



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI TECNICA E GESTIONE DEI SISTEMI INDUSTRIALI
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**MAPPATURA E DIMENSIONAMENTO
DEL CARICO DI LAVORO
DEL CENTRO DI DISTRIBUZIONE -
CASO LOWARA SRL**

Relatore

Prof. Alessandro Persona

Correlatore

Ing. Lara Giuliani Paiaro

Laureando

Alessandro Casalatina

2122749

Anno Accademico 2023/2024

A Giovanna, mamma e papà

Sommario

L'elaborato si concentra sul tema della logistica aziendale, con particolare attenzione alle operazioni svolte all'interno di un Centro di Distribuzione.

Nella prima parte, viene presentata una panoramica generale di *Lowara Srl*, l'azienda presso cui ho svolto il tirocinio, seguita da un'analisi approfondita del funzionamento e della gestione di un Centro di Distribuzione.

Questa sezione offre una visione complessiva delle diverse fasi e delle modalità operative adottabili, dall'inbound della merce fino alla fase di spedizione. Vengono illustrate in dettaglio le attività di *picking* e *packing*, processi fondamentali per garantire l'efficienza operativa della logistica aziendale.

La parte centrale dell'elaborato è dedicata al progetto realizzato presso *Lowara Srl*. Avviato all'inizio del 2024, il progetto rispondeva all'esigenza dell'azienda di implementare un programma all'interno del gestionale in grado di calcolare il carico di lavoro delle righe d'ordine da evadere, al fine di ottimizzare l'organizzazione delle risorse disponibili in magazzino. L'obiettivo principale è stato il dimensionamento del carico di lavoro associato alle attività di *picking* e *packing*.

Il progetto ha seguito un approccio strutturato, iniziando con uno studio approfondito dei processi esistenti e proseguendo con la mappatura delle attività attraverso il software *Klaxoon*. Questa fase ha permesso di raccogliere dati sui tempi di esecuzione dei *task*. In un secondo momento, sono stati identificati dei coefficienti che hanno permesso di assegnare il tempo necessario per svolgere ciascuna attività a una singola riga d'ordine.

La conclusione del progetto ha visto la collaborazione con il reparto IT dell'azienda per sviluppare un programma che visualizza il carico di lavoro, in termini orari, per ogni riga d'ordine da spedire. Attualmente, questo strumento viene utilizzato dai responsabili del magazzino per garantire una corretta assegnazione delle risorse necessarie all'evasione degli ordini previsti per la giornata. Inoltre, il programma è impiegato dai dipendenti dell'ufficio per gestire in modo efficiente l'organizzazione degli ordini in entrata.

In sintesi, l'elaborato contribuisce alla comprensione e all'ottimizzazione delle operazioni logistiche in un contesto aziendale, dimostrando come un approccio analitico e l'uso di strumenti informatici possano migliorare l'efficienza e la gestione delle risorse in un Centro di Distribuzione.

Indice

Lista delle immagini	V
Lista delle tabelle	IX
Introduzione	1
1. Lowara, a Xylem Brand.....	3
1.1. La storia dell'azienda	3
1.2. Xylem Group.....	6
1.3. Vision, Mission e Core Values.....	9
1.3.1. Vision.....	9
1.3.2. Mission.....	10
1.3.3. Core Values.....	10
1.4. Prodotti Lowara e campi di applicazione.....	11
1.4.1. Elettropompe di superficie	11
1.4.2. Pompe di circolazione.....	12
1.4.3. Pompe sommergibili per drenaggio e fognature	13
1.4.4. Pompe sommerse	14
1.4.5. Gruppi di pressione	15
1.4.6. Smart Pumps	16
1.4.7. Accessori per pompe.....	17
1.4.8. Quadri di comando e di controllo.....	18
1.5. Layout di stabilimento e Organizzazione aziendale	19
1.5.1. Layout di stabilimento.....	19
1.5.2. Organizzazione aziendale	20
1.6. Core Technologies.....	23
2. Gestione Logistica Aziendale: Analisi dei Centri di Distribuzione e delle Loro Attività Chiave.....	25
2.1. Introduzione al Centro di Distribuzione.....	26
2.1.1 Definizione e ruolo nel processo logistico	26
2.1.2 Obiettivi e funzioni principali	27
2.2. Struttura e Organizzazione di un Centro di Distribuzione.....	28
2.2.1. Layout fisico	29

2.2.2. Tecnologie e sistemi utilizzati.....	31
2.3. Processo di Ricezione delle Merci.....	33
2.3.1. Flusso delle merci in entrata	33
2.3.2. <i>Inbound</i> vs <i>Outbound</i>	35
2.3.3. Controllo qualità e verifica dei quantitativi.....	37
2.4. Attività di Stoccaggio e Gestione degli Stock.....	38
2.4.1. Tipologie di stoccaggio.....	38
2.4.2. Tipologie di scaffalature	39
2.4.3. Gestione degli Stock	42
2.5. Picking delle Merci.....	43
2.5.1. Definizione e importanza dell'attività di <i>picking</i>	43
2.5.2. Metodi di <i>picking</i>	44
2.5.3. Tecnologie e strumenti per il <i>picking</i>	47
2.6. Packing e Preparazione degli Ordini.....	53
2.6.1. Ruolo del <i>packing</i> nel processo logistico.....	53
2.6.2. Tipologie di imballaggio.....	54
2.6.3. Macchine per l'imballaggio	58
2.7. Analisi della letteratura	63
3. Caso Lowara: Define.....	67
3.1. Problem Statement	68
3.2. Goal Statement.....	69
3.3. Contesto di Analisi del Progetto: Centro di Distribuzione (IDC).....	69
3.4. Aree In/Out of Scope del Progetto.....	76
3.5. SIPOC	77
3.6. Customer Requirements (CTQs).....	78
3.7. Stakeholder Plan	80
4. Caso Lowara: Measure	83
4.1. Mappatura dei Processi.....	83
4.1.1. Processo di <i>picking</i>	84
4.1.2. Processo di <i>packing</i>	91
4.1.3. Processo di <i>carico</i>	96
4.1.4. Identificazione <i>Attività extra</i>	97

4.2. Rilevazione Tempi.....	103
4.3. Calcolo <i>Tempo Ciclo</i> del Processo di <i>Picking</i>	104
4.3.1. Raccolta dati <i>Picking</i>	113
4.4. L Matrix for Y e Data Collection Plan.....	114
5. Caso Lowara: Analyse e Improve	117
5.1. Analisi <i>Causa Radice (X): Ishikawa e 5 Whys</i>	117
5.2. Individuazione Contromisure e Piano di Implementazione.....	119
5.3. Creazione <i>database Access</i>	120
5.4. Definizione Regole di Attivazione delle <i>Attività extra</i>	122
5.5. Stima Coefficienti per riportare i tempi alla riga d'ordine.....	126
5.6. Definizione Tempi	130
5.7. Implementazione strumento	134
5.7.1. Verifica dell'accuratezza dello strumento.....	138
6. Caso Lowara: Next Steps	141
6.1. Integrazioni e Sviluppi futuri dello strumento	141
6.2. Progetto SPOC	144
6.3. Risultati e Benefici conseguiti	145
Bibliografia e Sitografia	147
Ringraziamenti.....	149

Lista delle immagini

Figura 1.1: *Logo di Lowara S.r.l Unipersonale*

Figura 1.2: *Hydrovar*

Figura 1.3: *Logo di Xylem Inc.*

Figura 1.4: *Brand del gruppo Xylem*

Figura 1.5: *Campi d'applicazione dei prodotti Xylem (a)*

Figura 1.6: *Campi d'applicazione dei prodotti Xylem (b)*

Figura 1.7: *Ciclo dell'acqua in Xylem*

Figura 1.8: *Ospedale Beatriz Ângelo, Lisbona*

Figura 1.9: *Burj Khalifa, Dubai*

Figura 1.10: *Stakeholder di Xylem*

Figura 1.11: *Pompa CA*

Figura 1.12: *Ecocirc*

Figura 1.13: *Pompa DOC*

Figura 1.14: *Pompa SCUBA*

Figura 1.15: *Gruppo di pressione serie GS*

Figura 1.16: *Smart Pumps*

Figura 1.17: *GENYO Sistema di controllo e protezione per pompa elettrica*

Figura 1.18: *HYDROVAR*

Figura 1.19: *Q-smart Quadro di controllo per pompe monofase*

Figura 1.20: *Stabilimento Lowara visto dall'alto*

Figura 1.21: *Struttura organizzativa del reparto produttivo*

Figura 1.22: *Suddivisione per SUB-CFU*

Figura 2.1: *Logistica nella Supply Chain*

Figura 2.2: *Interno di un Centro di Distribuzione*

Figura 2.3: *Esempio di Layout di un Centro di Distribuzione*

Figura 2.4: *Integrazione WMS con attività logistiche*

Figura 2.5: *Fasi del processo di Inbound*

Figura 2.6: *Fasi del processo di Outbound*

Figura 2.7: *Attività di ricezione merce all'interno di un magazzino*

Figura 2.8: *Esempio di scaffalature compattabili e scaffalature portapallet*

Figura 2.9: *Esempio di sistemi per lo stoccaggio estensivo*

Figura 2.10: *Esempio di scaffalature cantilever*

Figura 2.11: *Attività di picking*

Figura 2.12: *RFID nell'attività di picking*

Figura 2.13: *Voice Picking*

Figura 2.14: *Pick-to-Light*

Figura 2.15: *Esempio di Picking Station*

Figura 2.16: *Esempio di Picking Cart*

Figura 2.17: *Picking Cart con AMR integrato*

Figura 2.18: *Imballo primario, secondario e terziario*

Figura 2.19: *Esempi e dimensioni degli imballaggi modulari in relazione all'europallet*

Figura 2.20: *Cuscini ad aria e carta da imballaggio utilizzati per proteggere i prodotti*

