il posto pallet il numero 86. La dicitura "HE" dà inoltre informazioni sull'altezza della corsia; le pedane intere vengono nella grande maggioranza dei casi stoccate nei piani alti della scaffalatura.

3.2.6 Terzo controllo: codice EAN

Il terzo e ultimo controllo prima del caricamento definitivo della merce a sistema viene effettuato da operatori specializzati. Essi sono 4, più 2 part-time, che si occupano esclusivamente di tale mansione. Mediante uno scanner scansionano tutte le etichette EAN precedentemente generate, e verificano che il codice del prodotto non sia stato mutato dal fornitore. Questo passaggio avviene prima dell'avvicinamento della pedana ad opera dei navettatori ed è importante sia perché costituisce un ulteriore controllo nella correttezza del numero di pedane, sia perché evita di immagazzinare merce con un codice a barre non gestito a sistema, che congestionerebbe le movimentazioni e, se consegnato a un punto vendita, non sarebbe scansionabile nelle casse.

Verificata la correttezza, l'operatore effettua il caricamento definitivo della merce nel sistema informativo. Le giacenze vengono aggiornate e viene generato un foglio di carico. Tale documento ritorna all'ufficio ricezione che associa il DDT al caricamento e chiude la ricezione merce.

3.2.7 Lo stoccaggio della merce

Una volta terminati tutti i controlli necessari, i navettatori si occupano di trasportare fisicamente la merce alla propria locazione, specificata sull'etichetta EAN. A questo punto i carrellisti inforcano le pedane e le alzano nella loro postazione. I carrellisti, differenti dai navettatori, sono 20 e adoperano carrelli elevatori elettrici, capaci di raggiungere i ripiani più alti delle scaffalature.

L'entrata merce è dunque ultimata e tutte le giacenze sono aggiornate con i nuovi dati.

3.3 Analisi del magazzino: la preparazione e la spedizione degli ordini

In questo paragrafo vengono analizzate tutte le fasi e le logiche di preparazione delle pedane dirette ai punti vendita, i “clienti” finali del CeDi di Roreto. Le operazioni di preparazione e spedizioni degli ordini sono schematizzate nell’Appendice 2.1; il flusso informativo attraverso il sistema gestionale è invece descritto nell’Appendice 2.2.

3.3.1 Gli ordini dai punti vendita

La fase di preparazione delle spedizioni parte dalla richiesta di merci del punto vendita. Ognuno dei 110 negozi riforniti emette un ordine secondo modalità diverse a seconda che si tratti di gestori esterni oppure di punti vendita a gestione diretta.

I gestori esterni, ovvero le insegne in franchising non controllate dalla Dimar, fanno arrivare l’ordine direttamente agli uffici. Diversamente, i punti vendita Mercatò hanno un sistema di riordino automatico. Le casse del negozio scalano dalle giacenze la merce venduta e per ogni referenza vengono tenute sotto controllo le rimanenze. Per ogni prodotto un software stima la domanda nel lead time di consegna e fornisce informazioni al magazzino centrale sul fabbisogno.

Tale meccanismo di riordino automatico non avviene per tutte le referenze del negozio, ma per gran parte di esse. Per prodotti soggetti a forte stagionalità (come, ad esempio, i panettoni in periodo natalizio) gli ordini dei punti vendita sono gestiti direttamente dal direttore del negozio, coadiuvati dai buyer.

3.3.2 Il software per la preparazione delle pedane

Una volta arrivati tutti gli ordini dai punti vendita, settimanalmente o con frequenza maggiore per negozi con una metratura più estesa (es. Mercatò Extra da 3000 m² e Mercatò Big >3500m²), il software Linfa stabilisce la composizione di ogni pedana.

Le pedane con cui vengono effettuate le consegne sono i pallet standard 80x120 cm (Figura 3.8). L’altezza massima deve consentire il caricamento della merce in corsia agli operatori, senza bisogno di attrezzature supplementari.



Figura 3.8: La pedana pronta per la consegna [15]

In base ai parametri ricevuti di peso e volume il software compone i pallet. Inoltre, ogni collo presente a magazzino è memorizzato a sistema con le informazioni riguardanti le dimensioni del parallelepipedo e il peso. Seguendo questi criteri vengono aggiunti colli su ogni pedana da preparare fino a che non viene raggiunto il limite di peso o il limite volumetrico. Quando tale limite viene raggiunto il software procede a costruire una nuova pedana fino all'esaurimento degli ordini dei punti vendita.

3.3.3 La preparazione delle pedane

Una volta completata l'operazione precedente, l'ordine viene trasferito nella lista di prelievo elettronica, costituita da un modulo del software Linfa. La preparazione rimane dunque in stand-by fino a che uno degli operatori di picking presenti non la prende in carico.

La modalità di preparazione prevede che ogni operatore si occupi di una “terna di prelievo” alla volta. Tale dicitura si deve storicamente ai 3 roll-container in un cui un tempo venivano preparati gli ordini. Ad oggi le terne di preparazione sono composte da due pedane messe una di seguito all'altra sul carrello.

L'operatore procede dunque con un percorso ad “s ripetuta” tra le corsie. In linea di massima, il magazzino è organizzato in modo che i prodotti più pesanti, come, ad esempio, bibite e vini, siano collocati nella parte iniziale del percorso. In questo modo la merce più leggera verrà collocata sulla sommità della pedana e i colli non saranno danneggiati dal peso dei prodotti sovrastanti.

Tutto il processo avviene attraverso il sistema di voice picking: l'operatore, dotato di cuffie e microfono, riceve indicazioni sull'ubicazione del prodotto e, giunto nella postazione di picking, comunica il codice di riferimento e le quantità prelevate. Le operazioni avvengono dunque senza bisogno di letture di codici a barre: in questo modo l'operatore ha le mani libere e il tempo di preparazione viene ridotto ai minimi termini. Questo meccanismo massimizza la velocità a scapito della precisione, che comunque non ne risente particolarmente. Un operatore in media prepara tra i 100 e i 200 colli/ora in base al reparto in cui lavora, e ogni pedana è formata in media da 75 colli. Complessivamente, si stima che ogni ora vengano lavorati 7.000 colli, ovvero 94 pedane.

Raggiunta la soglia massima di peso o di altezza il software Linfa informa l'operatore che la terna è completata. A questo punto le pedane vengono messe in sicurezza manualmente mediante il cellofan esterno e la terna viene chiusa con l'apposizione di un'etichetta EAN. Al sistema viene memorizzato il codice identificativo della pedana a cui è associato il numero di colli.

Per alcune particolari categorie merceologiche le pedane non necessitano queste operazioni: esse vengono trasportate direttamente dal punto di stoccaggio alla banchina di uscita merce. Ne sono un esempio quelle di acqua minerale, il cui fabbisogno dei punti vendita è abbastanza elevato da permettere l'invio di più pallet interi contemporaneamente.

3.3.4 L'abbassamento dei pallet per il picking

Affinché il processo descritto nel Paragrafo 3.3.3 funzioni correttamente ed efficientemente, è necessario che le postazioni di picking abbiano sempre colli disponibili. Con postazioni di picking si intende il posto pallet a terra dove l'operatore può raggiungere e prelevare manualmente il singolo collo. Generalmente, ogni riferimento possiede due postazioni una accanto all'altra ma, a seconda della velocità di rotazione del prodotto a magazzino, tale numero può essere aumentato o diminuito.

Le due postazioni permettono di limitare al massimo il pericolo di falso stock-out, ovvero il pericolo che i prodotti vengano segnati come mancanti pur essendo presenti a magazzino.

Il sistema informativo conosce il numero di colli presenti su ogni pedana per ogni riferimento e, ogni qualvolta un operatore di picking effettua un prelievo, aggiorna le giacenze. Quando la pedana viene esaurita il sistema informa i carrellisti. Questi sono dotati di carrelli elevatori elettrici a forche retrattili capaci di raggiungere i 9 metri di altezza, come in Figura 3.9:



Figura 3.9 Esempio di carrelli elevatori da 9 metri [16]

Quando i carrellisti vengono avvisati dell'azzeramento della scaffalatura a terra, il loro compito è quello di effettuare l'abbassamento: dopo aver rimosso la pedana vuota a terra il carrellista inforca una nuova pedana stoccata nei ripiani più alti della scaffalatura e sostituisce quella precedente. In questo modo l'operatore di picking troverà sempre i colli pronti per essere caricati e, non avendo bisogno di raggiungere merce immagazzinata nei ripiani più alti, può muoversi nel magazzino con carrelli più agili, che ottimizzano le performance di preparazione.

3.3.5 Il controllo delle spedizioni

Le pedane, etichettate, imballate e pronte per essere spedite, vengono lasciate in banchina di carico in attesa dell'arrivo del camion.

In questa fase, un operatore addetto al controllo correttezza scansiona il barcode di tutte le pedane presenti sulle banchine. Tale operazione può dare tre esiti differenti:

- Banchina errata: la pedana è stata realizzata correttamente, ma è stata portata alla banchina corrispondente ad una diversa spedizione; in questo caso la pedana viene semplicemente spostata nella banchina corretta.

- Pedane mancanti: presso la banchina di carico mancano una o più pedane; un operatore di picking viene avvisato e l'ordine viene completato.
- Ordine corretto: tutte le pedane sono nella giusta banchina di carico e l'ordine è pronto per essere spedito.

3.3.6 La spedizione

Per le consegne ai punti vendita, Dimar si avvale di diverse tipologie di automezzi. Gli automezzi non sono di proprietà dell'azienda, ma di società di trasporto. Ogni tragitto ha un costo fisso di consegna stabilito in base alla distanza magazzino-punto vendita. Nella maggioranza assoluta dei casi i camion viaggiano saturi e riforniscono un solo negozio, salvo qualche eccezione settimanale in cui un viaggio può essere schedulato su più punti vendita. I negozi con il fatturato maggiore ricevono tutti i giorni anche con più consegne al giorno.

Gli automezzi consegnano in tutte le ore di apertura del punto vendita.

A seconda che la consegna venga effettuata con una motrice o con un bilico, sulla banchina di carico vengono predisposte 22 oppure 33 pedane. L'autista, effettuata l'operazione di carico, provvede a verificarne la sicurezza per il trasporto e un operatore Dimar appone un sigillo che servirà come garanzia della merce per tutto il viaggio. Tale sigillo verrà rimosso solamente per lo scarico merce al punto vendita, che ne verificherà l'idoneità e firmerà la fattura intestata al magazzino. Da questo momento il CeDi non ha più responsabilità sulla merce che viene invece gestita autonomamente dal punto vendita in cui è stata controllata ed accettata.

4. LE AUTOMAZIONI DI MAGAZZINO PER LA GDO

Alla luce dei dati raccolti sul funzionamento del magazzino Dimar ci si pone il problema di capire quali aspetti possano essere automatizzati. Per far ciò è necessario analizzare i vantaggi che le tecnologie attuali possono portare alle aziende della grande distribuzione e in particolare alla Dimar. Dall'analisi delle soluzioni implementabili si vuole valutare quali siano le più convenienti e quali processi esaminati ne risentano maggiormente.

4.1 L'automazione di magazzino

L'automazione di magazzino è stata definita come "Il controllo diretto delle attrezzature che producono la movimentazione e lo stoccaggio di carichi senza la necessità di operatori o conducenti" (Baker, 2004). Il termine automazione di magazzino comprende quindi apparecchiature quali sistemi di stoccaggio e prelievo automatizzati detti Automated Storage & Retrieval System (AS/RS), veicoli a guida automatizzata (AGV) e sistemi di smistamento basati su convogliatori.

L'automazione è ragionevolmente comune nei magazzini di metratura elevata, in particolare per quanto riguarda i sistemi di trasporto/smistamento e di stoccaggio e prelievo automatizzati; ciascuno di questi tipi di apparecchiature è presente in più di un terzo di tali strutture (Baker, 2004).

L'automazione può anche essere vista come un'occasione di miglioramento della flessibilità per gestire i picchi di produttività con breve preavviso, in particolare nelle aree in cui la disponibilità del personale è un problema o nelle operazioni in cui l'uso di personale aggiuntivo può causare problemi di congestione e produttività (Naish & Baker, 2004).

4.1.1 Il mercato globale dell'automazione di magazzino

Negli ultimi anni i magazzini hanno registrato un continuo aumento degli investimenti, guidato dall'aumento dei livelli di automazione. È stato stimato che solo l'1,80% dei magazzini è ancora gestito manualmente senza nessuna automazione di supporto (LogisticsIQ, 2020). I magazzini meccanizzati, ovvero quelli che utilizzano nastri trasportatori, smistatori, soluzioni goods-to-picker e altre attrezzature meccanizzate, ma non necessariamente “automatizzati”, rappresentano il 15% del totale dei magazzini, mentre solo il 5% degli attuali magazzini totali è automatizzato (LogisticsIQ, 2020).

Nel 2018, il mercato dell'automazione dei magazzini è cresciuto di oltre il 13% a livello globale, registrando vendite superiori a 12,5 miliardi di dollari [19].

Come evidenziato dalla Figura 4.1, si prevede che il mercato globale dell'automazione del magazzino crescerà di oltre il doppio dal 2019 al 2025, sulla scia dei forti fattori di crescita macro e del settore dell'adempimento dell'e-commerce e dell'aumento dei costi del lavoro di magazzino. (LogisticsIQ, 2020).