Figura 2.21: *Macchina per riempitivi ad aria*

Figura 2.22: *Sistema di imballaggio a carta avanzato*

Figura 2.23: *Macchina nastratrice*

Figura 2.24: *Reggiatrice semiautomatica*

Figura 2.25: *Macchina filmatrice*

Figura 2.26: *Termo-confezionatrice a campana*

Figura 2.27: *Saldatrice semiautomatica*

Figura 2.28: *Mappa concettuale "picking"*

Figura 2.29: *Mappa concettuale "packing"*

Figura 3.1: *Andamento errore % giornaliero nel 2023*

Figura 3.2: *Struttura organizzativa del Centro di Distribuzione*

Figura 3.3: *Layout MM2 e IDC*

Figura 3.4: *Layout corsia area di stoccaggio prodotto finito*

Figura 3.5: *Mappatura del picking a quantità e svuotamento*

Figura 3.6: *Suddivisione area di scambio 888888*

Figura 3.7: *Packing "contestuale" vs "non contestuale"*

Figura 3.8: *Macroaree del Centro di Distribuzione*

Figura 3.9: *Tipologie di carrelli utilizzati in magazzino*

Figura 3.10: *Analisi SIPOC*

Figura 3.11: *Customer Requirements (CTQs)*

Figura 3.12: *Prioritizzazione dei Customer Requirements (CTQs)*

Figura 3.13: *Stakeholder Plan*

Figura 3.14: *Piano di implementazione delle contromisure*

Figura 4.1: *Aree di interesse per l'attività di picking*

Figura 4.2: *Picking list*

Figura 4.3: *Stendino contenente le liste di prelievo*

Figura 4.4: *Area di scambio "888888"*

Figura 4.5: *Macro-attività del processo di picking a quantità*

Figura 4.6: *Macro-attività del processo di picking a svuotamento*

Figura 4.7: *Area NORD*

Figura 4.8: *Mappatura Klaxoon dell'attività di picking*

Figura 4.9: *Area dedicata all'attività di packing*

Figura 4.10: *Collo preparato al packing contestuale*

Figura 4.11: *Collo preparato al packing non contestuale*

Figura 4.12: *Mappatura Klaxoon dell'attività di packing*

Figura 4.13: *Prodotto stoccato in NORD50 pronto per essere spedito*

Figura 4.14: *Etichetta prodotto finito*

Figura 4.15: *Prodotto finito già imballato*

Figura 4.16: *Documentazione attaccata al collo da spedire*

Figura 4.17: *Procedura per la costruzione delle gabbia*

Figura 4.18: *"Scheda imballo Fitok"*

Figura 4.19: *"Schema di carico"*

Figura 4.20: *File Excel per la rilevazione dei tempi*

Figura 4.21: *Scomposizione layout del magazzino*

Figura 4.22: *Procedure di calcolo per definire "T_Loc_1"*

Figura 4.23: *Matrice costruita per definire "T_Loc_2"*

Figura 4.24: *Matrice costruita per definire "T_Loc_3"*

Figura 4.25: *Ciclo con ipotesi 1*

Figura 4.26: *Ciclo con ipotesi 2*

Figura 4.27: *Ciclo con ipotesi 3*

Figura 4.28: *Passaggi per calcolo del tempo ciclo*

Figura 4.29: *Raccolta dati picking*

Figura 4.30: *Data Collection Plan (errore percentuale giornaliero)*

Figura 4.31: *Data Collection Plan (su base mensile)*

Figura 5.1: *Diagramma di Ishikawa*

Figura 5.2: *Database Access LOR335PFA*

Figura 5.3: *Colonne nel database relative alle attività extra*

Figura 5.4: *Lista delle frequenze definite in fase di mappatura*

Figura 5.5: *Dati raccolti per il calcolo dei coefficienti*

Figura 5.6: *Query utilizzate per la determinazione dei valori per calcolare i coefficienti*

Figura 5.7: *Coefficienti individuati*

Figura 5.8: *Relazione tempi standard e tempi attività extra*

Figura 5.9: *Colonne identificative dei tempi di esecuzione delle attività*

Figura 5.10: *Programma di supporto per le tempistiche di picking LOR302*

Figura 5.11: *Dashboard LOR335*

Figura 5.12: *Confronto tempi del picking*

Figura 5.13: *Confronto tempi del packing*

Figura 6.1: *Gantt rappresentativo dei next step da integrare nello strumento*

Lista delle tabelle

Tabella 2.1: *Tabella riassuntiva dell'analisi della letteratura sul picking*

Tabella 2.2: *Tabella riassuntiva dell'analisi della letteratura sul packing*

Tabella 5.1: *Campi database Access LOR335PFA*

Introduzione

In questo progetto vengono descritte le attività svolte al fine di realizzare uno strumento, da integrare all'interno del gestionale aziendale, in grado di quantificare il carico di lavoro all'interno del Centro di Distribuzione dell'azienda *Lowara Srl*.

L'obiettivo del progetto è stato quello di riuscire ad assegnare un tempo preciso a ciascuna riga d'ordine da evadere, riuscendo quindi a valutare le caratteristiche specifiche di ciascuna riga, le quali vanno ad impattare in modo diretto sulle attività svolte durante le fasi di *picking*, *packing* e *carico* dei prodotti all'interno dei mezzi di trasporto.

Nel dettaglio, lo sviluppo del seguente progetto ha previsto le seguenti fasi:

- Mappatura dei processi svolti all'interno del Centro di Distribuzione
- Identificazione dei processi *standard* e delle *attività extra* svolte in determinate condizioni
- Attività di rilevazione dei tempi dei *task* individuati
- Identificazione dei *coefficienti* per ponderare i tempi rilevati in termini di singola riga d'ordine
- Creazione di un *database Access* contenente tutte le righe d'ordine passate e quelle future da evadere
- Implementazione dei tempi di esecuzione delle attività all'interno del *database* creato
- Integrazione dell'informazione dei tempi di lavorazione all'interno di programmi presenti nel gestionale aziendale

Attraverso i passaggi sopradescritti è stato possibile raggiungere l'obiettivo prefissato e permettere quindi una gestione più accurata e semplificata della forza lavoro all'interno del Centro di Distribuzione. Grazie allo strumento creato è infatti possibile definire il numero accurato di personale operativo necessario per riuscire ad evadere le righe d'ordine previste nella giornata.

1. *Lowara*, a *Xylem* Brand

Il primo capitolo della seguente tesi di laurea è dedicato alla presentazione dell'azienda *Lowara S.r.l.*, struttura presso la quale è stato svolto il tirocinio curricolare previsto nel percorso di studi. Nel dettaglio, verrà presentata la storia del marchio *Lowara S.r.l.* e come esso sia stato poi integrato all'interno del gruppo multinazionale *Xylem Inc.*.

Verranno descritte la missione, la visione e i “*core values*” che guidano l'azienda nel suo operare internazionale.

Successivamente, verrà presentato lo stabilimento produttivo di Montecchio Maggiore (Vicenza, VI), con analisi dei prodotti finiti a marchio *Lowara* e i principali utilizzi e campi di applicazione degli stessi. Si analizzeranno, anche, le “*Core Technologies*” distintive del marchio *Lowara*, che rendono l'azienda tra le più all'avanguardia a livello mondiale nel settore delle tecnologie idriche.

Infine, verrà presentato il *layout* aziendale dello stabilimento di Montecchio Maggiore, distinguendo le diverse aree e analizzando le funzioni di ciascuna di esse.



Figura 1.1: Logo di *Lowara S.r.l. Unipersonale*

1.1. La storia dell'azienda

Lowara S.r.l., azienda italiana leader sul mercato dell'ingegneria idraulica, è specializzata nella produzione, progettazione e distribuzione di pompe e sistemi di pompaggio idrici.

Lowara nasce nel 1968 a Montecchio Maggiore (Vicenza), dall'idea dei fratelli Giancarlo e Renzo Ghiotto.

L'azienda ha, sin dall'inizio, prestato grande attenzione ai materiali utilizzati, alla salute fisica dell'uomo e alla salubrità dell'ambiente, ed è sempre stata all'avanguardia nei sistemi di *Supply Chain*.

L'azienda, inoltre, ha fin da subito dedicato massima attenzione ai processi produttivi interni, attraverso un efficiente utilizzo dell'acqua e ad un meticoloso controllo delle macchine.

Lowara S.r.l. si distingue per la qualità dei prodotti e per la capacità di adattarsi alle diverse esigenze del mercato.

Negli anni '70, *Lowara* ha iniziato a espandersi a livello internazionale, attraverso l'apertura di nuove filiali e stabilendo collaborazioni in molteplici paesi europei. L'espansione ha contribuito a consolidare la presenza dell'azienda sui mercati esteri e a promuovere i suoi prodotti su scala globale. A fine degli anni '70, infatti, il sito produttivo di Montecchio Maggiore era arrivato ad occupare una superficie pari a 16.000 metri quadrati.

Durante gli anni '80 e '90, *Lowara* ha continuato a crescere e a diversificare la propria gamma di prodotti, introducendo nuove tecnologie e soluzioni innovative per migliorare l'efficienza e le prestazioni delle sue pompe.

Nel 1985 l'azienda fu acquisita da *Goulds Pumps USA*. Sotto la guida del gruppo statunitense vi fu un'ulteriore crescita ed espansione nei mercati nazionali e internazionali. Nel 1994 venne realizzato il brevetto *Hydrovar*, un regolatore a velocità variabile in grado di adattare le prestazioni delle pompe al fabbisogno.



Figura 1.2: Hydrovar

Nel corso degli anni 2000, *Lowara* fu acquisita da un'altra azienda statunitense, la *International Telephone and Telegraph (ITT Corporations)*. La ITT iniziò a spostare il suo interesse dalle telecomunicazioni alle apparecchiature ad alta tecnologia per il trasporto di fluidi (pompe e valvole).

Ad evidenziare la continua ed incessante crescita del marchio, sotto la guida del gruppo ITT, vennero costruiti due nuovi siti produttivi, a Strzelin, in Polonia (2007) e a Cegled, in Ungheria (2009).

Evento cruciale per la storia del marchio *Lowara* fu la nascita, nel 2011, di *Xylem Inc.*, nata dallo *spin-off* con ITT Corporation.

Xylem è una società statunitense con sede a Rye Brook e, da oltre dieci anni, risulta essere leader globale nel settore idrico. Il gruppo *Xylem* è attivo nel campo delle tecnologie idriche, in particolare nel trasporto, trattamento e utilizzo di acqua in diversi contesti quali ambienti pubblici, residenziali, industriali, commerciali e agricoli.

L'integrazione con *Xylem* ha fornito a *Lowara* ulteriori e maggiori risorse ed opportunità per espandersi a livello globale e accedere a nuovi mercati e tecnologie. L'appartenenza al gruppo *Xylem* ha permesso la condivisione delle più qualificate competenze di ricerca, progettazione e di industrializzazione con altre società del gruppo. Questo patrimonio di conoscenze ha consentito a *Lowara* di potenziare, negli anni, la propria capacità di innovarsi, rimanendo sempre al passo col mercato globale.

1.2. Xylem Group

Ad oggi, il gruppo americano *Xylem* conta al suo interno numerosi brand specializzati da decenni nel settore idrico. Ognuna di queste aziende svolge un ruolo chiave nel realizzare la missione del gruppo, ovvero risolvere i problemi idrici che affliggono il nostro pianeta, sviluppando soluzioni innovative ed intelligenti in modo da soddisfare le esigenze mondiali in materia di acqua, acque di scarico ed energia.