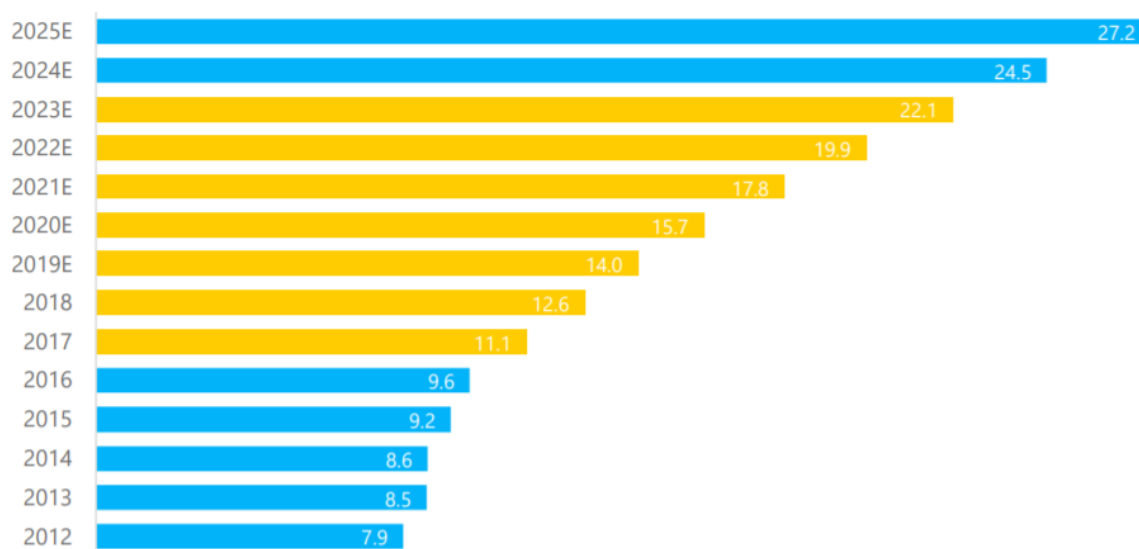


Figura 4.1: Andamento del mercato delle automazioni di magazzino in miliardi (\$)
[19]

Stati Uniti, Europa e Cina sono il mercato chiave: tra tutte le regioni, gli Stati Uniti sono stati la regione più importante con una dimensione del mercato di oltre \$ 4 miliardi nel 2019 e un tasso di crescita del 12% negli ultimi 5 anni. La Germania è la nazione con il mercato più importante in Europa con una quota di mercato di circa il 35%. Si prevede che la prossima spinta proverrà dal sud-est asiatico, dall'India e dall'Australia, che sono il

mercato chiave dopo Cina, Giappone e Corea del Sud. Questo gruppo sta guidando l'adozione dell'automazione robotica che ha contribuito alla crescita del PIL per circa il 5%, ma la pandemia ha frenato questa crescita.

L'eCommerce sarà il segmento più grande nel mercato dell'automazione di magazzino entro il 2025, seguito dalla grande distribuzione organizzata. La crescita dell'eCommerce sta anche guidando la domanda di soluzioni di automazione da aree geografiche come India, Indonesia, America Latina, Europa centrale e orientale, dove storicamente c'è una penetrazione molto bassa di tali soluzioni. L'APAC sarà il più grande mercato per l'automazione dei magazzini, con l'India che avrà la crescita più alta a livello globale.

Attualmente, gli Stati Uniti sono il mercato più grande per l'automazione dei magazzini e si prevede che manterranno la loro leadership dato che i magazzini completamente automatizzati rappresentano meno dell'1% del totale dei magazzini negli Stati Uniti (LogisticsIQ, 2020).

4.1.2 I vantaggi dell'automazione

Nella scelta di automatizzare una parte o la totalità dei processi di magazzino è bene conoscere quali siano i vantaggi che si otterranno. Ogni automazione introdotta offre vantaggi specifici dell'ambito di applicazione. Tali vantaggi si possono riassumere in cinque categorie:

Miglioramento della produttività: le automazioni sono ideate con l'obiettivo di eseguire i compiti più semplici e ripetitivi che impiegano molte risorse umane. L'automazione dei processi consente quindi di ottimizzare le tempistiche poiché il tempo medio impiegato da un macchinario nell'esecuzione di un compito è generalmente inferiore rispetto a quello impiegato da un operatore. Di conseguenza, a lungo andare, la diminuzione del personale comporta un risparmio economico per l'azienda, che dovrà sì affidarsi a personale altamente specializzato per la manutenzione dei macchinari, ma molto più sporadicamente [21].

Nel caso Dimar analizzato nel Capitolo 3 un esempio di miglioramento della produttività è osservabile nella fase di ingresso merce. Lo stoccaggio manuale delle pedane descritto nel Paragrafo 3.2.7 verrebbe effettuato da carrelli automatici trasloelevatori descritti nel Paragrafo 4.2.2.

Maggiore affidabilità: limitare i processi manuali significa ridurre il rischio di svisate ed errori. Le attività ripetitive vengono svolte nello stesso modo, quotidianamente da

macchinari. Con l'automazione, è possibile stabilire con certezza quando avranno luogo processi, test, aggiornamenti e flussi di lavoro, quanto dureranno e quanto affidabili saranno i risultati: il software che gestisce le movimentazioni fornirà all'utente KPI puntuali sull'utilizzo, sulla precisione e sulla velocità [21]. Nel Paragrafo 3.3.5 si è analizzato il controllo della correttezza ordine: tale mansione sarebbe completamente eliminata. Inoltre, nel Paragrafo 3.3.3, si è analizzata una situazione attuale in cui l'operatore non controlla il codice a barre dei colli prelevati, ma ne effettua solamente una verifica vocale. Questa fase è soggetta ad errori umani che verrebbero superati con le tecnologie attuali.

Governance più facile. Affidare i processi di magazzino al personale di cooperative esterne come nel caso Dimar significa creare lacune, poiché rende difficile ottenere una piena consapevolezza dei compiti e del ruolo di tutte le persone in essi coinvolte. Codificare i processi, invece, consente un maggior controllo. Inoltre, tenere sotto controllo i costi e la complessità operativa permette di ottenere un vantaggio economico sui competitors.

L'introduzione dell'automatizzazione di magazzino permette infine di migliorare la governance anche riguardo ad un altro aspetto relativo alle risorse umane: tra il personale sono frequenti scioperi e assenze, problema che verrebbe arginato.

Scalabilità: Le soluzioni di automazione del magazzino sono progettate per essere scalabili e possono fornire una produzione più elevata e un'evasione degli ordini più accurata rispetto ad una configurazione manuale a costi operativi inferiori [20].

Efficienza: il risparmio di spazio derivante dall'ingombro ridotto del magazzino può arrivare fino all'85% e la riduzione dei costi operativi fino al 65% [20]. Il risparmio di spazio si ottiene principalmente immagazzinando le SKU più alte e più dense e le riduzioni dei costi operativi derivano dalla diminuzione della domanda di manodopera.

4.1.3 Le criticità dell'automazione

Nonostante i vantaggi illustrati, la costruzione di un magazzino automatizzato può non essere la scelta migliore da un punto di vista economico o logistico. È dunque necessario considerare quali siano gli aspetti che maggiormente possono influenzare negativamente il ritorno economico dell'investimento.

Secondo Baker e Halim (2007), le possibili ragioni sono la selezione inappropriata dei tipi di automazione la mancanza di un'adeguata manutenzione delle tecnologie e la difficoltà di riconfigurazione in base alle mutevoli esigenze aziendali. I primi due motivi sono legati alle procedure di attuazione, mentre l'ultimo motivo è legato all'agilità. La ricerca sull'automazione del picking ha raggiunto conclusioni simili, trovando che la produttività ottenuta dalla meccanizzazione è sufficiente solo per compensare i maggiori costi operativi risultanti dalla maggiore complessità dei magazzini più grandi.

Nel complesso, ci sono alcuni risultati contrastanti sull'efficacia dell'automazione del magazzino (Baker and Halim, 2007). Un criterio fondamentale da valutare nella realizzazione di un magazzino automatico è la tempistica del progetto.

Tempistiche del progetto

Per natura, i progetti di automazione dei magazzini sono molto complessi e richiedono, per essere implementati, tempistiche molto variabili. Secondo uno studio di Baker e Halim condotto su un campione di 25 aziende la durata di un progetto è da considerarsi dall'inizio della pianificazione del progetto fino al completamento dello stesso. L'indagine è stata condotta su nuovi edifici (13 progetti) e progetti di automazione all'interno di edifici esistenti o estensioni (12 progetti) La durata è stata in media di 20 mesi, con un intervallo da cinque mesi per il progetto più breve a 39 mesi per il progetto più lungo (Baker and Halim, 2007).

Il profilo generale è mostrato nella Figura 4.2.

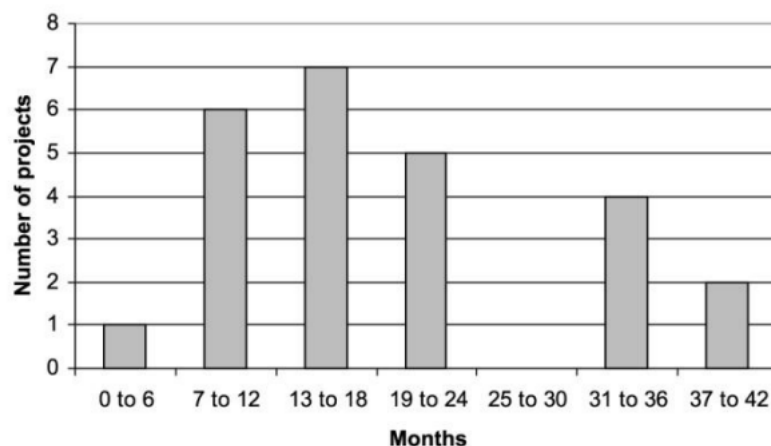


Figura 4.2: Tempistiche dei progetti di automazione (Baker and Halim, 2007)

Dei 24 progetti su cui sono state raccolte informazioni in merito, 22 sono segnalati come puntuali e due in ritardo. Si può concludere che i progetti erano quindi generalmente ben pianificati e controllati.

Dopo la data di "go live", normalmente c'è un periodo di preparazione per la piena operatività del magazzino. Ad esempio, diversi gruppi di prodotti o aree geografiche possono essere assegnati gradualmente al magazzino in modo da ridurre al minimo l'interruzione del servizio.

I progetti di automazione tendono ad avere un forte impatto sulle operazioni in corso e, infatti, solo cinque progetti su 24 non hanno comportato interruzioni delle operazioni, mentre 11 delle implementazioni hanno comportato interruzioni minime e otto hanno subito interruzioni moderate o estese. Ad esempio, la mancata elaborazione degli ordini, gli orari di lavoro eccessivi e l'esecuzione degli ordini ridotta a livelli inaccettabili dimostrano le diverse sfaccettature dei progetti di automazione e la loro complessità (Baker and Halim, 2007). I principali motivi di interruzione sono relativi al sistema informatico come motivo più comune citato, seguito dall'installazione delle apparecchiature. Costruzione di edifici e difficoltà associate con il consolidamento di un certo numero di siti sono tra gli altri motivi citati.

Il buon esito dei progetti può essere influenzato da ritardi o problemi in una qualsiasi di queste aree, nonché nelle aree di interfaccia tra di esse.

4.2 Le tipologie di automazioni di magazzino

Nell'ambito della grande distribuzione organizzata le automazioni si differenziano in base al processo alle quali vengono applicate. Come analizzato nel Capitolo 3, le unità di carico in arrivo dal fornitore subiscono varie lavorazioni dal momento della consegna a quello della spedizione al punto vendita. Le automazioni possono fornire supporto in tutti i processi coinvolti fin dall'ingresso in magazzino delle pedane.

Si possono dividere le tecnologie di automazione in quattro gruppi a seconda dell'attività a cui queste forniscono supporto: i sistemi di movimentazione, i sistemi di stoccaggio automatico, i sistemi di picking e i sistemi di pallettizing

4.2.1 Sistemi di movimentazione

I sistemi di movimentazione e trasporto collegano tutti i punti di ricevimento merce, produzione, order picking e spedizione all'interno del magazzino in maniera rapida ed efficiente, ottimizzando lo stoccaggio ed il trasporto [22]. Essi hanno la funzione di fornire un flusso continuo di merce e rappresentano un'interfaccia compatibile con l'attrezzatura per material handling ed operazioni manuali.

Nell'ambito della grande distribuzione organizzata la merce viaggia su pallet EUR (come analizzato nel paragrafo 3.1.2), per cui verranno considerati sistemi di trasporto pallet. Questi hanno il vantaggio di avere alti livelli prestazionali, la possibilità di carico di pesi diversi e una facile manutenzione [22].

La gamma di sistemi di movimentazione e trasporto pallet comprende:

- Veicoli automatici a guida laser (AGV)
- System vehicle loops (SVL) [22]

Automated Guided Vehicles

Gli AGV sono dei robot in grado di spostarsi autonomamente negli spazi di lavoro senza la necessità di personale a bordo, sfruttando software di gestione intelligenti [22]. Per potersi muovere da un punto ad un altro, l'AGV segue bande magnetiche, linee colorate o altri marker che facciano da riferimento lungo il percorso. Una sottofamiglia degli AGV, gli LGV (Laser Guided Vehicle), ne costituiscono i membri più all'avanguardia. La movimentazione dipende infatti da laser scanner che consentono una mappatura completa dell'area di lavoro, senza la necessità di indicatori per effettuare il proprio tragitto. Tutte le

navette AGV garantiscono il trasporto di materiali in maniera efficace, evitando al personale faticosi spostamenti, oltre che la perdita di tempo legata a questa attività di scarso valore aggiunto. Un altro punto a favore dei veicoli a guida autonoma è la consegna di materiale nella giusta quantità e nel momento giusto, evitando accumuli sulle linee di produzione e garantendo una gestione efficace delle scorte.