Figura 1.3: Logo di *Xylem Inc.*

Our Brands

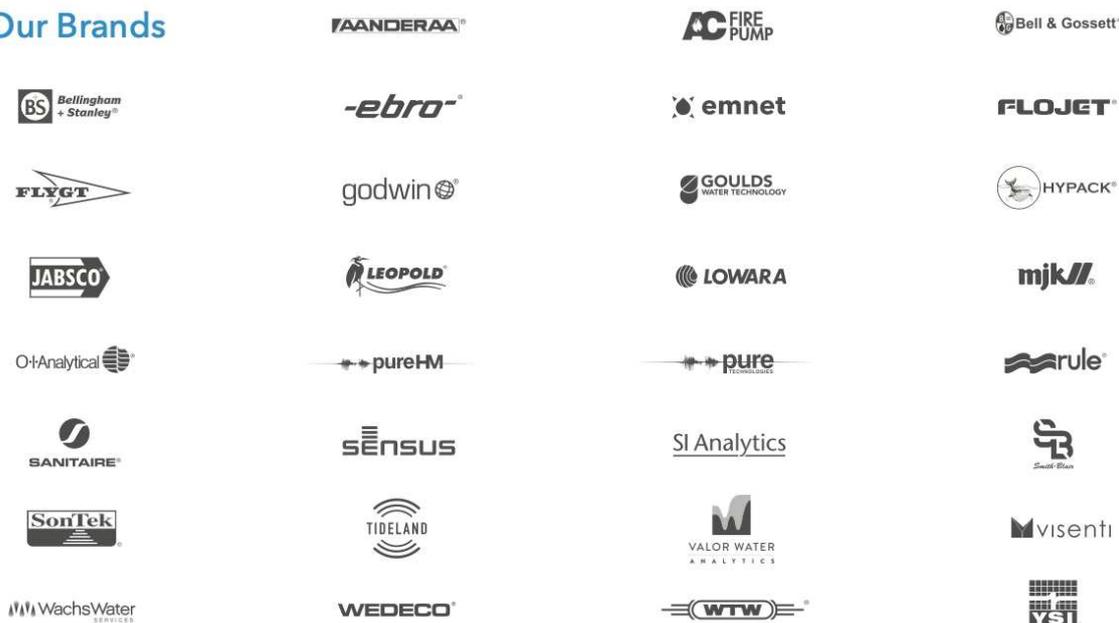


Figura 1.4: Brand del gruppo *Xylem*

L'intero gruppo conta oltre 23.000 dipendenti e un fatturato nel 2023 pari a 7,3 miliardi di dollari. Opera in oltre 350 sedi e commercializza i prodotti in 150 paesi nel mondo.

Xylem fornisce una vasta gamma di opzioni avanzate per il trattamento delle acque reflue e dell'acqua in molteplici campi industriali, con applicazioni sia per il settore pubblico che per l'industria alimentare, delle bevande e mineraria. Nelle Figure 1.5 e 1.6 sono elencati i principali campi di applicazione dei prodotti offerti dal gruppo.

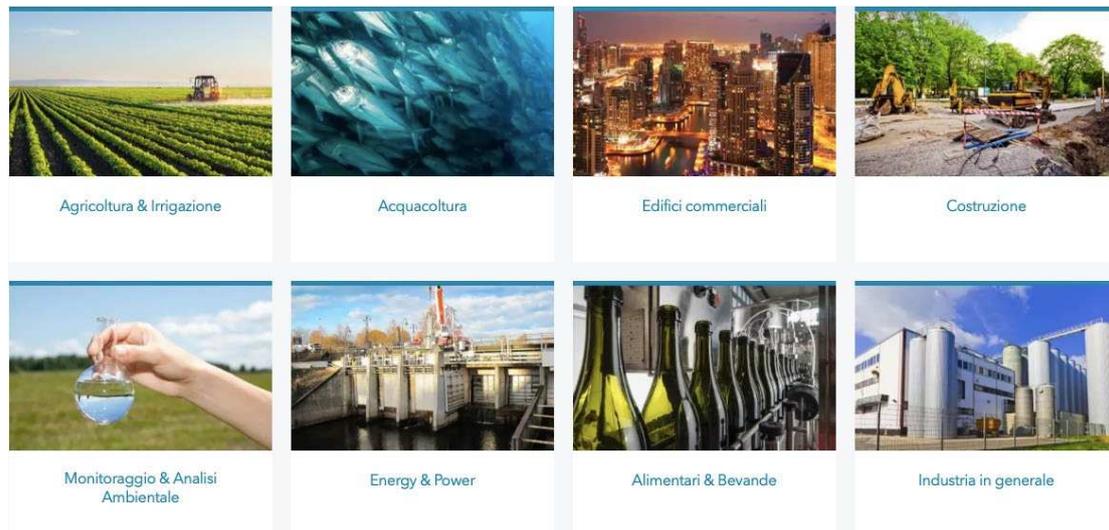


Figura 1.5: Campi d'applicazione dei prodotti *Xylem* (a)

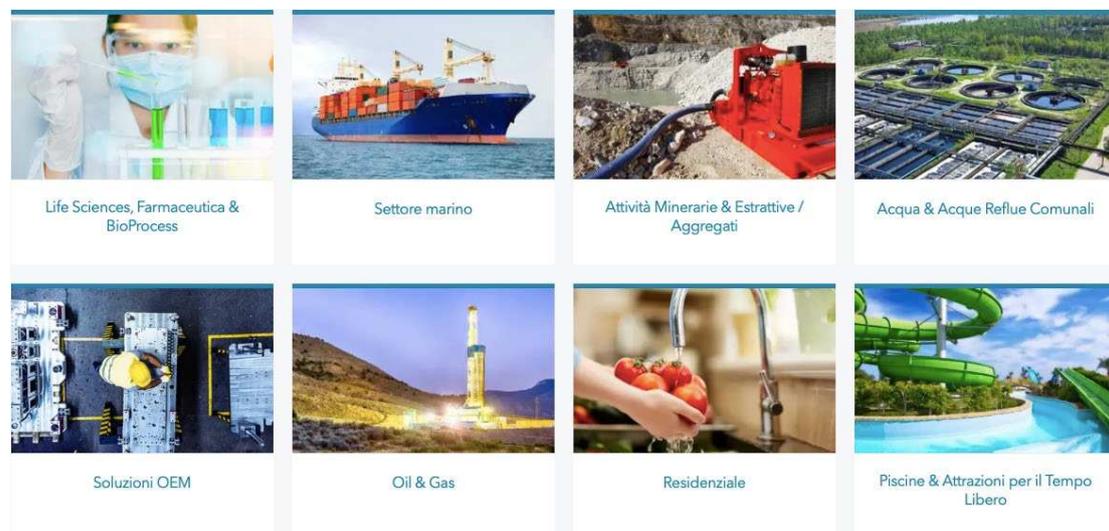


Figura 1.6: Campi d'applicazione dei prodotti *Xylem* (b)

In ogni settore industriale, i professionisti di *Xylem* collaborano strettamente con i clienti, con particolare attenzione alle loro esigenze, al fine di offrire e sviluppare le soluzioni più efficienti.



Figura 1.8: Ospedale Beatriz Ângelo, Lisbona



Figura 1.9: Burj Khalifa, Dubai

1.3. Vision, Mission e Core Values

1.3.1. Vision

“La nostra visione è semplice.

Destiniamo la nostra tecnologia, il nostro tempo e i nostri talenti alla promozione di un uso più intelligente dell’acqua.

Siamo proiettati verso un futuro libero da problemi globali legati all’acqua.”.

Xylem e il marchio Lowara si differenziano nel mercato internazionale per la loro visione in tema di gestione e utilizzo delle risorse idriche, con particolare attenzione rivolta alla creazione di un futuro sostenibile, in cui venga assicurato l’accesso all’acqua potabile sicura a tutte le comunità globali.

Questo scopo si traduce in un costante impegno nel promuovere l’innovazione tecnologica e lo sviluppo di soluzioni avanzate per affrontare le sfide idriche più urgenti che impattano sul nostro pianeta.

Xylem, inoltre, si impegna a garantire forti relazioni con i suoi stakeholder.

Il nostro lavoro

L'acqua è fondamentale per la vita. E il lavoro della nostra vita è l'acqua.

La trasportiamo nei posti in cui è necessaria, la trattiamo per renderla pulita e l'analizziamo per garantirne la qualità.

La nostra attività si concentra sulle più complesse sfide idriche mondiali.

I nostri clienti

I nostri clienti sono partner. Sono la ragione del nostro successo.

Lavoriamo per anticipare le loro esigenze con un'ampia offerta di prodotti e una profonda esperienza applicativa.

I nostri dipendenti

I nostri dipendenti sono fortemente motivati a fare la differenza attraverso l'innovazione e l'autorevolezza.

Focalizzandoci sull'acqua, ci impegniamo a migliorare la vita delle persone.

I nostri azionisti

I nostri azionisti si aspettano la creazione di valore aggiunto.

Ce la mettiamo tutta per ricompensarli della fiducia che ripongono in noi.

Figura 1.10: Stakeholder di *Xylem*

1.3.2. Mission

"Let's solve water"

L'obiettivo di *Xylem* è contribuire ad un futuro in cui le sfide legate alle risorse idriche vengano risolte. L'azienda si impegna, infatti, a fornire soluzioni innovative a governi, industrie e altri utilizzatori di acqua, attraverso la progettazione e l'implementazione di impianti di trattamento delle acque, pompe per le acque reflue, stazioni di pompaggio per dighe, impianti idrici per edifici, tutti dotati di tecnologie all'avanguardia. L'approccio utilizzato dal marchio si basa sulla combinazione di tecnologia avanzata, responsabilità personale e collaborazione, che costituiscono il fulcro del lavoro dei dipendenti nel perseguire la missione.

1.3.3. Core Values

Xylem sostiene i principi del Global Impact delle Nazioni Unite e lavora per lo sviluppo sostenibile attraverso i valori aziendali:

Rispetto per l'ambiente e per la tutela dei diritti umani internazionali e le condizioni di lavoro;

Responsabilità per come le attività aziendali influiscono sulle persone e sull'ambiente circostante;

Integrità nell'agire in modo etico, nel mantenere gli impegni, nella comunicazione;

Creatività nello sviluppo di energie innovative e soluzioni efficienti nel settore dell'acqua.

1.4. Prodotti *Lowara* e campi di applicazione

Lowara è una divisione di *Xylem* specializzata nella progettazione e produzione di pompe e sistemi di pompaggio avanzati per applicazioni industriali, commerciali e residenziali. I suoi prodotti includono una vasta gamma di pompe centrifughe, pompe sommerse, pompe ad alto rendimento energetico per l'irrigazione, il condizionamento dell'aria, l'approvvigionamento idrico e molti altri settori.

Le categorie di prodotti *Lowara* possono essere distinte in 8 macrocategorie, come di seguito riportati.

1.4.1. Elettropompe di superficie

Le elettropompe di superficie rappresentano un elemento fondamentale in molteplici contesti industriali e civili. Queste apparecchiature, disponibili sia in versioni mono- che multistadio e con possibilità di installazione orizzontale o verticale, sono progettate con l'utilizzo di materiali avanzati e sistemi di tenuta meccanica sofisticati.

La grande varietà di modelli e la disponibilità di materiali diversificati consentono di adattare queste pompe a molteplici ambiti d'impiego, che vanno dall'approvvigionamento idrico alla depurazione e al trattamento dell'acqua, dal raffreddamento e refrigerazione alla raccolta di acqua piovana, dall'irrigazione, dalle macchine per lavaggio industriale alla pressurizzazione, al recupero del calore, al riscaldamento e alla ventilazione. Le loro applicazioni include anche i settori alimentare e tessile, dove il loro impiego è volto al lavaggio di frutta, verdura, e pezzi metallici, nonché per il trattamento superficiale.

Serie	Descrizione
HM-HMS-HMZ	Multistadio orizzontali in acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 316
CEA-CA	Mono e bigirante orizzontali in acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 316
CO	A girante aperta orizzontale in acciaio inossidabile AISI 316
SHO	Centrifughe con girante aperta e bocche fl angiate
SP	Autoadescanti a canale laterale
BG	Autoadescanti
AG-JEC	Da piscina
P-PAB-PSA	Periferiche
FH	Monoblocco normalizzate in ghisa
SH	Monoblocco normalizzate in AISI 316
e-SV™	Verticali multistadio in acciaio inossidabile AISI 304
SVI	Verticali sommerse
TDB-TDV	Verticali multistadio



Figura 1.11: Pompa CA

1.4.2. Pompe di circolazione

Le pompe di circolazione, caratterizzate da una tecnologia a "rotore bagnato", rappresentano un elemento fondamentale nei sistemi di riscaldamento, climatizzazione e nell'approvvigionamento di acqua calda, sia a uso residenziale che industriale.

La tecnologia del rotore bagnato garantisce prestazioni elevate e una maggiore durata delle pompe nel tempo. La versatilità di questi circolatori ad alta efficienza li rende adatti ad una vasta gamma di contesti, in cui sono impiegati per mantenere il corretto flusso di acqua nei sistemi di riscaldamento, condizionamento e negli impianti di acqua calda.

Serie	Descrizione
TLC	Circolatori per impianti domestici a bocche filettate
TLCB	Circolatori sanitari
TLCH	Circolatori per impianti civili
TLCHB	Circolatori sanitari alte portate / prevalenze
TLC SOL	Circolatori per impianti solari
TLCK	Circolatori per impianti di refrigerazione e condizionamento e impianti geotermici
FLC-FLCT	Circolatore per impianti civili
EFLC-EFLCG	Circolatori a velocità variabile per impianti civili
EA+ (Ecocirc+ Auto)	Circolatori a velocità variabile ad alto rendimento
EV+ (Ecocirc+ Vario)	Circolatori a velocità variabile ad alto rendimento
EB (V) (Ecocirc Bronze)	Circolatori elettronici ad alto rendimento per ricircolo acqua calda
FC-FCT	In-line monoblocco singoli e gemellari in ghisa



Figura 1.12: Ecocirc

1.4.3. Pompe sommergibili per drenaggio e fognature

Le pompe sommergibili rappresentano una valida soluzione per applicazioni che richiedono portate piccole e medie. Sono progettate per lo svuotamento di locali interrati, il trasferimento di liquidi industriali, il pompaggio di acque nere e reflue, e il drenaggio di emergenza di aree allagate. Esistono molteplici modelli, sia in acciaio inox A316 che in bronzo. Vi sono modelli dotati di trituratorie per gestire i detriti nei liquidi pompabili. Quelle di dimensioni maggiori sono impiegate principalmente nel pompaggio di acque sporche, quelle minori, invece, sono più adatte al drenaggio di locali di dimensioni ridotte (le pompe per drenaggio e fognatura, per esempio, si distinguono per la capacità di pompaggio delle acque sporche e la resistenza agli agenti chimici aggressivi, grazie alla struttura in bronzo).

Serie	Descrizione
DOC	Elettropompe sommergibili per acque chiare o sporche
DIWA	Elettropompe sommergibili per acque chiare o leggermente sporche
DN	Elettropompe sommergibili per acque chiare o leggermente sporche
DOMO	Elettropompe sommergibili per acque reflue
DL	Elettropompe sommergibili per acque reflue
GLS	Elettropompe sommergibili per acque reflue
GLV	Elettropompe sommergibili per acque reflue
MINIBOX	Stazioni di sollevamento prefabbricate per acque chiare
MIDIBOX	Stazioni di sollevamento prefabbricate per acque chiare e grigie
SINGLEBOX	PLUS Stazioni di sollevamento prefabbricate per acque reflue
DOUBLEBOX PLUS	Stazioni di sollevamento prefabbricate per acque reflue
MAXIBOX PLUS	Serbatoi prefabbricati per stazioni di sollevamento per acque reflue
DEPURBOX	Sistemi di depurazione per scarichi civili



Figura 1.13: Pompa DOC

1.4.4. Pompe sommerse

Le pompe sommerse rappresentano un'opzione utile per l'approvvigionamento idrico da pozzi di diverse dimensioni e profondità. Questi prodotti sono disponibili in vari materiali, tra cui ghisa e diverse tipologie di acciaio inox, garantendo resistenza e durabilità nel tempo.

Le pompe sommerse progettate dal gruppo *Lowara* trovano il loro utilizzo per pozzi con diametro che varia da 4" a 12". Presentano, inoltre, la possibilità di installare in esse accessori, quali camicie di raffreddamento e di pressione, che permettono ottimale impiego per l'approvvigionamento idrico da serbatoi, pozzi, bacini e corsi d'acqua, oltre che per attività di pressurizzazione, irrigazione, raccolta d'acqua piovana e sistemi antincendio.

Serie	Descrizione
SCUBA	Sommerse monoblocco per pozzi da 5"
GS 4"	Sommerse per pozzi da 4"
Z-ZN 6"	Sommerse per pozzi da 6"
Z-ZR 8"	Sommerse per pozzi da 8"
Z 10" - 12"	Sommerse per pozzi da 10" - 12"
4OS/C	Motori sommersi per pozzi da 4"
Motori L4C	Motori sommersi per pozzi da 4"
Motori L6C	Motori sommersi per pozzi da 6"
Motori L6W/A	Motori sommersi per pozzi da 6"
Motori L8WC	Motori sommersi per pozzi da 8"
Motori L10W	Motori sommersi per pozzi da 10"
Motori L12W	Motori sommersi per pozzi da 12"



Figura 1.14: Pompa SCUBA

1.4.5. Gruppi di pressione

È fondamentale considerare, nella progettazione dei sistemi di approvvigionamento idrico, l'utilizzo di gruppi di pressione che soddisfano le esigenze eterogenee e intermittenti delle utenze. A tal proposito, *Lowara* offre una vasta gamma di soluzioni, come gruppi composti da 2 a 4 pompe, controllabili mediante pressostati o trasmettitori di pressione e dotati di possibilità di operare a velocità fisse o variabili.

Questi gruppi di pressione sono progettati per gestire prelievi variabili, regolando l'erogazione attraverso pompe disposte in serie e alimentate da motori elettrici o diesel, il tutto gestito da un quadro elettrico. La loro flessibilità operativa li rende, pertanto, idonei a soddisfare le esigenze di utenze con consumi intermittenti e variabili nel tempo.

Esempio concreto di applicazione di gruppi di pressione è riscontrabile nelle installazioni del Burj Khalifa di Dubai, il cui funzionamento evidenzia efficacemente la capacità di gestione di flussi d'acqua anche in ambito verticale.

Serie	Descrizione
GRUPPOSFERA	Gruppi di pressione monofase
BLOCK	Gruppi di pressione monofase
GENYO SYSTEM	Gruppi di pressione monofase
GXS20	Gruppi a due pompe monofase
GMD20	Gruppi a due pompe trifase
GTKS	Gruppi a due pompe trifase, alimentazione monofase
GHV	Gruppi a due pompe trifase, alimentazione monofase o trifase
GS	Gruppi di sollevamento trifase
GHV	Gruppi di sollevamento trifase
GV	Gruppi di sollevamento trifase



Figura 1.15: Gruppo di pressione serie GS

1.4.6. Smart Pumps

Le Smart Pump sono pompe intelligenti progettate per garantire un funzionamento preciso anche a carichi parziali. Vengono utilizzate in sistemi idrici, di condizionamento e industriali, e offrono affidabilità grazie alla tecnologia avanzata del motore e-SM o SM-drive. Questi motori, progettati internamente per massimizzare l'efficienza energetica e le prestazioni idrauliche, consentono un funzionamento ottimale senza la necessità di filtri aggiuntivi. L'SM-drive, in particolare, offre una serie di funzioni integrate per la protezione della pompa e del motore, garantendo comfort e affidabilità e facilitando l'integrazione con i sistemi di gestione degli edifici (BMS).



Figura 1.16: Smart Pumps

1.4.7. Accessori per pompe

Come precedentemente accennato, le pompe *Lowara* sono affiancate da una vasta gamma di accessori, progettati per ottimizzarne le performance di esse e, al contempo, garantirne un funzionamento affidabile. All'interno della serie di accessori disponibili troviamo pressostati, manometri, raccordi a 5 vie, tubi flessibili, galleggianti, valvole di ritegno, addolcitori, filtri e pompe dosatrici. L'azienda presta particolare attenzione allo sviluppo di dispositivi di controllo intelligenti, come GENYO e HYDROVAR.

GENYO è un dispositivo elettronico presso-flussostato compatto, realizzato per il controllo e la protezione di elettropompe monofase, ideale in contesti applicativi domestici.

HYDROVAR rappresenta, invece, un sistema avanzato in grado di regolare autonomamente la velocità, l'avvio e l'arresto dell'elettropompa sulla base dell'effettiva richiesta di acqua. Questo sistema offre la possibilità di comandare più pompe contemporaneamente. Grazie alla sua semplicità di montaggio tramite il sistema "*clip and play*", è possibile un'installazione rapida sia su nuovi sistemi di pompaggio che su pompe esistenti.

Serie	Descrizione
HVW	Elettropompe con Hydrovar® water cooled
HV 2.015 - 4.110	Hydrovar® 1,5 - 11 kW
HV 4.150 - 4.220	Hydrovar® 15 - 22 kW
HV 3.30 - 3.37 - 3.45 - a parete	Hydrovar® a parete 30- 45 kW
AQUONTROLLER	230 VAC drive per motori monofase
TKS	Elettropompe Teknospeed
SVH	Elettropompe verticali multistadio con Hydrovar®



Figura 1.17: GENYO Sistema di controllo e protezione per pompa elettrica



Figura 1.18: HYDROVAR

1.4.8. Quadri di comando e di controllo

Nel contesto dei sistemi di controllo delle pompe, *Lowara* offre una vasta gamma di soluzioni avanzate. Tra queste, i pannelli di comando elettronico monofase si distinguono per la capacità di gestire una o due pompe all'interno di sistemi a velocità fissa. Questi pannelli sono progettati per gestire oltre 50 tipi di applicazioni differenti, fornendo controllo sulla pressione e sul trattamento delle acque reflue.

I pannelli sono adatti per il trattamento delle acque reflue, e consentono il controllo fino a 2 pompe (booster sets). In caso di guasto del quadro di controllo, le pompe continuano

a funzionare, garantendo continuità operativa e riducendo i rischi di interruzione del servizio.

Lowara fornisce, inoltre, una gamma completa di quadri elettrici per il controllo di pompe sommergibili, sommerse e di superficie. Questi quadri sono dotati di segnali acustici e luminosi per un monitoraggio efficace delle operazioni di pompaggio, contribuendo così a garantire un funzionamento sicuro e affidabile degli impianti idrici.