Carrelli a guida autonoma

Per la movimentazione di pallet possono essere usati carrelli a guida autonoma come in Figura 4.3



Figura 4.3: Carrelli a guida autonoma [26]

Questi veicoli sono ideali per la movimentazione su pavimentazione di pallet, cassoni e altre unità di carico industriali. Possono interfacciarsi facilmente con scaffali e linee produttive e in generale possono sostituire un carrello elevatore manuale. Inoltre, le manovre necessitano di spazi ridotti e sono in grado di stoccare ad altezze elevate. Permettono infine di movimentare UdC diverse con lo stesso veicolo [26].

Veicoli con piattaforma di trasporto

Questi veicoli consentono la movimentazione tra trasportatori di vario tipo e permettono anche il trasporto contemporaneo di più UdC in spazi ridotti.

Grazie alla totale assenza di strutture fisse l'area interessata viene lasciata aperta per il passaggio di altri veicoli o persone.

Inoltre, garantiscono un'elevata stabilità del carico e possono trasportare contemporaneamente da una a quattro UdC, ottimizzando così i tempi per la movimentazione del materiale. In Figura 4.4 viene riportato un esempio di veicolo con piattaforma di trasporto.



Figura 4.4: Veicolo con piattaforma di trasporto [26]

Veicoli outrigger

Questa tipologia di AGV è simile ai carrelli a guida autonoma ma è indicata per la gestione di unità di carico di varie dimensioni, peso e tipologie. Le ruote folli sono poste in prossimità del baricentro del pallet garantendo capacità di portata elevate e manovrabilità in spazi ridotti. Sono dotati di elevata stabilità, necessitano di minori spazi di manovra in lunghezza e sono adatti anche a pavimenti con portata ridotta. In Figura 4.5 viene riportato un esempio.



Figura 4.5: Veicolo outrigger [26]

System Vehicle Loops

Le navette sterzanti SVL sono ideate per la movimentazione e lo smistamento di grandi flussi di materiale all'interno del magazzino. Riducendo i tempi di trasferimento delle unità di carico, sono particolarmente indicate per l'order picking automatizzato e sono in grado di gestire spedizioni "just-in-time". Funzionando come sistema di smistamento pallet, i circuiti di navette SVL vengono di norma posizionati fra un magazzino automatico verticale e le baie di picking, oppure fra baie di order picking e baie di spedizione. Esse viaggiano su un circuito monorotaia, che permette una maggiore velocità in curva, massimizzando la capacità di trasporto. I sistemi SVL offrono numerosi vantaggi, tra i quali velocità e reattività, massima capacità di trasporto dei pallet, semplicità, nessun impatto sul sistema, massimizzazione dei risultati del sistema di stoccaggio e recupero automatizzato [27].

In Figura 4.6 viene riportato uno schema del funzionamento dei System Vehicle Loops, che permettono lo spostamento su rotaie dei pallet.

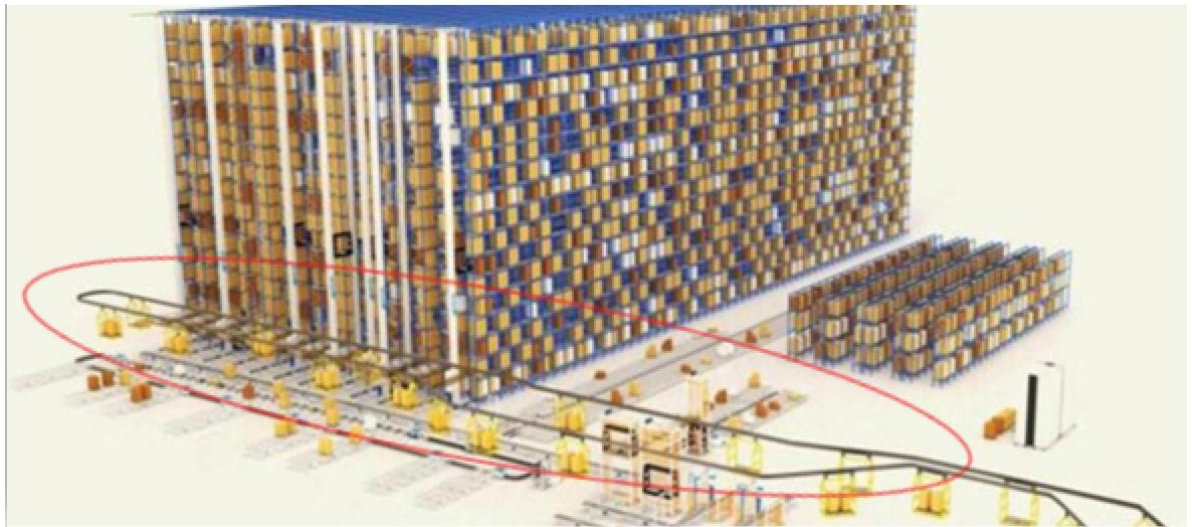


Figura 4.6: Esempio di System Vehicle Loop [27]

Come illustrato dalla Figura i pallet vengono prelevati dai sistemi di movimentazione come, ad esempio, i trasloelevatori e posizionati sulle rotaie per essere destinati alle baie di picking o ad altre destinazioni all'interno del magazzino.

4.2.2 Sistemi di stoccaggio automatico

I sistemi di stoccaggio automatico sono progettati per minimizzare lo spazio all'interno dei magazzini e ottenere livelli elevati di efficienza produttiva [24]. Tali sistemi sono in grado di stoccare diverse tipologie di unità di carico: pallet, contenitori o scatole.

Gli impianti di stoccaggio automatici prevedono l'utilizzo di macchinari automatici per le movimentazioni dei materiali. Sono anche denominati "intensivi", con riferimento all'elevato grado di utilizzo dello spazio, oppure "autoportanti" con riferimento alla doppia funzione delle scaffalature, qualora esse oltre allo stoccaggio sostengano anche le pareti e la copertura del fabbricato (Carlin, 2020).

Magazzini automatici dotati di trasloelevatore

I magazzini automatici di questo tipo utilizzano un trasloelevatore per la movimentazione dei pallet. Esso è schematizzato in Figura 4.7:

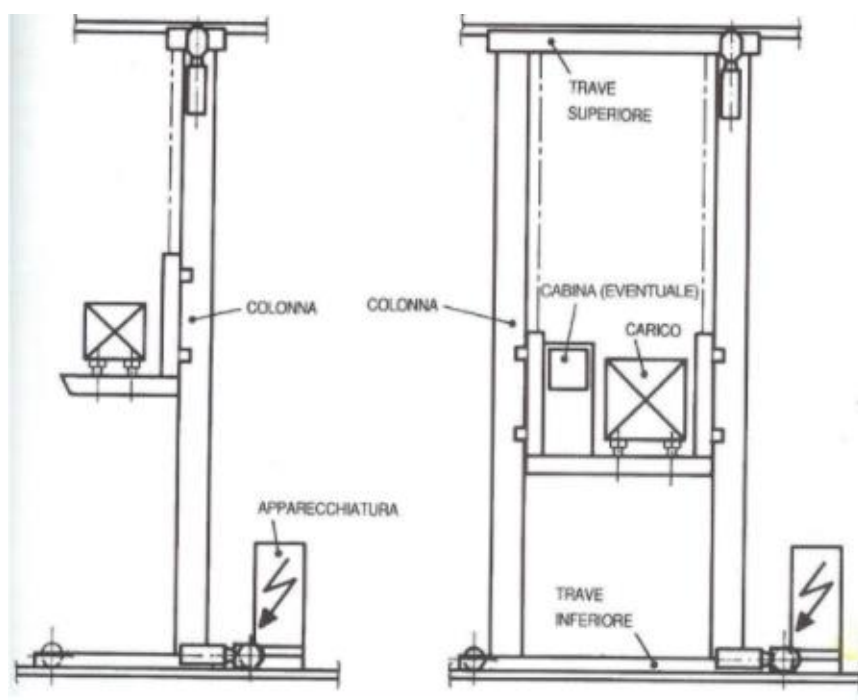


Figura 4.7: Schematizzazione di un trasloelevatore (Carlin, 2020).

Il trasloelevatore è costituito da:

- una/due colonne verticali
- un telaio scorrevole verticalmente su cui è disposto l'attrezzo per la movimentazione delle UdC dalle scaffalature

- una trave inferiore di supporto della macchina
- una rotaia a pavimento, due ruote per la traslazione e ruote di contrasto
- una trave superiore, una rotaia e ruote di scorrimento per mantenere l'equilibrio verticale della macchina
- motori elettrici per l'azionamento dei diversi movimenti e relative apparecchiature

Esso è in grado di muoversi tra la scaffalatura del magazzino, che generalmente è di tipo autoportante con un'altezza che varia dai 15 ai 40 metri (Carlin, 2020).

I trasloelevatori sono progettati per l'automazione delle operazioni di ingresso/uscita all'interno delle attività di stoccaggio. Si muovono longitudinalmente all'interno delle corsie tra gli scaffali per posizionare o estrarre le unità di carico. I principali vantaggi dell'utilizzo di trasloelevatori all'interno di un sistema di stoccaggio sono un controllo e un aggiornamento rapido e preciso del magazzino, facilitano l'inventario, l'eliminazione degli errori della gestione manuale e la possibilità di adattamento a condizioni di lavoro speciali (temperature -30°, elevata umidità). Esistono molteplici versioni di trasloelevatori, configurabili in base alle seguenti caratteristiche: tipologia e capacità dell'unità di carico, numero variabile di colonne, velocità orizzontale fino a 4m/s, organi di presa del carico con forche telescopiche a profondità singola o doppia, carrelli satellite multi-profondità, temperatura variabile (temperatura ambiente, controllata o cella frigorifera) [33].

Miniload

Nel caso in cui il magazzino necessiti di gestire i prodotti in singoli colli piuttosto che in pedane intere, è possibile implementare una tecnologia apposita detta miniload.

Un miniload è uno speciale robot che permette lo stoccaggio e la movimentazione di minuterie e prodotti di piccole dimensioni all'interno di un magazzino automatico. In sostanza è un trasloelevatore adibito alla movimentazione di merci leggere. Solitamente, sono in grado di prelevare e depositare due colli in cartone e/o cassetine di plastica alla volta, grazie a delle speciali forche su due livelli [39].

Il sistema miniload è progettato per gestire carichi leggeri in vari tipi di casse, contenitori e scatole fornendo un sistema di picking ad alta produttività completamente automatizzato, e rapido, che può essere configurato in base alle esigenze di ogni progetto. Si tratta di un magazzino automatico ad elevate prestazioni, con struttura monocolonna o bicolonna, che preleva e posiziona i singoli carichi nelle celle di stoccaggio all'interno degli scaffali. I

carichi vengono quindi prelevati dalle varie celle di stoccaggio e inviati alle baie di uscita, che convogliano le unità di carico in un'altra area per il picking, l'imballaggio o la spedizione, come illustrato nel Paragrafo 4.2.3. In commercio esistono diverse versioni del sistema miniload in base alla tipologia di UdC (contenitori metallici o di plastica, scatole, vassoi e altro). Indicativamente possono raggiungere una portata massima di 650 Kg, altezza fino a 22 m e velocità orizzontale fino a 5,5 m/s [33].

4.2.3 Sistemi di picking

I sistemi di picking si occupano della selezione e del prelievo di merci o materiali dagli spazi di magazzino per destinarli alla lavorazione o alla spedizione. Il prelievo è l'attività più complessa in un magazzino, in quanto necessita di una forte componente di manipolazione della merce [23].

Tra le automazioni di magazzino quelle di picking sono state e restano la sfida più difficile per la robotica degli ultimi anni. Il gran numero di referenze da movimentare singolarmente ha fatto sì che le aziende si impegnassero per sviluppare tecnologie all'avanguardia, in grado di adattarsi alle categorie merceologiche da lavorare anche mediante l'utilizzo di intelligenza artificiale. Nel paragrafo seguente si vuole ripercorrere come si è arrivati alle soluzioni odierne.

Lo sviluppo delle automazioni di picking

Lo sviluppo di automazioni senza il supporto umano prende piede dal 2010, quando le applicazioni dei robot industriali alla logistica iniziano ad attirare l'attenzione. Questo processo è stato innescato dall' Amazon Picking Challenge, una competizione di robot sponsorizzata da Amazon. L'azienda aveva già previsto movimentazioni autonome di scaffali di stoccaggio nei magazzini di distribuzione tramite robot; tuttavia, gli articoli dovevano ancora essere prelevati manualmente dagli scaffali di stoccaggio dagli esseri umani. Nella suddetta Amazon Picking Challenge del 2010, in cui i robot gareggiavano per dimostrare le loro prestazioni automatizzate nel raccogliere articoli, la maggior parte dei partecipanti proveniva da università e la tecnologia era stata inizialmente applicata all'automazione di fabbrica.

Nell' Amazon Picking Challenge del 2017, molti partecipanti, in particolare molti dei principali produttori di dispositivi elettronici hanno partecipato al concorso. La sfida consisteva nell'automatizzare processi di magazzini di distribuzione per l'e-commerce che

potrebbero avere fino a cento milioni di diversi tipi di articoli archiviati in un solo magazzino (Yukiyasu, 2018). Gestire così tanti tipi diversi di articoli in un magazzino pone sfide tecniche molto più complesse all'automazione dei magazzini rispetto all'automazione industriale. I magazzini di distribuzione necessitano di avere gli articoli prelevati da robot, il che definisce un problema fondamentale per la robotica: il pick-and-place.

Molti dei sistemi robotici che partecipavano al concorso rappresentavano nuove tecnologie che funzionavano efficacemente nel riconoscimento e nella gestione di più articoli.

Quando i bracci meccanici hanno iniziato a ottenere valutazioni elevate nel campo della logistica, molte start-up hanno iniziato commercializzare i propri. Alcune start-up giapponesi sono riuscite ad automatizzare in modo semplice le attività di pick-and-place nei magazzini di distribuzione mediante tecniche di riconoscimento 3D all'avanguardia (Yukiyasu, 2018).

Tecnologie di riconoscimento

Il riconoscimento del collo con sensori di visione è fondamentale per consentire a un robot di manipolarlo correttamente. In effetti, la tecnologia di riconoscimento dei modelli 3D ha supportato maggiormente lo sviluppo di robot industriali intelligenti dagli anni 2000.

Per manipolare oggetti in posizioni e pose variabili, un robot di solito acquisisce dati di nuvole di punti o dati di immagini con profondità da un sensore e ne registra le posizioni e le pose degli oggetti in base al riconoscimento del modello di tali dati. I metodi classici per riconoscere le posizioni e le pose degli oggetti includono: l'Iterative Closest Point (ICP) (Rusinkiewicz & Levoy, 2001), i suoi metodi derivati e la corrispondenza dello smusso sulla corrispondenza del modello di immagini bidimensionali (2D) (Chetverikov & Svirko, 2002). L'ICP è il metodo principale che consiste nello stimare la forma tridimensionale di un oggetto calcolando le posizioni relative tra nuvole di punti riducendo al minimo l'errore quadratico medio tra nuvole di punti adiacenti (Yukiyasu, 2018).

Le soluzioni attuali

Lo sviluppo di queste tecnologie ha portato grandi progressi nelle soluzioni attuali di picking, tuttavia, attualmente, il prelievo degli ordini nei magazzini rimane un processo in gran parte manuale, con Amazon che commenta che il prelievo automatizzato commercialmente valido rimane una "sfida difficile" [28].

Tuttavia, recentemente sono stati lanciati sul mercato robot che consentono il picking automatizzato nell'ambito della grande distribuzione organizzata. La maggior parte dei fornitori producono automazioni con caratteristiche variabili a seconda della tipologia del prodotto da lavorare. Questi robot sono in grado di prelevare i colli da un pallet e di collocarli dentro scatole o sopra altri pallet, per poi essere movimentati su un sistema di trasporto.

Più recentemente, anche se ancora in fase nascente, vengono prodotti sistemi di prelievo in grado di prelevare oggetti da uno scaffale (che è un processo più complesso). Questi sistemi sono classificati come robot collaborativi (cobot) e la funzione di prelievo dallo scaffale spesso si aggiunge alla funzione di guida automatizzata [28]. Il robot è dunque in grado di prelevare gli oggetti dalla scaffalatura e trasportarli nel magazzino.

Per le operazioni di picking è possibile dunque affidarsi a diversi tipi di soluzioni che vanno da bassi livelli di automazione fino ad operazioni che non necessitano dell'intervento umano. Nel paragrafo seguente vengono illustrate le varie opzioni offerte dalle tecnologie attuali.

Soluzioni di picking con supporto umano

Le soluzioni di picking attualmente implementabili in un magazzino della GDO sono molteplici e sono studiate per ottimizzare i tempi di prelievo.

Nel Paragrafo 3.3.3 è stata descritta una delle modalità più utilizzate nei magazzini con basso livello di automazione: il pick-to-voice, in cui l'operatore viene indirizzato verso le postazioni di prelievo da un sistema radiofonico. Tale metodologia consente di mantenere libere le mani dell'operatore, ma talvolta è possibile che i vari prelievi siano molto distanti tra loro in termini di spazio da percorrere, andando ad impattare negativamente sull'efficienza di preparazione delle pedane.

Pick to Light

Il Pick to Light è una soluzione di prelievo manuale, nella quale ciascuna ubicazione di magazzino, utilizzata per il prelievo o il deposito, viene dotata di un dispositivo elettronico (detto spot) provvisto di almeno un pulsante, un led ad alta luminosità e un display, che indicano all'operatore le quantità e l'ubicazione del prelievo. I vari spot sono collegati ad

un sistema informatizzato (WMS) che ne governa il controllo e che consente di coordinare e gestire le varie attività.

La particolarità di tale soluzione consiste nel fatto che l'operatore è guidato da un sistema di spie luminose che si accendono, nella corretta sequenza, in corrispondenza delle ubicazioni contenenti il materiale da movimentare (prelevare, depositare, assemblare, ecc.). Oltre ad avere entrambe le mani completamente libere, l'operatore non ha il problema di leggere le specifiche di prelievo, né di rilevare codici a barre o di inserire le quantità movimentate. In generale, si può affermare che un sistema basato sul Pick to Light ben si adatta a qualunque realtà in cui venga movimentato del materiale, sia di piccole che di grandi dimensioni, a velocità elevata [40].

Magazzini verticali

Aumentando il grado di automazione diverse aziende produttrici di sistemi logistici offrono la possibilità di implementare il magazzino verticale automatico. Esso è costituito da due o più scaffali, movimentati da un elevatore, dove vengono alloggiati vassoi metallici. Vassoi che, per la loro configurazione flessibile, possono ospitare cassette ad altezze diverse (sulla base anche della tipologia di carico stoccata). Importante per il funzionamento della struttura è anche il software di gestione, specie per movimentare e distribuire al meglio i prodotti. Il magazzino verticale automatico, molto usato nell'intralogistica aziendale, è un sistema automatico per lo stoccaggio e il picking di materiali che opera secondo il principio "goods to person". Il funzionamento è semplice: l'operatore invia e controlla le liste di prelievo/deposito attraverso un PC a bordo macchina, o tramite un dispositivo mobile come, ad esempio, un tablet e riceve il vassoio contenente il materiale richiesto presso la baia di lavoro, dove effettua, comodamente e in totale sicurezza, il prelievo o il deposito. Questo sistema è usato in diversi settori merceologici poiché se da un lato fa risparmiare molto spazio a terra, dall'altro migliora la sicurezza degli operatori. Chi ha necessità di stoccare molta merce, ma ha spazi ridotti a disposizione, può sfruttare la verticalità riducendo lo spreco di spazio [42].

In Figura 4.8 viene riportato un esempio di magazzino verticale realizzato da System Logistics.



Figura 4.8: Esempio di magazzino verticale automatico [41]

Il sistema di stoccaggio verticale è l'ideale per gestire materiali diversi per peso, formato e dimensioni; l'ottimo rapporto ergonomia-prestazione, che il magazzino verticale offre, è poi un vantaggio da sottolineare.

4.2.4 Sistemi di pallettizing

In questo paragrafo si vogliono analizzare i principali sistemi di pallettizing offerti dal mercato, dalle soluzioni più “standard” a quelle totalmente automatizzate.

Pallettizzazione mediante operatore

Una delle soluzioni disponibili a basso livello di automazione consiste nell’installazione di una postazione di pallettizzazione in cui vengono fatti confluire i colli che vengono lavorati da un operatore secondo uno schema “goods to person” come in Figura 4.9:



Figura 4.9: Pallettizzazione “goods to person” [29]

In questa tipologia di pallettizing un software organizza i colli sequenziati da consegnare agli operatori, i quali li faranno semplicemente scorrere su pallet o roll-bar. Lo schermo indica la disposizione dei colli sulla pedana seguendo i criteri dimensionali preimpostati a sistemi. In questo modo l’operatore viene totalmente guidato nella fase di pallettizing e gli errori sono ridotti al minimo. Il design ergonomico abbassa automaticamente la superficie di lavoro, eliminando virtualmente il sollevamento e consentendo di mantenere elevati livelli di produttività per l’intero turno.

Il software organizza il modello di pallettizzazione per ottimizzare il numero di colli su ogni pallet, garantendo la completezza per ogni consegna. Inoltre, anticipa fattori quali la

possibilità di articoli fragili e regola l'operazione di prelievo per preservare l'integrità dei prodotti. Man mano che viene costruito ogni livello, il pallet o il roll-bar vengono automaticamente abbassati e cellofanati per garantire la stabilità del carico [29].

Soluzioni di pallettizing automatizzate

I progressi della tecnologia hanno reso possibile la preparazione di pedane senza il supporto umano per la maggior parte delle referenze trattate dalla grande distribuzione organizzata. Per permettere ciò, è necessario che le tecnologie implementate siano integrate: dalla gestione del pallet intero monoreferenza all'ultimazione del pallet misto pronto per il trasporto verso il punto vendita il processo deve gestito da uno stesso sistema, progettato per far coesistere i processi necessari nella preparazione di una pedana. Dunque, pur essendo comunemente individuati come processi di picking, le tecnologie che saranno analizzate sono ben più articolate. Essi integrano tutte le seguenti fasi:

- Depallettizzazione
- Stoccaggio colli
- Trasporto colli
- Pallettizzazione

Di seguito verrà analizzato il funzionamento di due tecnologie presenti sul mercato: AMCAP, realizzato da Dematic e il MOPS, realizzato da Sistem Logistics.

Automated Mixed Case Palletizing (AMCAP)

Il grado massimo di automazione è realizzato da Dematic, società di produzione di automazioni di magazzino, che ha ideato AMCAP

AMCAP un prodotto ad alte prestazioni che assembla pallet con una sequenza strategica per ottimizzare il rifornimento degli scaffali dei punti vendita. Tale tecnologia è stata ideata per mitigare i problemi odierni del picking, quali il lavoro manuale intenso e la conseguente carenza di accuratezza e velocità. Inoltre, AMCAP è completamente automatizzato, e può essere implementato anche in una struttura esistente. Il suo compito è quello di costruire pallet misti che sono correlati al cluster del negozio al dettaglio. In questo modo le operazioni di caricamento in corsia vengono agevolate e l'efficienza ne risente positivamente [30].

AMAC è composto da più moduli: un depallettizzatore a strati, uno shuttle, un pallettizzatore e un software di sistema.

I pallet interi vengono portati al depallettizzatore raffigurato in Figura 4.10:



Figura 4.10 Depallettizzatore AMCAP [30]

Il depallettizzatore consiste in un braccio meccanico che scompone i vari strati della pedana e posiziona i singoli colli su un nastro trasportatore.

A questo punto il sistema multi-shuttle, raffigurato in Figura 4.11, immagazzina singolarmente i prodotti in una scaffalatura con quattro livelli di profondità. Esso consiste in nastri trasportatori coadiuvati da robot automatici che si muovono lungo i montanti della struttura e prelevano i singoli colli. Il software che gestisce gli shuttle è in grado di identificare i prodotti in ogni angolo del magazzino e può essere configurato per muovere con velocità differenti i colli, a seconda del loro contenuto.



Figura 4.11: Il sistema multi-shuffle Dematic [30]

Il sistema AMCAP gestisce infine la fase di pallettizzazione: il software conosce le dimensioni e il peso di tutti i colli presenti a magazzino e, similmente a come descritto nel paragrafo 3.3.2, ingegnerizza la pedana seguendo i criteri tipici di peso e efficienza di caricamento in corsia.

A questo punto la merce viene spinta sul pallet vuoto secondo l'ordine prestabilito da un sistema meccanico. In Figura 4.12 è possibile osservare il collo spinto sopra il pallet in fase di preparazione che viene opportunatamente alzato e abbassato per permettere lo scivolamento della merce.



Figura 4.12: Macchinario di pallettizzazione [30]

Il pallet ultimato viene infine abbassato e messo in sicurezza mediante cellofan. Il risultato è un pallet misto ad alta densità, pronto per il trasporto al punto vendita, come in Figura 4.13.



Figura 4.13: Il pallet preparato da AMCAP [30]

Modular Order Picking System (MOPS)

Restando nell'ambito delle soluzioni di picking completamente automatizzate l'azienda Sistem Logistics commercializza il MOPS, un sistema di picking in grado di comporre pallet misti senza nessun tipo di supporto umano.

Il funzionamento è simile a quello dell'AMCAP precedentemente illustrato: i singoli colli appartenenti al pallet monoreferenza iniziale vengono divisi tramite un depallettizzatore e quindi inviati ad un impianto di stoccaggio. Il sistema Miniload estrae gli articoli dalla scaffalatura e ne crea la sequenza richiesta dal software [31]. Differentemente dall'AMCAP che movimentava i singoli colli il sistema multi-shuttle, il MOPS utilizza un complesso sistema di nastri trasportatori per muoversi tra i vari livelli verticali [32].

Gli articoli vengono quindi indirizzati al pallettizzatore automatico in base alla composizione ottimale del pallet misto determinata dal software. Il sistema è in grado di garantire una tracciabilità completa dei dati seguendo il collo passo a passo, mantenendo il parallelismo tra i dati logici e i dati fisici lungo l'intero ciclo di vita del collo.