Serie	Descrizione
QSM - QPC - QPCS - QSC - QSCS	Quadri monofase per pompe sommerse
QM - QTD - Q3A - Q3D - Q3Y - Q3I - Q3SF	Quadri per pompe di superficie o sommerse
QDR - QDR2 - QDRM - QDRMC - QDRM2 - QDRMC2 - QGMC - QYR - QYR2 - QXR20	Quadri per pompe sommergibili da drenaggio
QCL5 - QCL10 - QCLP10 - KSL - DPF - VR - SCA3 - KIT RILS20	Quadri ausiliari e accessori



Figura 1.19: Q-smart Quadro di controllo per pompe monofase

1.5. *Layout* di stabilimento e Organizzazione aziendale

1.5.1. *Layout* di stabilimento

Lo stabilimento *Lowara*, situato a Montecchio Maggiore (VI), si estende su una superficie di 55.000 metri quadrati, impiegando una forza lavoro complessiva di 800 dipendenti. È costituito da due edifici principali e ospita quattro macroaree distinte: MM1, MM2, IDC (International Distribution Center) e MM3.



Figura 1.30: Stabilimento *Lowara* visto dall'alto

MM1 è lo stabile di dimensioni maggiori, che ospita gli uffici amministrativi di *Xylem Service Italia* e l'intera area produttiva gestita da *Lowara S.r.l. unipersonale*.

MM2 comprende il magazzino principale per lo stoccaggio di materie prime e semilavorati.

IDC è l'area dedicata allo stoccaggio di prodotti finiti e ricambistica e della spedizione dei prodotti ai clienti in tutto il mondo.

MM3, edificio recentemente acquistato nel 2024, è sede di ulteriori uffici amministrativi di *Xylem Service Italia* e presenta spazi, i quali vengono attualmente utilizzati per agevolare l'avanzamento di progetti in corso inerenti allo stabilimento produttivo.

Tra MM2 e IDC si trova il “*Xylem Learning Center*”, un ambiente dedicato alle attività formative sia per il personale dipendente che per i clienti esterni in visita. All'interno delle aule qui presenti vengono svolti diversi corsi che consentono una formazione continua relativamente agli aspetti funzionali dei prodotti ed inoltre la promozione di temi quali la sicurezza sul lavoro e il miglioramento continuo in azienda, svolgendo così un ruolo chiave nella costante crescita e nello sviluppo di nuove competenze del personale.

1.5.2. Organizzazione aziendale

La parte produttiva in *Lowara* è strutturata in *Continuos Flows Units (CFU)*, attraverso le quali è possibile stabilire una forte interconnessione tra macchinari e linee. Tramite

questa organizzazione, la stazione a valle comunica a quella a monte il proprio fabbisogno, determinandone così i suoi ordini di produzione.

Ruolo chiave è svolto dunque, dai *supermarket*, i quali hanno una funzione di *buffer* tra celle e linee di assemblaggio.

L'intera area produttiva è quindi suddivisa in 6 flussi, denominati "SUB-CFU", organizzati in relazione al prodotto in *output*:

- SUB-CFU 04 - **Stampaggio**: è composta da presse meccaniche ed idrauliche che, lavorando l'acciaio AISI 304 e AISI 316, realizzano tutti i semilavorati stampati, necessari per le linee di lavorazione e/o assemblaggio;
- SUB-CFU 05 - **Multistadio**: è dedicata a diverse tipologie di lavorazioni laser, comprende, infatti, macchinari per lavorare i pezzi che arrivano dallo stampaggio, creando semilavorati che vengono utilizzati nelle linee di assemblaggio;
- SUB-CFU 06 - **Centrifugo Industriale**: è costituita da linee di montaggio per pompe industriali e impianti di lavorazione laser specifici per la modellazione laser di componenti destinati a tali linee;
- SUB-CFU 07 - **Centrifugo Residenziale**: è composta da macchinari per lavorazioni di saldatura (TIG) di componenti destinate alle linee di assemblaggio di pompe residenziali;
- SUB-CFU 09 - **Motori e lavorazioni meccaniche**: comprende tutte le lavorazioni relative alla produzione di motori elettrici, come la tornitura di alberi motore, l'avvolgimento di statore e l'assemblaggio finale;
- SUB-CFU 10 - **Booster**: è costituita da sei stazioni di assemblaggio dei gruppi di pressione, chiamati *booster*. È presente anche l'impianto di cataforesi, che colora i componenti in ghisa secondo il caratteristico "*Blu Lowara*".

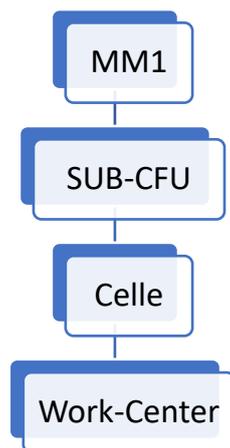


Figura 1.21: Struttura organizzativa del reparto produttivo

La Figura 1.21 consente un'analisi di dettaglio dell'organizzazione all'interno dello stabilimento produttivo di *Lowara*. È possibile definire tre macro-livelli: le *SUB-CFU*, le *celle* e i *Work-Center*. All'interno di ciascuna SUB-CFU troviamo diverse celle, che permettono di definire delle macroaree all'interno della SUB-CFU stessa. Scendendo ad un'ulteriore livello di analisi, troviamo i *Work-Center*, ognuno dei quali consente di identificare un macchinario specifico. L'obiettivo di definire specifiche celle all'interno dell'area produttiva è quello di raggruppare tra loro più *Work-Center*, sulla base di somiglianze di processo e attività svolte.

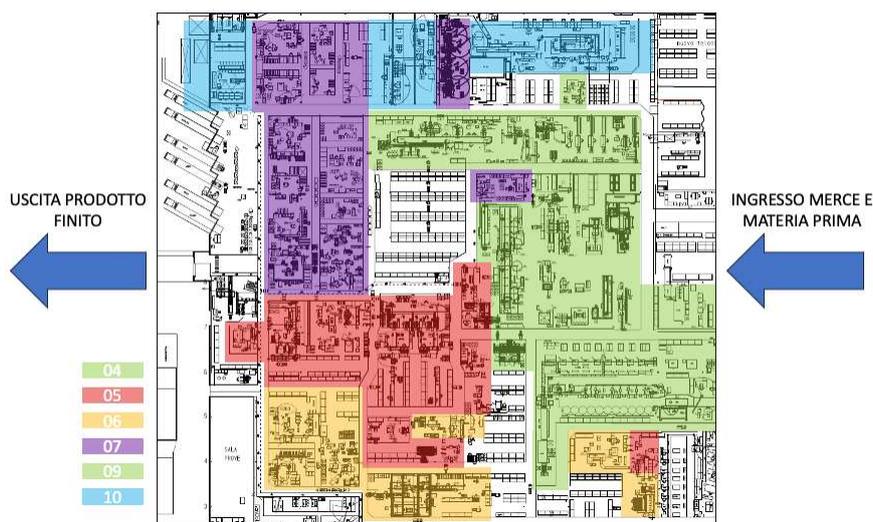


Figura 1.22: Suddivisione per SUB-CFU

Recenti *re-layout* operativi aziendali orientati al *Lean*, permettono una versione semplificata della disposizione degli impianti. In Figura 1.22, è possibile osservare che ai due estremi del complesso MM1 si trovano, da un lato, l'ingresso delle merci e delle materie prime, e dall'altro l'uscita dei prodotti finiti. In prossimità dell'ingresso si trovano le lavorazioni di stampaggio, che vengono svolte a partire da bobine di metallo, e in prossimità dell'uscita dei prodotti finiti si trovano le linee di assemblaggio. Nel mezzo sono collocate tutte le fasi intermedie di produzione di semilavorati che consentono alla materia prima di trasformarsi in prodotto finito seguendo un percorso idealmente lineare.

1.6. Core Technologies

All'interno dell'area produttiva di *Lowara*, si individuano tre macro-processi i quali conferiscono un'identità distintiva all'azienda nel contesto della produzione.

I macro-processi sono:

- **Stampaggio mediante presse meccaniche/idrauliche**, condotto all'interno della SUB-CFU 04;
- **Saldatura e taglio al laser**, prevalentemente eseguiti nella SUB-CFU 05;
- **Avvolgimento di statori**, processo condotto all'interno della SUB-CFU 09.

Questi processi costituiscono i cardini essenziali della *strategy* produttiva di *Lowara*, giocando un ruolo determinante nel potenziamento del vantaggio competitivo dell'azienda sul mercato e nel garantire ad essa unicità nel contesto industriale.

2. Gestione Logistica Aziendale: Analisi dei Centri di Distribuzione e delle Loro Attività Chiave

Nel seguente capitolo, verrà esaminata la funzione della logistica e il ruolo cruciale del Centro di Distribuzione all'interno del contesto aziendale, con analisi delle attività eseguite al suo interno e delle sue diverse configurazioni.

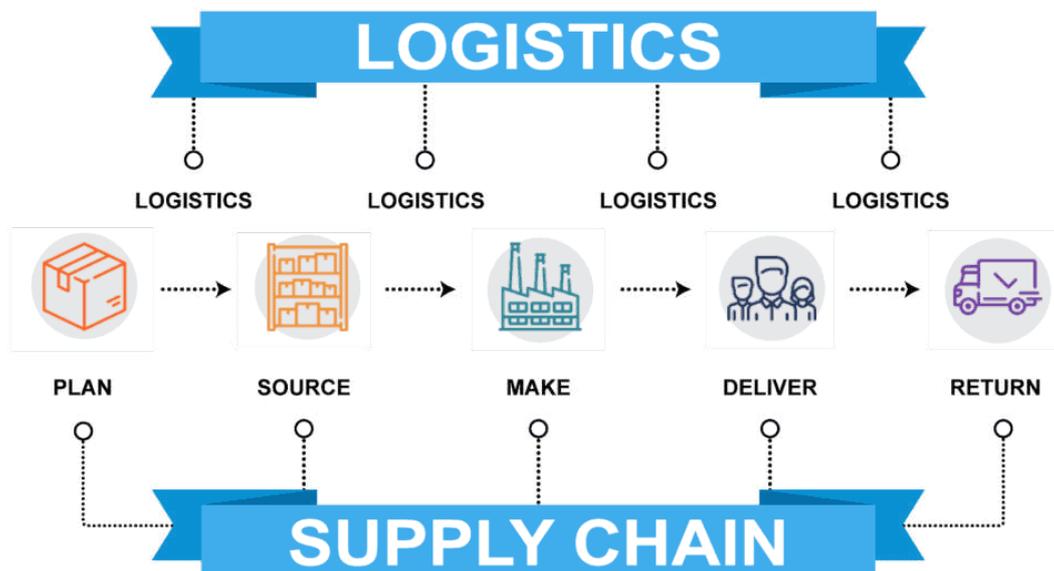


Figura 2.1: Logistica nella Supply Chain

La logistica è una componente essenziale della *Supply Chain*, dal momento che va a coinvolgere la pianificazione, l'esecuzione e la gestione di beni, e anche servizi ed informazioni dal punto di origine fino al punto di consumo.

La logistica coordina il complesso modello di traffico e trasporto, spedizione e ricezione, operazioni di importazione ed esportazione, magazzinaggio, gestione dell'inventario, acquisti, pianificazione della produzione e servizio clienti.