A differenza dell'AMCAP dove in fase di pallettizzazione i colli vengono fatti “scivolare” l'uno sull'altro per comporre la pedana, il MOPS li solleva e li adagia sul pallet in preparazione come in Figura 4.14:

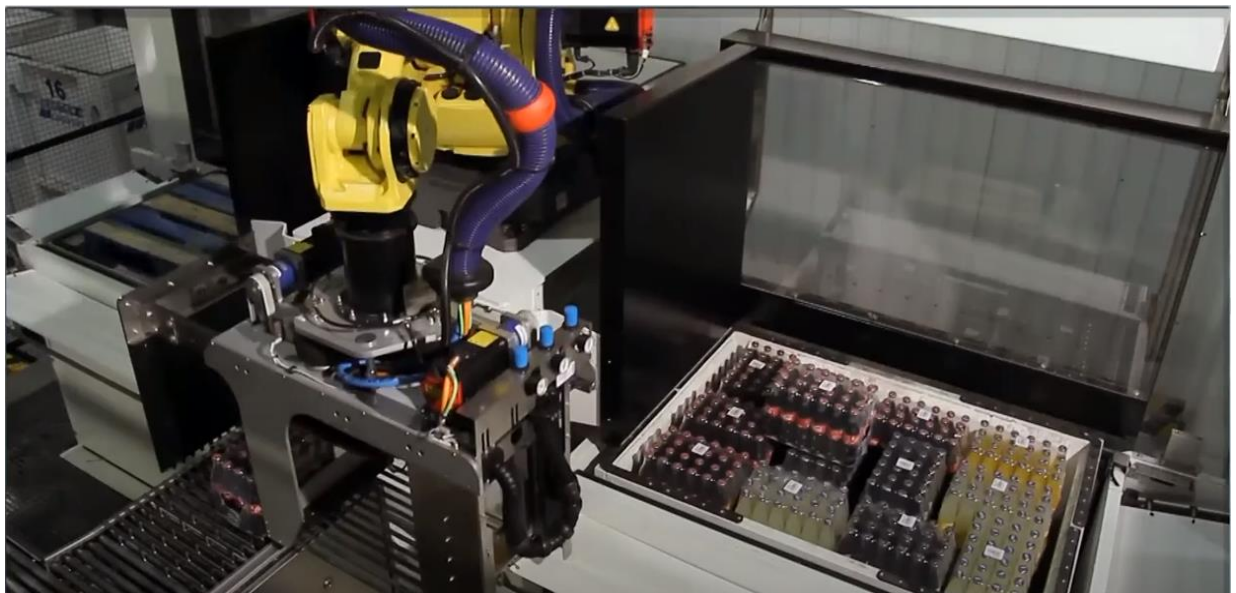


Figura 4.14: Fase di pallettizzazione del MOPS [32]

Il MOPS è in grado di trattare un altissimo range di prodotti diversi (oltre il 95% dei prodotti gestiti all'interno della grande distribuzione). La gestione dei colli avviene senza

vassoi di supporto, quindi il numero di articoli che possono essere gestiti tramite il MOPS è molto variabile: da poche centinaia a diverse migliaia [31].

4.3 Automazione di magazzino: casi implementativi

Le automazioni descritte nel Paragrafo 4.2 sono frutto di tecnologie sviluppate recentemente, di cui tutt'ora risulta difficile, almeno in parte, valutare la convenienza economica rispetto a soluzioni manuali. Dall'analisi del settore è emerso che le aziende tendono ad affidarsi a soluzioni ibride, che riescano a garantire il funzionamento della logistica con le metodologie tradizionali, ma contemporaneamente si interfacciano con le automazioni dei processi più dispendiosi a livello di risorse umane ed economiche.

In questo Paragrafo vengono analizzati due casi di studio di aziende della grande distribuzione organizzata presenti sul territorio italiano: Coop e CONAD. Questi ultimi due casi trattano un numero di referenze simile a Dimar; dunque, possono essere prese come riferimento per un confronto sulle tecnologie attualmente implementate nella GDO.

Tra le principali aziende che maggiormente hanno investito sul progresso delle automazioni di magazzino e che tutt'ora stanno investendo vi è la celebre azienda di commercio elettronico statunitense, Amazon. Questa è stata di grande importanza per il cambiamento tecnologico del mercato, rivoluzionando la logistica di magazzino.

4.3.1 Amazon: il precursore

Amazon ha iniziato il processo di automazione di magazzini e catene di approvvigionamento, ideando soluzioni che sono state riprese e adattate alla grande distribuzione organizzata.

Dai robot mobili autonomi e dai sistemi di archiviazione automatici alle tecnologie di tracciabilità e tracciabilità e al software avanzato della catena di approvvigionamento, si sta arrivando ad una distribuzione sempre più rapida, sicura e priva di errori e, in definitiva, a costi inferiori per aziende e consumatori.

Nel 2012, Amazon ha acquisito Kiva Systems con un accordo da 775 milioni di dollari. Kiva Systems, ora conosciuta come Amazon Robotics, ha aperto la strada all'uso di robot mobili autonomi per l'automazione del magazzino, introducendo un approccio rivoluzionario all'evasione degli ordini. I robot Kiva, raffigurati in Figura 4.15, navigano

autonomamente all'interno del magazzino, spostando gli scaffali di articoli per agevolare le operazioni di magazzino.

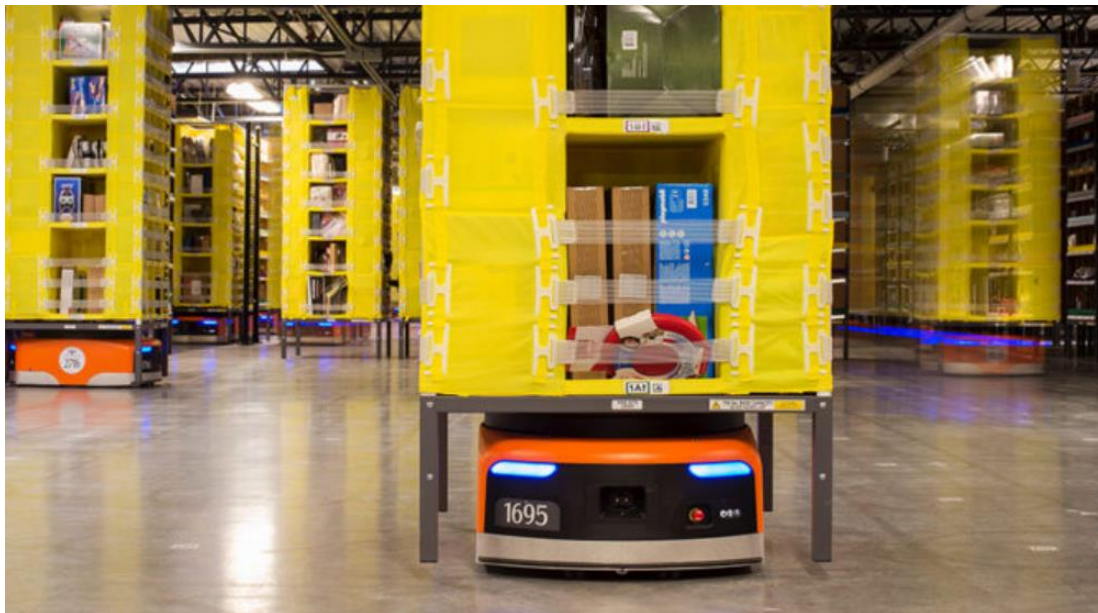


Figura 4.15: Robot Kiva Systems Amazon [43]

Oggi Amazon Robotics automatizza i centri logistici dell'azienda utilizzando oltre 200.000 robot mobili autonomi, con un aumento di oltre il 600% rispetto ai 30.000 di fine 2015 [19].

Con l'avvento della tecnologia Kiva, utilizzata nei magazzini Amazon dal 2015, molte aziende si sono mobilitate per stare al passo con le tecnologie moderne e ora si sta assistendo a una proliferazione di sistemi robotici mobili con vari gradi di autonomia [19].

Nell'ambito alimentare Amazon ha acquisito Whole Foods Markets con un accordo da 14 miliardi di dollari con implicazioni per i settori dell'e-commerce e della logistica retrostante.

4.3.2 Il caso COOP

Analizzando la situazione delle automazioni legate alla grande distribuzione organizzata italiana si può osservare l'esempio di Coop, che nel 2009 ha realizzato "ex novo" un centro distributivo a Prato per servire tutti i punti vendita con prodotti "no-food".

Il sistema Coop è così composto: Coop Italia è il consorzio nazionale che svolge la funzione di centrale di marketing e acquisti per conto delle Cooperative facenti parte del sistema. Questo conta 9 cooperative maggiori e circa 100 Piccole Medie Coop, sviluppando un Giro d'affari di oltre 12 miliardi di euro e ricoprendo una quota di mercato nel settore grocery italiano di circa il 17%, con il contributo di oltre 40.000 dipendenti.

La logistica dei prodotti no-food è gestita da un unico consorzio (Coop Italia C.N.N.A. - Consorzio Nazionale Non Alimentare, con sede a Prato) e prevede una sempre maggiore centralizzazione dei flussi (oltre il 70% dei flussi). Il network logistico per il "no-food" è basato su due depositi centrali (Faenza e Prato), che servono i punti vendita. La consegna ai punti vendita è sia diretta sia mediante transit point, costituiti dai depositi "food" del gruppo.

Il deposito di Faenza è dedicato agli articoli a "stagionalità concentrata", ossia venduti solo in alcuni periodi dell'anno (ad esempio addobbi natalizie ed articoli per il giardinaggio), mentre Prato ai continuativi. Si passa dai piccoli elettrodomestici ai prodotti per la casa, abbigliamento, bricolage, fino ai parafarmaci per un totale di circa 30'000 referenze.

L'esigenza di gestire un flusso elevato di merci (13 milioni di colli/anno), con una varietà elevata di codici e dimensioni fortemente variabili degli ordini (da qualche cartone a 25-30 UdC pallettizzate per punto vendita) ha portato alla realizzazione del nuovo magazzino di Prato, inaugurato a luglio 2009, pienamente operativo dall'inizio del 2010, localizzato in una posizione baricentrica rispetto ai punti vendita.

Il centro distributivo (CeDi) di Prato

Il CeDi di Prato, raffigurato in Figura 4.16 è a forma quadrata, di dimensioni 235 m per 200 m, per una superficie complessiva di 47.000 m².



Figura 4.16: CeDi di Prato di proprietà Coop (Melacini, 2019)

Le aree di ricevimento e stoccaggio sono suddivise per categoria merceologica e, per ragioni di sicurezza, divise in moduli.

In particolare, sono presenti 8 moduli: i primi due, localizzati nella parte superiore del layout, sono dedicati agli articoli di piccole dimensioni, spesso prelevati a pezzi. Gli ultimi due sono dedicati ai prodotti più voluminosi (aventi un'alta incidenza sui flussi complessivi) e sono posizionati in prossimità dell'area di spedizione. Gli altri 4 moduli sono posizionati nella parte centrale del magazzino. Esiste poi un nono modulo, posizionato sopra un sorter automatico, dedicato agli articoli "a rischio furto". Data l'estensione del magazzino, vi era un forte rischio di perdere produttività di prelievo per collegare i moduli all'area di spedizione. È stato quindi introdotto un corridoio centrale, servito da carrelli commissionatori "a forza lunga", con capacità di carico pari a 2 UdC pallettizzate. Gli operatori di ogni modulo depositano le UdC allestite in testata al corridoio centrale dove altri operatori, a bordo dei carrelli commissionatori, portano le UdC all'area di spedizione. Il centro distributivo lavora attualmente dalle 6 del mattino alle 21, dal lunedì al sabato.

La gestione degli articoli prelevati singolarmente

Gli articoli gestiti nei primi due moduli vengono prelevati singolarmente per un flusso giornaliero di 12.000 righe d'ordine. Tali articoli sono gestiti a stock su scaffalature porta pallet a profondità semplice, disposte longitudinalmente rispetto ai portoni di scarico della merce. Le scaffalature non sono tutte di uguale altezza. La maggior parte sono in grado di contenere UdC di altezza pari a 1,8 m; vi sono poi celle più piccole per lo stoccaggio di UdC più basse (ad esempio 0,6 m e 0,2 m). Il numero di UdC per piano è pari a 3, per una portata per vano di 1500 kg. I primi livelli della scaffalatura sono dedicati al picking e i livelli superiori allo stoccaggio intensivo. Grande attenzione è stata posta al dimensionamento delle locazioni di picking, dato l'alto numero di referenze gestite. Sono utilizzati pallet interi, mezzi pallet e ripiani a dimensione variabile (Figura 4.17).



Figura 4.17: Magazzino Coop a scaffalatura tradizionale (Melacini, 2019)

Il quantitativo mediamente richiesto dai punti vendita per ogni singolo item è di pochi pezzi. Da qui la scelta dell'azienda di lavorare con una logica di prelievo di tipo “pick and sort”. Nel sistema “pick and sort” l'evasione degli ordini è divisa in onde di prelievo. In ogni onda si preleva il quantitativo richiesto per un insieme di ordini. Tipicamente in un

sistema “pick and sort” si hanno valori superiori a 50 ordini per onda di prelievo. Il quantitativo da prelevare è assegnato a diversi operatori, dedicati a una specifica area del magazzino. Ogni operatore preleva il quantitativo richiesto dall’onda in una o più missioni. Al termine di ogni missione il quantitativo prelevato viene portato in prossimità di un sorter automatico per lo smistamento. La produttività di prelievo è molto più elevata rispetto a quella del sistema tradizionale, poiché gli spazi di percorrenza sono ridotti. Il miglioramento di produttività è tanto più grande quanto più è piccola la parte dell’area di prelievo in cui operano i pickers. Inoltre, il miglioramento dell’efficienza del picking è ottenuto facendo onde di prelievo molto grandi in termini di numero di ordini. Di contro, tanto maggiore è la dimensione dell’onda di prelievo tanto maggiore sarà il quantitativo di merce accumulato in prossimità del sorter, in attesa di essere smistato. Pertanto, il sistema “pick and sort” è un sistema ad alte potenzialità, ma che richiede un’attenta progettazione. Nel caso specifico, Coop Italia C.N.N.A. ha svolto numerosi studi sulla dinamica di funzionamento del sistema di picking, in collaborazione con SDI, il fornitore dell’impianto di smistamento automatizzato. Il numero di onde giornaliere è determinato in base alle tipologie di prodotti ordinati. I pickers, secondo la dinamica descritta, portano i cartoni multi-referenza contenenti i pezzi prelevati su un convogliatore che trasporta gli scatoloni verso il sorter raffigurato in Figura 4.18.