2.1. Introduzione al Centro di Distribuzione

2.1.1 Definizione e ruolo nel processo logistico

Come già noto in letteratura, *“un centro di distribuzione è una struttura logistica destinata al ricevimento e alla spedizione della merce ai clienti finali, ai magazzini o ai centri di produzione, nel minor tempo possibile. L’obiettivo primario è, infatti, ridurre costi e tempi di consegna.”* [1]

Il Centro di Distribuzione riveste, quindi, un ruolo primario nell'ottimizzazione della gestione delle merci e nel soddisfacimento delle esigenze dei clienti. Funge, infatti, da punto di convergenza per i prodotti provenienti dai fornitori, gestendone l'arrivo, l'immagazzinamento e la spedizione verso i clienti finali o i punti vendita.

La sua importanza all'interno della logistica aziendale è notevole, in quanto rappresenta il fulcro per l’ottimizzazione dei flussi di merci e per la gestione efficiente delle scorte.

Il Centro di Distribuzione ha il compito di sincronizzare il flusso dei prodotti dalla produzione al consumatore finale, con l'obiettivo di ridurre i costi totali e migliorare il servizio al cliente. Questo determina un'attenta progettazione del Centro di Distribuzione stesso, al fine di ridurre i tempi di consegna, minimizzare i costi di stoccaggio e distribuzione, e massimizzare l'efficienza complessiva della catena di approvvigionamento.

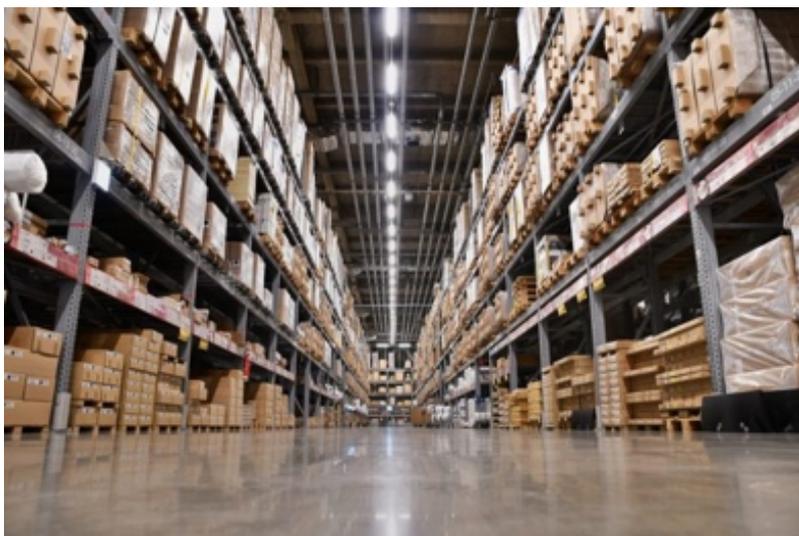


Figura 2.2: Interno di un Centro di Distribuzione

2.1.2 Obiettivi e funzioni principali

Obiettivi principali del Centro di Distribuzione sono:

- **L'ottimizzazione dei flussi di merci:** il Centro di Distribuzione ha lo scopo di garantire che le merci si spostino in modo efficiente e tempestivo attraverso la catena di approvvigionamento, riducendo al minimo i ritardi e i tempi di inattività;
- **La minimizzazione dei costi di gestione degli stock:** ridurre al minimo i costi associati all'immagazzinamento, alla movimentazione e alla gestione delle merci, per esempio, attraverso la riduzione degli sprechi e l'ottimizzazione degli spazi di stoccaggio;
- **La massimizzazione dell'efficienza operativa:** il Centro di Distribuzione ha come obiettivo massimizzare l'efficienza dei processi operativi, utilizzando, per esempio, tecnologie avanzate e all'avanguardia per il *picking* e il *packing* degli ordini o per il monitoraggio in tempo reale delle merci;
- **La riduzione dei tempi di consegna:** ridurre al minimo i tempi necessari per consegnare le merci ai clienti finali o ai punti vendita è fondamentale per garantire all'azienda la soddisfazione del cliente;
- **Il miglioramento del servizio clienti:** garantire tempestività e conformità delle merci ai clienti è fondamentale per la fidelizzazione del cliente e per la *customer satisfaction*;
- **La gestione efficiente delle scorte:** gestire le scorte garantisce disponibilità dei prodotti, al fine di soddisfare la domanda dei clienti evitando, però, l'accumulo di eccessivi livelli di inventario;
- **Adattabilità e flessibilità:** il Centro di Distribuzione deve sapersi adattare rapidamente ai cambiamenti nelle esigenze del mercato e nelle richieste dei clienti, garantendo così la sua capacità di rimanere competitivo nel lungo periodo.

Come analizzato in Letteratura [1], tali obiettivi si traducono in una serie di funzioni svolte dal Centro di Distribuzione.

Ricezione delle merci dai fornitori: mezzi di movimentazione appositi permettono di scaricare la merce nelle varie aree di ricevimento, per poi essere trasferita nelle aree di

stoccaggio. Eseguire tale processo secondo un flusso *lineare* garantisce di evitare la formazione di code disordinate.

Stoccaggio e immagazzinamento: lo stoccaggio assicura disponibilità dei prodotti e la corretta sistemazione di essi sugli scaffali ed è fondamentale per garantire ordine ed efficienza del sistema di magazzino.

Picking degli ordini: attività che consiste nel prelevare, smistare e ripartire la merce da una unità di carico alle altre. Il *picking* può essere svolto in modo sia manuale che automatizzato ma, in entrambi i casi, sarà l'operatore a doversi muovere all'interno del magazzino, seguendo la direzione delle merci. È, pertanto, importante ottimizzare percorsi, distanze e movimenti degli operatori in modo da rendere più efficiente questa fase.

Packing degli ordini: esso comprende la preparazione, il confezionamento e l'etichettatura delle merci per la spedizione e assicura la protezione dei prodotti durante il trasporto e la presentazione ottimale di essi alla consegna, con rispetto degli *standard* di qualità richiesti.

Spedizione dei prodotti ai destinatari finali: la merce viene spostata dalla zona di stoccaggio all'area di spedizione. Solitamente si utilizza un *sorter* per classificare automaticamente gli ordini da caricare all'interno del mezzo del trasportatore.

Di seguito verranno analizzate nel dettaglio le principali attività sopracitate, con maggior focus sui processi di *picking* e *packing* i quali, grazie alle continue evoluzioni nell'*Industry 4.0*, stanno subendo un rinnovamento sul lato dell'innovazione tecnologica.

2.2. Struttura e Organizzazione di un Centro di Distribuzione

La struttura e l'organizzazione di un Centro di Distribuzione sono aspetti prioritari da valutare durante la fase di progettazione, dal momento che costituiscono la base per un valido livello di efficienza e performance del Centro di Distribuzione stesso.

Durante la fase progettuale risulta, pertanto, fondamentale selezionare il *layout* e le tecnologie più adatte alle esigenze del Centro di Distribuzione e alle tipologie di prodotti che saranno gestite al suo interno.

2.2.1. Layout fisico

Il *layout* del Centro di Distribuzione è un aspetto estremamente rilevante nella progettazione e nell'efficienza delle operazioni logistiche. Con il termine *layout* ci si riferisce alla disposizione fisica dei diversi elementi che compongono il magazzino, tra cui l'area di stoccaggio, lo spazio dedicato alla ricezione e spedizione delle merci, ed inoltre tutti i percorsi interni di movimentazione delle merci.

Secondo Arnold, Chapman e Clive (2019) [2], il *layout* fisico di un Centro di Distribuzione è progettato per massimizzare l'utilizzo dello spazio disponibile e minimizzare le distanze di movimentazione delle merci. Lo scopo, infatti, è l'ottimizzazione dell'efficienza operativa.

La struttura di un Centro di Distribuzione deve, pertanto, garantire la miglior gestione dello spazio, la riduzione delle operazioni legate alla movimentazione delle merci, la facilità di accesso al prodotto stoccato, il massimo indice di rotazione, estrema flessibilità nei processi di stoccaggio del prodotto e facilità di controllo delle quantità stoccate.

A tal fine, è necessaria una distribuzione planimetrica ottimale, il *layout* appunto, ovvero la progettazione di un magazzino rappresentato graficamente in un disegno tecnico.

Nell'ottica della progettazione della distribuzione è fondamentale definire il posizionamento di determinate aree, quali quelle di carico e scarico, di ricevimento, di stoccaggio, di preparazione degli ordini e dell'area di spedizione.

In Figura 2.3 è illustrato un chiaro esempio di *layout* che tiene conto di tutti i criteri precedentemente elencati [3].

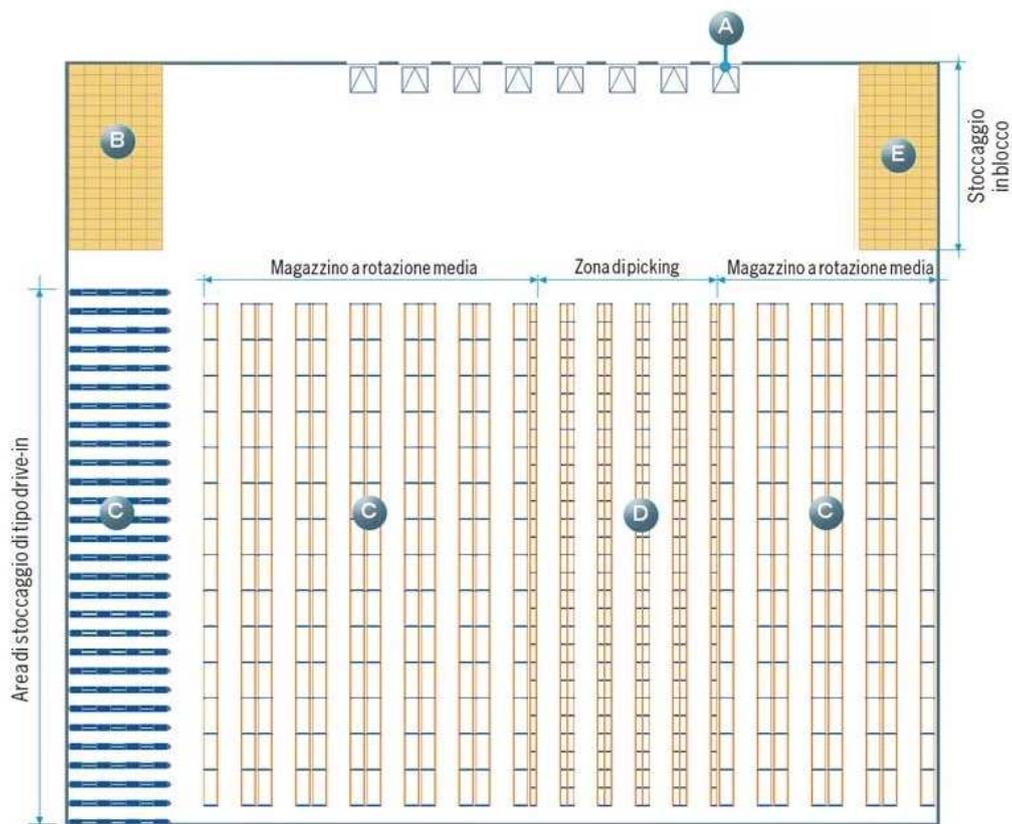


Figura 2.3: Esempio di Layout di un Centro di Distribuzione

All'interno del seguente capitolo verranno analizzate ciascuna delle 5 aree presenti in Figura 2.3.

Identificati i principali flussi e aree, è possibile procedere valutando il *layout* più consono alla situazione in esame. Tra le molteplici soluzioni di *layout* esistenti, quelle più comunemente adottate sono: il flusso lineare, il flusso a U e il flusso a L.

Nel *layout* organizzato per **Flusso lineare** le merci seguono un percorso *unidirezionale*, attraversando percorsi dedicati senza ostacoli ed interruzioni. I mezzi di movimentazione interna si spostano quindi lungo tracciati lineari. La seguente disposizione è idonea per attività caratterizzate da elevati volumi, in quanto consente di minimizzare il tempo necessario per spostare le merci.

Nel **Flusso a U**, le zone di accettazione e spedizione merci sono disposte in modo *adiacente* sul medesimo lato del magazzino, ma nettamente distinte. Le aree intermedie di *stoccaggio* e di *picking* possono essere ampie, consentendo quindi un'elevata capacità di gestione delle merci e una maggiore flessibilità operativa.

Infine, nel **Flusso a L**, al contrario delle due soluzioni sopracitate, le aree di carico e scarico sono *indipendenti* e posizionate su lati *adiacenti* del magazzino. Questo *layout* risulta vantaggioso in tutti i casi in cui gli spazi esterni sono limitati.

2.2.2. Tecnologie e sistemi utilizzati

Con l'obiettivo di aumentare l'efficienza operativa e ridurre i costi logistici del magazzino, il focus è rivolto sull'implementazione continua di tecnologie e sistemi di automazione avanzati. Questi, consentono di ottimizzare le attività operative svolte in termini di velocità e precisione.

Esistono diverse soluzioni, dalle più complesse alle più facili da implementare ed utilizzare.

I **Sistemi software di gestione del magazzino** (*WMS – Warehouse Management Systems*), definiti come il “braccio e la mente del magazzino” [4], rappresentano sistemi di gestione in grado di supportare un'azienda nelle fasi di organizzazione, coordinamento e controllo dei flussi logistici, delle informazioni e dei processi. Il WMS è diffuso per la sua integrabilità sia con i sistemi ERP aziendali (**Enterprise Resource Planning**) sia con altri software adottati nei sistemi di stoccaggio e di movimentazione automatica. L'obiettivo è dunque ottimizzare le attività svolte da tutte le risorse (merci, personale, veicoli) presenti nel magazzino.

In Figura 2.4 vengono illustrate le attività di base nelle quali il sistema WMS può essere integrato.

*“Per **identificazione** si intende il processo tramite cui un articolo viene identificato attraverso la lettura del codice a barre o del tag RFID e automaticamente il WMS software riceve e va ad aggiornare le informazioni a sistema.”* [4]

Lo step di **Picking** (fase di prelievo della merce a scaffale) è automatizzato dal sistema WMS. Per ogni articolo prelevato, automaticamente viene aggiornata la sua scorta.

Il WMS contiene, inoltre, tutte le informazioni sulle scorte degli articoli a magazzino, garantendo, pertanto, di monitorare le soglie minime di giacenza e di automatizzare le richieste dei prodotti per una efficiente **gestione di scorte, giacenze e riordini**. Il WMS, inoltre, definisce la migliore posizione di **allocazione** di articoli, colli o pallet.

L'ottimizzazione dei tempi di movimentazione della merce è garantita da soluzioni di **rotazione e movimentazione**. Il software WMS consente, infatti, di rispondere a esigenze di *time saving* e garantisce anche la tracciabilità dei lotti e la registrazione delle scadenze, *shelf life e serial number*.

Funge, inoltre, da **inventario**. La quantità di dati contenuta ed elaborata nel software WMS rende possibile l'elaborazione di report e *dashboard*, che permettono di valutare le performance del magazzino secondo specifici *KPI (Report e Warehouse Analytics)*.

Altra competenza del WMS è lo **staff management**. Il software permette pratiche di monitoraggio e verifica della gestione del personale.



Figura 2.4: Integrazione WMS con attività logistiche

L'aumento della produttività, la riduzione dell'impatto ambientale, la limitazione degli errori, la diminuzione dei tempi di evasione degli ordini, l'ottimizzazione dei costi di movimentazione delle merci e la gestione efficiente degli spazi sono tutti obiettivi raggiungibili attraverso l'implementazione di un software WMS.

Un'altra tipologia di sistema di gestione adottabile da implementare nel Centro di Distribuzione è data dalla strategia di **Automazione e Robotica**.

Essa garantisce l'ottimizzazione dei processi logistici, sia a livello *produttivo* (tempo impiegato per svolgere le attività), sia a livello di *qualità* del processo svolto (l'automazione, se integrata in modo corretto all'interno di un magazzino, consente di andare a ridurre o addirittura azzerare errori tipicamente causati da azioni umane).

Il Centro di Distribuzione fruisce anche di **Interfacce Uomo-Macchina avanzate**, che consistono in dispositivi mobili, tablet e realtà aumentata (AR) che ottimizzano

l'interazione degli operatori con i sistemi di magazzino, fornendo informazioni in tempo reale e facilitando le operazioni.

Altre tecnologie adoperabili sono **droni per l'inventario**, ovvero strumenti in grado di volare attraverso le corsie del magazzino e scansionare le etichette degli articoli, monitorando il livello di scorte, riducendo tempi ed errori rispetto ai metodi manuali.

Vi sono poi **Software di Ottimizzazione degli Spazi**, ovvero programmi che promettono un migliore progetto di disposizione dei magazzini, ottimizzando l'uso dello spazio e migliorando l'accesso ai prodotti, riducendo, così, i tempi di *picking* e migliorando la sicurezza.

Sono utilizzabili anche tecnologie di identificazione e tracciamento, come i **codici a barre con scanner**, che permettono un'identificazione rapida dei prodotti e garantiscono precisione nelle operazioni di inventario e *picking*, oppure la tecnologia **RFID, Radio Frequency Identification**, che consente il tracciamento e l'identificazione dei prodotti in tempo reale senza richiedere una linea di vista diretta.

2.3. Processo di Ricezione delle Merci

Verrà di seguito analizzata la fase di ingresso della merce, ovvero il primo flusso operativo presente all'intero di un Centro di Distribuzione. Nel dettaglio, verranno approfondite le azioni svolte in ciascuna fase, mettendo in evidenza personale e/o macchine coinvolte, gli aspetti chiave del processo e le nuove tecnologie distintive dell'*Industry 4.0*.

2.3.1. Flusso delle merci in entrata

Come noto in Letteratura [5] *“la logistica in entrata è un ciclo operativo della supply chain destinato a garantire la fornitura dei prodotti o delle risorse necessarie alle attività aziendali.”*

Per ottenere una logistica *inbound* efficace, le aziende devono calcolare la previsione della domanda, identificare le metodologie e i lead time con cui riceveranno le scorte, organizzare i flussi di merce e, soprattutto, gestire la ricezione dei prodotti senza errori. Inoltre, per migliorare la logistica in entrata e avere quindi una *supply chain* competitiva, le aziende possono investire nell'automazione, sia nella gestione delle installazioni che nella movimentazione della merce.

La logistica *inbound* è composta da precise fasi.

Nella **gestione dei flussi di approvvigionamento** l'attività è rivolta alla gestione delle quantità e della frequenza di rifornimento dei prodotti indispensabili, al fine di disporre sempre della merce richiesta. Per **approvvigionamento dello stock** ci si riferisce al processo di acquisto dei prodotti. Si programma, poi, *“l'arrivo della merce nell'ottica di pianificazione del trasporto, al fine di evitare colli di bottiglia nelle baie di carico del magazzino.”*

Scarico e ricevimento del materiale sono fasi fondamentali per permettere che la merce venga scaricata dai camion e poi spostata verso l'area di ricezione o consolidamento. *“È essenziale assicurarsi che i prodotti ricevuti corrispondano a quelli ordinati, nonché verificare che l'imballo si trovi in perfette condizioni.”*

La merce, superato il controllo qualità, deve essere collocata nelle **unità di carico** (pallet, scatole o contenitori) che verranno utilizzate per lo stoccaggio, il trasporto e la conservazione dei prodotti.

*“È fondamentale proseguire poi con la fase di **etichettatura e consolidamento della merce**, ovvero registrare tutte le informazioni e l'arrivo dei prodotti ricevuti per introdurre il nuovo stock insieme a quello esistente e, in questo modo, aggiornare lo stato dell'inventario.”*

L'ultimo passaggio prevede lo **stoccaggio nel sistema idoneo**, ovvero la merce etichettata e pronta per essere stoccata viene trasferita nel sistema di stoccaggio, dove rimarrà fino a quando non sarà richiesta in una fase successiva della *supply chain*. [5]

Un ruolo chiave, al fine di ottimizzare tutte le operazioni sopradescritte, è svolto dalla digitalizzazione della *Supply Chain*.

Tramite l'utilizzo di un software WMS, *“le imprese possono trarre vantaggio da una logistica inbound efficiente e digitalizzata. Il WMS, che comunica con l'ERP, esegue automaticamente gli ordini di acquisto ai fornitori e, quindi, rifornisce la merce prima che raggiunga il livello minimo che è stato stabilito.”* Quindi, lo scopo di un WMS è semplificare e, se possibile, automatizzare tutte quelle attività ripetitive per l'azienda e soprattutto evitare azioni in cui vi è un'elevata possibilità di errore umano.

2.3.2. *Inbound vs Outbound*

La principale differenza tra la logistica in entrata (*inbound*) e la logistica in uscita (*outbound*) è che la prima si occupa dell'approvvigionamento mentre la seconda soddisfa la domanda dei clienti. [5]

Inbound e outbound si differenziano per alcuni elementi fondamentali.

La logistica in entrata (*inbound*) garantisce l'approvvigionamento delle risorse o dei prodotti (**materie prime e/o semilavorate**), mentre la logistica in uscita (*outbound*) si riferisce al processo di distribuzione dei **prodotti finiti** a distributori, rivenditori o consumatori finali.

La logistica in entrata gestisce l'**acquisto** dei prodotti, mentre la logistica in uscita li commercializza (**vendita**). Ciò che realmente distingue questi due tipi di scambio è il processo che sta alla base: la comunicazione dell'azienda con i propri fornitori (approvvigionamento dei prodotti) è differente da quanto avviene con gli operatori logistici o con i clienti finali (vendita o distribuzione ai rivenditori).