Figura 4.18: Sorter automatizzato Coop (Melacini, 2019)

Il convogliatore rappresenta un polmone di accumulo fra l’attività di prelievo e quella di smistamento, ed è lungo 150 m al fine di potere garantire un’immissione continuativa sul

sorter e garantirne l'efficienza produttiva. Al termine del convogliatore i cartoni arrivano a due stazioni di lavoro manuali. Presso ogni stazione un operatore preleva i prodotti contenuti nei cartoni e li deposita su delle vaschette, che costituiscono l'anello del sorter. L'operatore è assistito in questa operazione da un monitor, che comunica la dimensione complessiva dell'onda e i pezzi rimanenti da processare. Una volta caricato il singolo articolo sulla vaschetta, un dispositivo automatico legge il barcode dell'articolo, associando alla vaschetta il suo contenuto. Arrivate allo scivolo di competenza le vaschette si aprono, facendo cadere l'articolo sullo scivolo di accumulo sottostante rappresentato in Figura 4.19.



Figura 4.19: Scivolo di accumulo (Melacini, 2019)

Lo scivolo permette la gestione di diverse categorie merceologie, inclusi i prodotti fragili. Ad oggi il sorter si sviluppa su 180 m, con 192 scivoli di accumulo, con assegnazione dinamica per punto vendita (PdV)/ordine sulla base della struttura che viene definita in fase di composizione dell'onda. Lo scivolo si autosospende automaticamente non appena raggiunge il limite di volume. A tal fine è fondamentale il lavoro di aggiornamento dell'anagrafica pondo-volumetrica svolta durante il processo di ricevimento merce. Presso gli scivoli del sorter interviene una nuova figura di magazzino: il packer. Il suo compito è depositare il contenuto dello scivolo nei cartoni di spedizione.

Sui singoli cartoni è poi applicata un'etichetta identificativa. Una volta riempito il cartone, questo viene abbinato a livello di sistema al PdV/ordine tramite la scansione del codice uscita del sorter che contiene le informazioni in merito alla destinazione e al contenuto dello

scivolo. Quindi il cartone viene spinto su un altro convogliatore per poi arrivare alla stazione di nastratura automatica e poi essere portato a un convogliatore sopraelevato che trasporta le scatole verso le aree di consolidamento cartoni.

Gli scivoli sono stati progettati in modo da avere un'attività quasi completamente "hand free". Tra le funzioni previste vi è quella del counting a decremento degli item, oltre che l'ID dell'ordine in gestione e dell'onda. Un display indica poi con colori diversi se lo scivolo è in stand-by, se il collo è completo ma vi sono altri item da smistare o se l'ordine assegnato per tale scivolo è stato completato.

Ritornando al percorso dei cartoni allestiti, al termine del convogliatore aereo i cartoni arrivano all'area di consolidamento cartoni, composta da 4 uscite. A valle delle uscite si ricostruisce l'ordine di ogni singolo punto vendita su UdC pallettizzate. Le UdC così allestite sono posizionate su una scaffalatura portapallet in attesa della spedizione.

Infine, esiste una piccola area dedicata agli articoli a rischio furto. Si tratta di articoli con basso flusso in termini volumetrici, ma alto in termini di valore. Da qui la decisione dell'azienda di ricavare un'area soppalcata sopra il sorter, dedicata a questi articoli. Gli articoli, in genere di piccola dimensione (cellulari, chiavi usb, etc.) sono prelevati con logica order picking. Al termine del prelievo sono poi inseriti in cartoni di spedizione, a loro volta inviati sul nastro convogliatore.

La gestione degli articoli prelevati a cartone

Il prelievo a cartoni riguarda gli altri sei moduli del centro distributivo. Lo stoccaggio delle UdC intere in ingresso avviene principalmente su scaffalature tradizionali portapallet a profondità semplice. Ogni corridoio è lungo 44 m e largo 3,5 m. Le postazioni ai livelli inferiori costituiscono lo stock di picking, mentre i livelli superiori lo stock intensivo. Le scaffalature, come nel caso dei primi due moduli, sono disposte longitudinalmente rispetto ai portoni di scarico della merce. I portoni di carico si trovano vicino ad ogni modulo in modo da minimizzare la distanza percorsa durante le operazioni di messa a stock. Gli articoli prelevati sono sempre portati dagli operatori nel corridoio centrale, per poi essere trasportati all'area di spedizione. Il prelievo delle merci avviene sia a pallet interi sia a cartoni. Nel secondo caso la logica di picking seguita è del tipo "operatore verso materiali", con logica di prelievo di tipo order picking, simile a quella descritta nel Paragrafo 3.3.3. Tipicamente, all'interno di ogni modulo l'ordine viene diviso in n missioni di prelievo,

assegnate ai diversi operatori. Ogni operatore svolge la sua missione seguendo percorsi di tipo “traversal”, ossia una volta entrato in un corridoio, lo percorre interamente.

Osservazioni finali

Il centro distributivo rappresenta un esempio di impianto ben organizzato, progettato in collaborazione con i fornitori delle soluzioni tecniche, alla ricerca del miglior compromesso fra costo di impianto e costi di esercizio. Il risultato finale è un impianto con 70.000 posti pallet con una superficie coperta di 47.000 m² e in grado di movimentare efficientemente 13 milioni di colli all’anno. L’automazione è stata utilizzata per risolvere la parte più complessa per un magazzino no-food della GDO: prelievo di pezzi, con ordini molto piccoli e un numero di referenze elevato ed è stata possibile grazie all’elevata quantità dei volumi centralizzati (Melacini, 2021).

4.3.3 Il caso CONAD

Conad è oggi uno dei maggiori protagonisti della grande distribuzione organizzata ed opera su tutto il territorio italiano con oltre 500 negozi al dettaglio, 8 centri distributivi e uno dei più importanti giri d'affari del settore.

A Montopoli Val D'Arno, Pisa, si trova il polo logistico di Conad Nord Ovest raffigurato in Figura 4.20 che con i suoi 52.500 m² di superficie ospita 43.000 posti pallet e muove 40 milioni di colli all'anno [34].



Figura 4.20: Polo logistico Conad sito a Montopoli Val D'Arno [35]

Il progetto

Nel 2017, la grande mole di movimentazione richiesta dalle proprie attività, ha richiesto a Conad un impegno importante al fine di disporre di un'adeguata capienza del magazzino, aumentata nel corso degli anni, da gestire con il massimo dell'efficienza. Un obiettivo importante che, per raggiungere il grado di efficienza desiderata, necessita di interventi adeguati a ridefinire i tempi di picking, i costi di gestione del magazzino e la riqualificazione professionale degli operatori. Con il partner produttore di sistemi di automazione Jungheinrich si è studiata una modernizzazione dell'intero sistema logistico di magazzino per far fronte ad attività sempre crescenti e di complessità elevata.

Per Conad è stato realizzato un complesso sistema di prelievo rapido con meccanismo di movimentazione speciale progettato specificamente per le esigenze dell'azienda. Si è trattato di una soluzione personalizzata per il prelievo automatico, per ottenere un aumento del numero di prelievi al giorno, associato allo sviluppo di un sistema per il collegamento rapido tra aree diverse del magazzino a sua volta articolato in altezza per ottenere più spazio per lo stoccaggio dei pallet.

Nello specifico sono stati introdotti da Jungheinrich carrelli a guida automatica senza conducente (AGV), un magazzino automatico con 3 trasloelevatori, un pallettizzatore automatico in grado di comporre 50 strati/h, 12 magazzini verticali che sfruttano le altezze per lo stoccaggio dei pallet e scaffalature che consentono l'operatività di 5 navette shuttle tra 1.050 posti pallet [34].

Ingresso merce

I camion in arrivo dai fornitori vengono fatti accostare alla banchina di carico. Le pedane in entrata possono essere scaricate con carrelli a guida manuale o carrelli a guida autonoma come quelli descritti nel Paragrafo 4.2.1.1. Gli AGV, di cui un esempio è rappresentato in Figura 4.21, inforcano le pedane direttamente dal camion e le trasportano su un sistema di movimentazione automatico



Figura 4.21: AGV nel polo logistico CONAD [37]

I carrelli a guida autonoma implementati nel magazzino da Jungheinrich sono 2, coadiuvati da 200 carrelli tradizionali [37]. Le pedane vengono quindi trasportate su un sistema di movimentazione autonoma che, mediante un sistema di rulli e rotaie, le movimenta fino al

sistema di stoccaggio raffigurato in Figura 4.22. Quest'ultimo è un magazzino automatico dotato di 3 trasloelevatori come quello descritto nel Paragrafo 4.2.2, di tipo autoportante alto 32 metri con una capacità di stoccaggio di 8.900 UdC [36].



Figura 4.22: Veduta frontale di una corsia dotata di trasloelevatore [37]

Preparazione ordini

Come nel caso Coop precedentemente analizzato anche nel caso CONAD la fase di picking è ibrida, ma con un'automazione di grado maggiore.

Per quanto riguarda la fase di picking automatica, il magazzino è dotato di 52 postazioni dove le pedane vengono posizionate pronte per essere depallettizzate. La movimentazione delle pedane avviene in modo simile alla fase di stoccaggio: le UdC vengono portate alla zona di picking mediante un sistema di rulli e rotaie. L'apice della tecnologia di automazione è raggiunto dal pallettizzatore automatico raffigurato in Figura 4.23:



Figura 4.23: Pallettizzatore automatico [37]

Esso è in grado di decomporre le pedane intere in arrivo dal magazzino e formare nuove pedane miste secondo le logiche dettate dal sistema. Il picking, a differenza dei casi AMCAP e MOPS visti nel Paragrafo 4.2.3, non avviene a livello di singolo collo, ma a strati. Il pallettizzatore solleva ogni strato delle UdC nella zona di picking e compone la pedana mista ad una velocità media di 50 strati/ora. L'UdC ultimata viene messa in sicurezza mediante cellofan e portata nella banchina di carico dove sarà spedita verso il punto vendita.

Picking manuale

La fase di picking è gestita dal pallettizzatore automatico solamente per una frazione delle referenze (150) [36], ovvero quelle che si prestano maggiormente ad essere movimentate meccanicamente (tendenzialmente prodotti di grandi dimensioni non fragili come bevande e detersivi). Per tutte le altre referenze Jungheinrich è intervenuta nelle aree limitrofe al magazzino autoportante installando sei altri magazzini automatici verticali a piani traslanti raffigurati in Figura 4.24 per consentire un picking guidato mediante tecnologia pick-to-light.



Figura 4.24: Magazzini automatici verticali a piani traslanti [37]

Inoltre, è stata installata una vasta area per l'asservimento di canali multiprofondità oltre ai più tradizionali scaffali portapallet serviti da carrelli manuali [36].

Durante la preparazione di picking i magazzini verticali a piani traslanti ruotano per permettere all'operatore di prelevare i prodotti richiesti che vengono a loro volta collocati sulle scaffalature raffigurate nella Figura 4.22. Qui interviene un ulteriore operatore che mediante la tecnologia “pick-to-light” è in grado di prelevare il prodotto corretto e ultimare la preparazione. I colli, diversamente dal caso Dimar analizzato nel Capitolo 3, vengono collocati su roll metallici che verranno consegnati ai punti vendita.

Osservazioni finali

L'impatto della nuova struttura è stato importante su molte delle attività e ha prodotto risultati su diversi aspetti, dall'aumento dello spazio di magazzino con una soluzione automatica che ne sfrutta le altezze e conseguentemente ne ottimizza gli spazi, fino all'aumento della produttività ottenuto dall'ottimizzazione dei tempi garantita da un sistema di magazzino più rapido e preciso.

Come nel caso Coop si è optato per una tecnologia ibrida, seppur il grado di automazione nel caso in esame è superiore.

Il direttore Logistica di Conad del Tirreno Paolo Vadalà ha affermato che “Il nuovo hub di Montopoli a regime gestisce 65 milioni di colli all'anno, rispetto ai precedenti 43,5 milioni,

adottando soluzioni tra le più innovative e all'avanguardia per aumentare il livello di servizio, riducendo al contempo l'impatto sull'ambiente" [38].

4.4 Automazioni al caso Dimar

In questo paragrafo vengono ripercorsi i processi di magazzino del CeDi analizzati nel Capitolo 3 e, mediante un confronto con le automazioni disponibili sul mercato e i casi reali analizzati nei Paragrafi 4.2 e 4.3, sarà discusso come questi possano essere rivoluzionati in uno scenario di progettazione di un nuovo magazzino automatico.

4.4.1 Ingresso merce

Le operazioni di ordini ai fornitori rimarrebbero pressoché invariate. Infatti, le modalità analizzate nel Paragrafo 3.2.1 non dipendono dalle caratteristiche del magazzino, ma dalla domanda aggregata dei punti vendita serviti. Tuttavia, un eventuale ampliamento dei posti pallet disponibili potrebbe incidere sulla quantità di ordini speculativi effettuati dai buyer: essi non sarebbero più soggetti alle restrizioni imposte dalla limitazione di spazio dell'attuale magazzino, e potrebbero aumentare la quantità di merce acquistata a prezzi scontati sfruttando economie di scala.

Lo scarico della merce sulla banchina è il primo processo di magazzino con possibilità di automazione. Similmente a quanto descritto nel Paragrafo 4.3.3 nel caso Conad, attualmente sono disponibili sul mercato carrelli a guida autonoma commercializzati da Jungheinrich o da altre aziende di sistemi logistici, già descritti anche nel Paragrafo 4.2.1 sui sistemi di movimentazione autonomi.

Il transpallet automatizzato consente di prelevare dal camion due pedane contemporaneamente e spostarle sulla banchina. In questo modo tutta l'operazione di scarico potrebbe essere automatizzata. La merce scaricata deve dunque essere controllata secondo le modalità descritte nei Paragrafi 3.2.3 e 3.2.4 per evitare di immagazzinare prodotti errati e per verificare che il fornitore abbia effettuato consegne corrette. Tale processo non è automatizzabile con tecnologie analizzate in questo elaborato. Tuttavia, esistono sistemi di etichettatura che permettono di controllare la merce in ingresso senza possibilità di errore. Ad esempio, una possibile soluzione potrebbe essere quella di apporre un'etichetta RFID (Radio Frequency Identification) su ogni collo: facendo passare le pedane intere sotto portali appositi tutta la merce verrebbe registrata al sistema e non ci sarebbe bisogno dell'intervento umano. Tale soluzione, seppur tutt'ora ben implementata in settori diversi dalla grande distribuzione organizzata, sarebbe di difficile applicazione al

caso Dimar: le referenze trattate sono circa 14.000 e sarebbe necessario che tutti i fornitori si adeguassero a tale tecnologia.

4.4.2 Lo stoccaggio

Nel CeDi Dimar la movimentazione della merce avviene esclusivamente mediante pallet standard EUR. Nella progettazione di un magazzino automatico tale criterio deve essere rispettato nella fase di stoccaggio delle pedane intere in arrivo dai fornitori. Tuttavia, come precedentemente analizzato, nei magazzini automatici è possibile che le pedane vengano depallettizzate manualmente o da bracci meccanici. In questo modo è possibile gestire ed immagazzinare i singoli colli con diversi vantaggi sulle operazioni di picking.

La soluzione di automazione riguardante lo stoccaggio delle pedane in ingresso sarebbe dunque un magazzino autoportante verticale dotato di trasloelevatore come quello descritto nel Paragrafo 4.2.2. In Figura 4.25 viene raffigurato un esempio:



Figura 4.25: Magazzino automatico dotato di trasloelevatori [44]

I vantaggi introdotti da tale automazione sarebbero di vario tipo:

- Maggior controllo dello stoccaggio e dei flussi
- Ottimizzazione dello spazio
- Ottimizzazione dell'efficienza
- Minor utilizzo di personale con conseguente maggior sicurezza e minori costi del lavoro

- Eliminazione degli errori

Tuttavia, l'introduzione di un trasloelevatore porta con sé alcune criticità che necessitano di essere studiate in fase di progettazione. Come osservato nei casi COOP e CONAD nei Paragrafi 4.3.2 e 4.3.3, nella grande distribuzione organizzata non tutte le referenze si prestano bene ad essere trattate con questa tecnologia. È necessario stabilire quali siano i prodotti altorotanti e quali quelli che non necessitano di un'elevata efficienza di movimentazione. Per questa ragione il magazzino automatico potrebbe essere affiancato da un sistema di stoccaggio tradizionale simile a quello attuale descritto nel Paragrafo 3.2.7.

Per agevolare le operazioni di picking può essere introdotto un magazzino a gravità. Si tratta di una struttura in cui sono presenti degli scaffali dotati di rulliere in grado di far scivolare i carichi dalla posizione di deposito a quella di prelievo sfruttando, appunto, la forza di gravità. I prodotti che si prestano maggiormente ad essere movimentati con questa tecnologia sono quelli che non necessitano di essere depallettizzati, come i prodotti beverage e le pedane promozionali.

Tale tipologia di magazzino è detta dinamica e si differenzia dal magazzino tradizionale per la presenza di rulliere. Queste agevolano le operazioni di picking e aumentano l'efficienza in quanto contribuiscono a ridurre i tempi di movimentazione (e i costi legati ad essa). I carichi, infatti, si spostano da soli per effetto della forza di gravità dal punto di inserimento del carico fino a quello di prelievo. Lo scivolamento, sempre controllato attraverso un sistema di rulli frenanti, avviene in maniera rapida e sicura.

L'inclinazione delle rulliere si può personalizzare in funzione delle unità di carico e crea un dislivello del 3 o 4% nel caso dei pallet, mentre per i contenitori l'inclinazione può essere superiore.

Dal sistema di stoccaggio a gravità dipenderà anche la gestione delle merci e i criteri di rotazione. Le soluzioni dinamiche permettono di gestire flussi di merci FIFO o LIFO, aumentando la velocità delle operazioni di picking. Considerati questi aspetti, è possibile affermare che i sistemi a gravità sono idonei per lavorare con merci a media o alta rotazione [45].

Il dimensionamento delle strutture deve dunque essere studiato analizzando i flussi attuali delle singole referenze e al contempo stimando quale sia la crescita dell'azienda e dunque quali siano le necessità future.

4.4.3 La preparazione degli ordini

La fase di preparazione degli ordini è quella più sensibile alle automazioni introdotte dalla tecnologia, ovvero dove il grado di automazione può variare maggiormente.

Le tecnologie analizzate nel Paragrafo 4.2.3, il MOPS e l'AMCAP, sono quelle che presentano il grado maggiore di automazione. Esse sono entrambe applicabili al caso Dimar poiché operano mediante depallettizzazione e pallettizzazione di pedane. Sia l'AMCAP che il MOPS realizzano pedane miste nel contesto della grande distribuzione organizzata. In particolare, il MOPS consentirebbe di trattare fino al 95% delle referenze [31]. L'investimento per tali tecnologie sarebbe comunque oneroso: per il corretto funzionamento è necessario che la catena di preparazione dei pallet sia integrata. Il processo necessita di un depallettizzatore che deve essere alimentato con i pallet interi che vengono divisi nei singoli colli da un braccio meccanizzato. Tali colli necessitano di un sistema di stoccaggio separato e specifico per il sistema di preparazione. Dunque, deve essere realizzata una struttura apposita che consenta la movimentazione mediante nastri trasportatori o shuttle. Infine, è necessario un pallettizzatore per la preparazione delle pedane miste, come illustrato nel Paragrafo 4.2.3.

L'attuale ritmo medio di preparazione è di 150 colli/h per ogni operatore di magazzino, per una media di 7.000 colli preparati ogni ora. La tecnologia di pallettizzazione deve essere implementata tenendo conto di questi parametri, poiché ogni produttore di sistemi logistici utilizza soluzioni diverse con diverse prestazioni.

L'implementazione di tale sistema potrebbe non essere dunque conveniente rispetto all'utilizzo degli operatori; infatti, COOP e CONAD hanno optato per soluzioni con livelli di automazione minore.

Nel caso Dimar, similmente al caso CONAD, si potrebbe implementare una soluzione ibrida riguardante un gruppo ben definito di prodotti altorotanti e facilmente movimentabili (come prodotti beverage o nella latta). Per tali categorie merceologiche il sistema di pallettizzazione potrebbe essere semplificato: non sarebbe necessario uno stoccaggio a livello di singolo collo, poiché la fase di picking sarebbe effettuata da un braccio che preleverebbe direttamente gli strati delle pedane andando a comporre il pallet misto a strati come descritto nel Paragrafo 4.2.3.

Una possibile alternativa al depallettizzatore studiato nel caso CONAD sarebbe l'utilizzo dei magazzini a gravità per il picking. Tale soluzione ha un livello di automazione minore, ma sarebbe di più facile implementazione e non stravolgerebbe i processi attualmente in uso. I magazzini a gravità permettono all'operatore che effettua il picking di avere merce

sempre in presa secondo la logica FIFO. Infatti, tale tipologia di magazzino non necessita il rimpiazzamento del pallet vuoto con quello nuovo, eliminando di fatto il ruolo dei carrellisti analizzato nel Paragrafo 3.3.4. Tale sistema sarebbe alimentato da un meccanismo di trasporto pallet rifornito direttamente dalle pedane in arrivo dai fornitori. Per concludere, anche nel caso del picking, dunque, non esiste una soluzione universale di automazione relativa alla grande distribuzione organizzata, ma ogni azienda può scegliere il grado di innovazione in base ai propri flussi di magazzino e in base all'investimento che intende realizzare. La scelta deve essere effettuata in accordo con le aziende produttrici di sistemi logistici dopo un'attenta analisi economica del ritorno dell'investimento.

4.4.4 Il layout

Alla luce dello stato attuale delle tecnologie riguardanti le automazioni di magazzino della grande distribuzione organizzata, l'azienda Metalsistem ha realizzato un layout preliminare di quella che potrebbe essere la disposizione degli impianti di stoccaggio e movimentazione implementabili nel nuovo magazzino Dimar. Metalsistem è un'azienda fornitrice di scaffalature e sistemi di automazione che ha realizzato il progetto inserito nell'Allegato 2, da considerarsi come idea preliminare di layout di magazzino e scelta di automazioni.

Le scelte di tale azienda sono coerenti con le ipotesi effettuate in questo elaborato, e rappresentano una delle possibili soluzioni relative al centro di distribuzione Dimar futuro.

Analizzando l'Allegato si può osservare come siano progettato quattro diverse aree:

- *Impianto di stoccaggio dotato di trasloelevatore*: esso rappresenta il polmone dell'azienda. Disposto su un'altezza di circa 16 metri il suo funzionamento è quello descritto nel Paragrafo 4.2.2. Il suo compito è quello di rifornire l'impianto di picking e il magazzino a gravità mediante un sistema di navette su rotaie, rappresentato come un anello nella parte bassa del layout dell'Allegato 2.
- *Impianto di picking*: pensato per svilupparsi su più piani è la zona in cui gli operatori possono preparare le pedane muovendosi con un carrello elevatore all'interno di esso. L'impianto prevede un sistema di alimentazione di pallet che preleva le pedane intere fornitegli dal trasloelevatore mediante navette movimentate su rotaie, come quelle illustrate nel Paragrafo 4.2.1. Tali pedane vanno ad alimentare le scaffalature a gravità secondo una logica FIFO. Il magazzino è dotato di ascensori e di navette che si muovono longitudinalmente per trasportare le

pedane nelle scaffalature assegnate. La fase di picking viene svolta dagli operatori secondo le modalità descritte nel Paragrafo 3.3.3. Una volta completata, la pedana viene messa in sicurezza mediante cellofan in postazioni apposite e trasportata mediante un sistema di discensori e navette alle baie di carico, pronta per essere spedita ai punti vendita.

- *Impianto a gravità*: si tratta di un magazzino a gravità studiato per la gestione delle pedane intere monoreferenza che non devono subire operazioni di depallettizzazione. Il meccanismo di alimentazione è automatizzato: similmente a come avviene per il magazzino di picking, un sistema di navette ed ascensori trasporta le pedane nella locazione prestabilita; qui vengono inserite in un tunnel di lunghezza variabile, che per gravità fa scendere le pedane nella parte di prelievo. A seconda della lunghezza del tunnel può essere stoccato un numero diverso di pedane per ogni referenza. Quando il sistema effettua la richiesta di prelievo i pallet vengono portati automaticamente alle bocche di uscita e posizionate sulla banchina di carico. Questa soluzione offre alti livelli di automazione con un investimento economico relativamente basso; inoltre, è in grado di movimentare fino a 2.500 pallet in una giornata lavorativa di 8 ore. Di contro, un magazzino a gravità di questo tipo è utilizzabile solamente per le pedane che non devono essere sottoposte ad operazione di picking, e che rappresentano solo il 25% dei volumi attualmente movimentati nel CeDi Dimar.
- *Magazzino portapallet*: l'ultima area, collocata a destra del layout, rappresenta la parte di scaffalatura tradizionale. Essa è di fondamentale importanza perché permette di trattare tutte le referenze che non si prestano ad essere movimentate mediante le automazioni, poiché ruotano molto lentamente e congestionerebbero il magazzino

In conclusione, il layout proposto da Metalsistem è coerente con ciò che emerso dallo studio delle automazioni di magazzino effettuato in questo elaborato. È risultato chiaro che non tutte le referenze si prestano ad essere trattate con lo stesso tipo di impianto, in particolar modo in un contesto come quello della grande distribuzione organizzata dove le referenze trattate sono migliaia. Inoltre, dal layout proposto da Metalsistem si può osservare come sia stato scelto un basso grado di automazione, indice del fatto che alcune delle tecnologie più recenti, come quelle di pallettizzazioni completamente automatizzate, sono state considerate ancora “acerbe” se applicate in un contesto complesso come quello in esame.

5. CONCLUSIONI

Nel presente capitolo vengono esposti i vantaggi relativi all'analisi svolta e le relative implicazioni. Conseguentemente, vengono descritte le limitazioni e gli sviluppi futuri del lavoro effettuato.

5.1 Benefici del lavoro di tesi

Il lavoro di tesi ha permesso uno studio approfondito del mercato delle automazioni di magazzino finalizzato ad ipotizzare quali di queste siano maggiormente adatte all'implementazione in un nuovo centro di distribuzione automatizzato per il caso Dimar, azienda della GDO che tutt'ora opera con un magazzino tradizionale. Per raggiungere tale scopo sono stati analizzati i processi del centro di distribuzione attuale: in questo modo è stato possibile individuare le criticità e i punti chiave che contraddistinguono ognuna delle fasi del magazzino: ingresso merce, preparazione degli ordini e uscita merce.

Alla luce dell'imminente progetto di costruzione del centro di distribuzione automatizzato, si è analizzata la situazione odierna delle tecnologie disponibili. L'analisi del mercato attuale ha permesso di comprendere quali possano essere gli sviluppi del settore e quali siano i vantaggi e le criticità che ci si aspetta di ottenere con la realizzazione di un progetto di questo tipo.

Il lavoro di tesi ha permesso inoltre di analizzare e schematizzare le principali offerte tecnologiche di automazioni riguardanti la grande distribuzione organizzata. Esse possono essere catalogate in sistemi di movimentazione, sistemi di stoccaggio automatico, sistemi di picking e sistemi di pallettizing. Ognuna di queste categorie presenta soluzioni con diversi gradi di innovazione e soprattutto diversi gradi di automazione. La comprensione delle tecnologie è la base per effettuare una scelta oculata riguardo quali debbano essere implementate in nuovo magazzino automatizzato. Ogni soluzione si adatta maggiormente a determinati contesti, per cui è di fondamentale importanza stabilire con certezza la portata dei flussi di merce che devono essere movimentati, con uno sguardo alle possibilità di ampliamento future.

Per chiarire maggiormente la situazione attuale delle automazioni di magazzino applicate alla grande distribuzione organizzata in Italia sono stati analizzati due casi reali: il centro di distribuzione COOP di Prato e quello CONAD di Montopoli Val D'Arno.

Il risultato in entrambi i casi è stata la ricerca del miglior compromesso tra costo d'impianto e costo d'esercizio. Entrambe le aziende hanno optato per una soluzione ibrida:

l'area di magazzino automatizzato è affiancata da un'area con scaffalature tradizionali in cui si opera con la metodologia standard descritta nel magazzino attuale Dimar. Le cause di tale scelta sono da ricercare in più fattori: dalla convenienza economica della costruzione di un polo logistico completamente automatizzato o completamente tradizionale non ottimale alla necessità di diverse lavorazioni dovute alla varietà dei prodotti. La grande distribuzione tratta, infatti, migliaia di referenze (circa 14.000 nel caso Dimar), da cui scaturiscono esigenze di movimentazione diverse. Prodotti pesanti e ingombranti come beverage o detersivi si prestano molto bene ad essere movimentati da macchinari automatici, mentre per i colli più piccoli detti di minuteria è necessario un approccio meno meccanizzato e più umano.

Alla luce di queste considerazioni è stato pensato come un futuro magazzino automatico Dimar si possa sviluppare, dall'ingresso merce alla preparazione delle pedane miste, dirette verso i punti vendita. Dall'analisi eseguita nel lavoro di tesi è risultato che un approccio ottimale si può individuare in una tecnologia ibrida, che permetta di snellire gli attuali processi lasciandone inalterata l'ossatura, e che consenta la rimozione dei compiti più gravosi sul personale e a minor valore aggiunto, come lo stoccaggio intensivo e la movimentazione delle pedane su lunghe distanze. Tali considerazioni sono coerenti con l'analisi effettuata da Techbau, azienda di Engineering & Construction che, in collaborazione con Metalsistem, ha realizzato per Dimar uno studio preliminare riguardante il layout che il magazzino automatizzato potrà avere.

5.2 Limiti del lavoro di tesi

Il lavoro di tesi ha messo in evidenza alcune problematiche principalmente inerenti alle automazioni di magazzino.

Dal punto di vista economico non è facile ottenere le valutazioni degli investimenti in automazioni, e le motivazioni sono principalmente due. La prima si può individuare nel fatto che le ripercussioni che le automazioni di magazzino hanno su tutti i processi di un centro di distribuzione rendono molto arduo quantificare il ritorno dell'investimento prima di aver implementato effettivamente la soluzione. La seconda risiede nella mancanza di documentazione: le aziende che scelgono di innovare il magazzino non pubblicano i dati privati sulla propria efficienza e sul ritorno economico registrato. Tali documenti sono infatti altamente confidenziali e non è possibile accedervi se non entrando in contatto direttamente con l'azienda interessata.

Infine, la gran varietà di soluzioni implementabili, rende molto arduo il compito di una scelta dell'automazione "migliore". Di fatto, è impossibile stabilire con certezza quale sia il grado di automazione ottimale e quale l'investimento economico ottimo. Per avvicinarsi a tale soluzione è necessaria un'ampia conoscenza dei flussi del magazzino combinata alla conoscenza delle tecnologie attuali e dei vantaggi derivabili da queste. La scelta delle automazioni e il loro dimensionamento con conseguente realizzazione di un layout richiedono conoscenze derivanti dall'esperienza delle aziende operanti nel settore.

5.3 Prossimi passi

L'analisi effettuata nel lavoro di tesi costituisce la base di conoscenze necessaria alla progettazione di dettaglio di un magazzino automatizzato per il caso Dimar.

Per il dimensionamento delle strutture di magazzino vanno quantificati i flussi delle categorie merceologiche e l'utilizzo attuale dei posti pallet, già in parte analizzati nel Capitolo 3. È importante comprendere quali siano i prodotti che maggiormente vengono movimentati e che quindi si prestano maggiormente all'utilizzo di automazioni di magazzino: per conoscere tali dati si deve analizzare il resoconto logistico presente nel sistema informativo Dimar, ovvero Linfa.

Con le competenze congiunte del responsabile logistica Dimar e dell'azienda che verrà scelta per la realizzazione delle soluzioni di automazione si deve determinare il livello di innovazione migliore, nonché quali siano le tecnologie più adatte al *modus operandi* che si intende avere nella gestione futura.

Affinché il dimensionamento di tutte le strutture del nuovo magazzino sia corretto, è necessario effettuare una stima dei flussi futuri, tenendo conto della possibile espansione dell'azienda sul territorio.

Infine, la realizzazione di un magazzino automatico è un investimento molto oneroso che richiede dunque un'analisi accurata. Nel prossimo futuro verranno valutati i benefici economici di lungo periodo e i costi relativi alla realizzazione e alla manutenzione del progetto, stabilendo la fattibilità economica di quest'importante innovazione.

BIBLIOGRAFIA

Area Studi Mediobanca, 2021 Osservatorio sulla Gdo italiana alimentare e i maggiori operatori stranieri

Baker P. 2004, "The adoption of innovative warehouse equipment", Logistics Research Network 2004, pp. 25-35

Baker P. and Halim Z., 2007, "An Exploration of Warehouse Automation Implementations: Cost, Service and Flexibility Issues." Supply Chain Management 12.2, Vol. 12 No. 2, pp. 129-138.

Carlin A., 2020, Supply Chain Management, Corso di laurea magistrale in ingegneria gestionale, Politecnico di Torino

Chetverikov D. and Svirko D., 2002, "The Trimmes Iterative Closest Point algorithm," Proc. of 16th Int. Conf. on Pattern Recognition, Vol.3, pp. 545-548

LogisticsIQ, 2020, Warehouse Automation Market, St. Louis, Stati Uniti disponibile al link <https://www.thelogisticsiq.com/research/warehouse-automation-market/>

Luscia G. et al., 2014, La logistica per la creazione di valore nella filiera del largo consumo, ECR Italy Efficient Consumer Response, disponibile al link https://gs1it.org/content/public/46/e6/46e65baf-6bbf-4a01-a304-929a7d6899b3/logistica_creazione_valore_filiera.pdf

Melacini M, 2019, Il giusto compromesso tra tradizione e automazione, Corso in Logistics Management, Politecnico di Milano

Metelli M., 2010, Lo scenario evolutivo della grande distribuzione organizzata in Italia, Tesi di Laurea Triennale, Facoltà di Architettura, Politecnico di Milano

Naish, S. and Baker, P. 2004, "Materials handling: fulfilling the promises", Logistics and Transport Focus, Vol. 6 No. 1, pp. 18-26.

Rusinkiewicz S. and Levoy M., 2001 "Efficient Variants of the ICP Algorithm," Proc. of 3rd Int. Conf. on 3D Digital Imaging and Modeling

Tieri E., Gamba A., 2009, La grande distribuzione organizzata in Italia, Funzione studi del Banco Popolare, disponibile al link

[https://uploads-](https://uploads-ssl.webflow.com/60181b1ef9d0c0019aa8dc5e/603fad15ac85d867298b2764_gdo-wp.pdf)

[ssl.webflow.com/60181b1ef9d0c0019aa8dc5e/603fad15ac85d867298b2764_gdo-wp.pdf](https://uploads-ssl.webflow.com/60181b1ef9d0c0019aa8dc5e/603fad15ac85d867298b2764_gdo-wp.pdf)

Viviano E. et al., 2012, La grande distribuzione organizzata e l'industria alimentare in Italia, Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) N. 119, Banca d'Italia disponibile al link

https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2012-0119/QEF_119.pdf

Yukiyasu D., 2018, Recent Trends in the Research of Industrial Robots and Future Outlook, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Ibaraki 305-8560, Japan, 4 Dicembre

SITOGRAFIA

- [1] <https://robertcutty.com/supermercati-storia-delle-loro-origini>
- [2] <https://it.wikipedia.org/wiki/Carrefour>
- [3] <https://st.ilsole24ore.com/art/SoleOnLine4/Tempo%20libero%20e%20Cultura/2008/11/storie-storia-nasce-supermarket.shtml>
- [4] <https://www.doxee.com/it/blog/customer-experience/la-gdo-definizione-distinzioni-e-prospettive-nel-retail/>
- [5] <https://knappily.com/onthisday/september-6-1916-piggly-wiggly-the-first-supermarket-is-open-982>
- [6] https://www.esselungajob.it/content/Storia/?locale=it_IT
- [7] <https://www.fruitbookmagazine.it/gdo-lanalisi-di-mediobanca-2021-campioni-di-utili-esselunga-eurospin-e-conad/>
- [8] https://it.wikipedia.org/wiki/Risk_pooling
- [9] <https://www.dimar.it/chi-siamo>
- [10] <https://www.selexgc.it/it/il-gruppo>
- [11] <https://www.selexgc.it/it/rete-vendita>
- [12] <https://www.dimar.it/chi-siamo?handle=2dfc3b00-c9fe-4d99-bdea-0f7ff2f66ccf>
- [13] <https://www.dimar.it/mediaObject/dimar/Sito-dimar/dimarspa/Rapporto-annuale/Rapporto-annuale-2020/original/Rapporto+annuale+2020.pdf>
- [14] <https://www.google.it/maps/preview>
- [15] <https://www.cefapservice.it/pallet-e-spedizioni-i-consigli-utili-per-un-imballaggio-perfetto/>
- [16] <https://www.orzicarrellielevatori.com/wp-content/uploads/2015/10/img1.jpg>
- [17] <https://www.rollawaycontainer.it/bancali-epal-europallet.html>
- [18] <https://www.mecalux.it/blog/punto-di-riordino>

- [19] <https://www.roboticsbusinessreview.com/wp-content/uploads/2019/10/RiseOfTheWarehouseRobots-LogisticsIQ.pdf>
- [20] <https://www.thelogisticsiq.com/research/warehouse-automation-market/>
- [21] <https://www.redhat.com/it/topics/automation#:~:text=Perch%C3%A9%20automatizzare%3F,energia%20che%20dedicherai%20all'innovazione.>
- [22] <https://www.systemlogistics.com/ita/soluzioni-e-progetti/sistemi-di-movimentazione-e-trasporto-materiali>
- [23] <https://www.kubesistemi.it/sistemi-di-picking-tipologie-e-ottimizzazione-del-prelievo-merci/>
- [24] <https://www.systemlogistics.com/ita/soluzioni-e-progetti/as-rs-sistemi-automatizzati-di-stoccaggio>
- [25] <https://www.alumotion.eu/2018/12/agv-e-lgv/>
- [26] <https://www.systemlogistics.com/ita/soluzioni-e-progetti/agv-automated-guided-vehicles>
- [27] <https://www.gbo-group.com/complete-lines-and-intralogistic/automated-storage-system/system-vehicle-loop-svl>
- [28] <https://www.thelogisticsiq.com/research/warehouse-automation-market/>
- [29] <https://www.dematic.com/it-it/prodotti/panoramica-dei-prodotti/palletizzazione-e-depalletizzazione/palletizzazione-e-depalletizzazione-ergonomiche/>
- [30] <https://www.youtube.com/watch?v=aB9T-I7Fh7U>
- [31] <https://www.systemlogistics.com/ita/soluzioni-e-progetti/soluzioni-di-picking>
- [32] <https://www.youtube.com/watch?v=xvXwtXS5tYE>
- [33] <https://www.systemlogistics.com/ita/soluzioni-e-progetti/as-rs-sistemi-automatizzati-di-stoccaggio>

- [34] <https://www.jungheinrich.it/soluzioni/referenze/automazione-di-successo-presso-conad-nord-ovest-747026>
- [35] <https://www.gdoweeek.it/conad-del-tirreno-rinnova-il-polo-logistico-di-montopoli/>
- [36] <https://www.ilgiornaledellalogistica.it/news/aziende/jungheinrich-firma-magazzino-automatico-autoportante-presso-centro-logistico-conad-del-tirreno-montopoli/>
- [37] <https://www.youtube.com/watch?v=TOQZubJvxWA>
- [38] <https://www.puntovendita.info/Retail/conad-tirreno-polo-logistico-montopoli.html>
- [39] <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/magazzino/miniload.html>
- [40] https://quadrivium.it/pick-to-light/?gclid=CjwKCAjw8sCRBhA6EiwA6_IF4UqeZsssZQoWNIgnrsRBVAXA278SkMI d84U3U43D6bND5DVpBwMAMhoCal8QAvD_BwE
- [41] <https://www.youtube.com/watch?v=j-qi7XPVfU4>
- [42] <https://www.lista.com/it/glossario/termini-general/magazzino-automatico-verticale.html>
- [43] <https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/amazon-e-lintelligenza-artificiale-un-rapporto-di-luci-e-ombre/>
- [44] <http://www.sacmaspa.com/sacma.php?s=197>
- [45] <https://www.mecalux.it/blog/magazzino-a-gravita>