Inoltre, il **ricevimento**, legato alla logistica *inbound*, gestisce la flotta di trasporto, lo scarico della merce, l'etichettatura dei prodotti o il controllo delle scorte. La **spedizione**, propria della logistica in uscita, consolida gli ordini e li carica sui camion in base al percorso e ad altre condizioni per inviarli ai magazzini di distribuzione o direttamente al cliente finale. [5]

Le Figure 2.5 e 2.6 mostrano nel dettaglio le attività svolte dai flussi *inbound e outbound*. Di competenza del flusso *inbound* sono registrazione e ricezione, il processo di ricezione (che inizia immediatamente dopo che le ricevute preliminari sono state caricate nel sistema WMS) e la ricezione delle informazioni. [6]

Inbound



Figura 2.5: Fasi del processo di Inbound

I processi propri della logistica in uscita (*outbound*) sono, invece, convalida degli ordini, verifica di errori, rifornimento e prelievo del prodotto, imballaggio, approntamento, controllo e carico, spedizione del prodotto al luogo di arrivo finale. [6]

Outbound

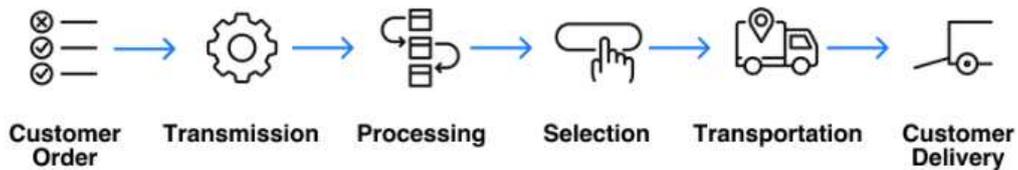


Figura 2.6: Fasi del processo di Outbound

Lo spazio tipicamente dedicato alle attività logistiche di *inbound e outbound* è solitamente localizzato nell'area di precarico, in prossimità delle baie di carico/scarico merce.



Figura 2.7: Attività di ricezione merce all'interno di un magazzino

Fondamentale è, considerare il fattore tempo e, pertanto, alternare i due processi logistici in diverse fasce orarie.

2.3.3. Controllo qualità e verifica dei quantitativi

Il processo di controllo qualità e verifica dei quantitativi della merce in ingresso ha come obiettivo la verifica che i materiali in entrata rispettino sia gli *standard* qualitativi aziendali che i quantitativi previsti negli ordini. L'origine delle merci può essere interna (dalla produzione aziendale stessa) o esterna (da fornitori esterni).

A tal proposito, il controllo applicato alle merci può variare in base alla provenienza delle stesse.

Nel caso della *merce prodotta internamente*, il controllo qualità e quantità è solitamente meno intenso, poiché si presuppone che i controlli siano già stati effettuati al termine della fase produttiva. Tuttavia, può comunque essere effettuata una verifica visiva e quantitativa al momento dell'ingresso in magazzino, al fine di garantire idoneità dei prodotti allo stoccaggio.

La merce che arriva dai *fornitori esterni*, invece, richiede solitamente un controllo più accurato. Tipicamente, si riconoscono tre differenti approcci di controllo *qualitativo*, che sono:

- **Free pass:** La merce del fornitore viene accettata senza eseguire alcun controllo, basandosi sulla fiducia acquisita sulla base dell'affidabilità del fornitore. Solitamente, tale approccio viene adottato quando il fornitore ha dimostrato ripetutamente di rispettare gli *standard* qualitativi richiesti.
- **Controllo a campione:** Viene verificata solo una parte della merce ricevuta (campione), selezionata in modo casuale o secondo specifici criteri statistici. È un metodo efficiente per bilanciare il controllo della qualità con la velocità del processo, e permette di ridurre tempo e risorse necessarie rispetto ad un controllo della totalità della merce.
- **Controllo al 100%:** Ogni unità di merce ricevuta viene ispezionata per verificarne la conformità. È l'approccio che garantisce maggiore sicurezza in termini qualitativi, ma risulta essere anche il più costoso e dispendioso in termini di tempo e risorse utilizzate. Tipicamente viene utilizzato per materiali critici o quando i fornitori non sono considerati affidabili.

Esiste, inoltre, il “*Vendor Rating*”, ovvero una tecnica di classificazione della fiducia dei fornitori. Tramite questa tecnica è possibile andare a valutare i fornitori su diversi *KPI* (*Key Performance Indicator*) definiti dall’azienda. L’*output* finale è un indice sintetico, che permette di valutare e attribuire un punteggio a ciascun fornitore.

Un aspetto chiave della seguente fase di verifica riguarda il tempo che viene impiegato da quando la merce arriva in magazzino a quando termina il controllo qualitativo. La merce, infatti, durante questo arco temporale, non risulta disponibile. È, dunque, fondamentale evitare ritardi in questa fase.

2.4. Attività di Stoccaggio e Gestione degli Stock

2.4.1. Tipologie di stoccaggio

Un’azienda può adottare molteplici soluzioni di stoccaggio.

Gli articoli, sulla base di criteri quali dimensione e peso, possono essere stoccati *a terra* o su *scaffalature*. Una volta definito il posto in cui stoccare i prodotti, l’azienda stabilisce il criterio più adatto per organizzarli.

Scegliere la tipologia di stoccaggio più conforme alla realtà aziendale è fondamentale in vista della gestione del magazzino e per lo svolgimento dei processi operativi.

Variabili da valutare perentoriamente sono: lo spazio disponibile, la tipologia e la quantità di articoli stoccati, gli imballaggi utilizzati e il flusso di lavoro.

Sono identificabili due tipologie di stoccaggio.

Lo **stoccaggio a terra**, conosciuto anche come “*stoccaggio di merci accatastate*”, è una tecnica che vede la collocazione della merce direttamente al suolo. Questa tipologia di stoccaggio garantisce una grande rotazione delle merci e queste vengono solitamente raggruppate in una specifica area del magazzino, così da facilitarne la localizzazione per la preparazione degli ordini. Il vantaggio sta nel risparmio sui costi. Non necessitando, infatti, di scaffalature, lo stoccaggio a terra risulta essere il metodo più economico. Tuttavia, non è la tipologia di stoccaggio maggiormente preferita, dal momento che obbliga a percorrere lunghe distanze, non sfrutta in modo efficiente la superficie disponibile ed è esposto ad un elevato rischio di crolli. [7]

La tipologia di stoccaggio più diffusa è lo **Stoccaggio su scaffalature**, tecnica che consente di sfruttare al massimo lo spazio disponibile in magazzino e garantire allo stesso tempo maggiore sicurezza.

2.4.2. Tipologie di scaffalature

Verranno ora descritte le varie tipologie di *scaffalature* per lo stoccaggio.

Stoccaggio su scaffalature con accesso diretto.

I prodotti sono prelevabili direttamente dal corridoio di lavoro, che sono sufficientemente larghi per consentire agli operatori di effettuare l'attività di *picking* tramite l'ausilio di carrelli elevatori.

Tale tipologia di stoccaggio utilizza scaffalature tipo *portapallet* e tipo *compattabili*.

Le scaffalature **portapallet** rappresentano una soluzione di facile installazione. Possono essere a singola o doppia profondità (si colloca un pallet dietro l'altro in ogni ubicazione, tipicamente della medesima SKU, *Stock Keeping Unit*). Tale soluzione permette agli operatori di utilizzare qualsiasi mezzo di movimentazione per prelevare la merce, a condizione che il corridoio sia della larghezza appropriata.

*“Le scaffalature **compattabili** sono tipicamente indicate per pallet su basi mobili che si muovono autonomamente per aprire un corridoio di lavoro. Quando l'operatore ordina l'apertura di un corridoio (attraverso un telecomando), le scaffalature si aprono affinché gli operatori possano entrare nel corridoio ed estrarre o depositare la merce nelle rispettive ubicazioni. Questo sistema riduce il numero di corridoi, generando una maggiore capacità di stoccaggio senza perdere l'accesso diretto alla merce.” [7]*



Figura 2.8: Esempio di scaffalature compattabili e scaffalature portapallet

Sistemi per lo stoccaggio intensivo.

Secondo tale tecnica, i corridoi vengono ridotti e le scaffalature sfruttano in modo ottimale la superficie disponibile nel magazzino, offrendo una maggiore capacità di stoccaggio. È la soluzione tipicamente utilizzata quando si lavora con prodotti di largo consumo con poche SKU (*Stock Keeping Unit*, sequenza di caratteri alfanumerici univoca che viene utilizzata per identificare e tracciare i prodotti all'interno del magazzino) e molti pallet.

Le tipologie di scaffalature presenti nei sistemi di stoccaggio intensivo sono di tipo:

- ***Drive-In/Drive-Through:*** Ideale per magazzini con prodotti omogenei e una grande quantità di pallet per ogni SKU. Gli operatori entrano all'interno delle scaffalature per eseguire attività di deposito/prelievo pallet. Le scaffalature sono dotate di binari di appoggio sui quali vengono depositati i pallet. Nella configurazione *drive-in*, il carico e lo scarico dei pallet avvengono dal medesimo corridoio di lavoro, in quella *drive-through*, il carico dei pallet avviene dalla corsia frontale, lo scarico, invece, dal corridoio posteriore.
- ***Push-Back:*** Tecnica che permette il posizionamento di diversi pallet in profondità, garantendo, quindi, uno stoccaggio ad accumulo (il carico viene spinto su canali montanti con un leggero dislivello) per risparmiare tempo e spazio. Le scaffalature presentano rulli o carrelli, che si muovono su binari di scorrimento. Nel momento di introduzione di un nuovo pallet, questo spinge quelli già stoccati,

mentre al momento dell'estrazione, gli altri scivolano in avanti per effetto di gravità. Tale soluzione trova il suo principio di funzionamento nella gestione del carico *LIFO* (*last in, first out*), in cui l'ultimo pallet ad entrare è anche il primo ad uscire.

- **A gravità:** Tale tipo di scaffalatura permette la perfetta rotazione *FIFO* (*first in, first out*) della merce ed un'alta velocità operativa. Le scaffalature sono strutture ad accumulo composte da canali di stoccaggio dotati di rulliere disposte in leggera pendenza, le quali permettono lo scorrimento dei pallet. I carichi pallettizzati vengono introdotti nella parte più alta del canale e si spostano, per effetto della gravità, fino all'estremità opposta dove verranno successivamente prelevati. In tal modo, si eliminano i corridoi intermedi, andando quindi ad aumentare la capacità di stoccaggio del magazzino.
- **Pallet Shuttle:** Si inserisce una navetta/satellite dotata di motore elettrico, che si sposta su binari all'interno dei canali di stoccaggio per depositare e/o prelevare i pallet. È una soluzione semi-automatica; il processo, infatti, viene controllato da un operatore che introduce lo shuttle nella scaffalatura tramite l'ausilio di un carrello elevatore e, successivamente, controlla la navetta attraverso un tablet. Il sistema è disponibile anche in versioni completamente automatizzate, andando ad implementare nel magazzino i *trasloelevatori*.



Figura 2.9: Esempio di sistemi per lo stoccaggio estensivo

Stoccaggio di prodotti speciali o voluminosi.

Si tratta di strutture di stoccaggio specifiche, necessarie per prodotti come tubi e barre metalliche.

Tra queste, le **scaffalature cantilever** sono ideali per lo stoccaggio di unità di carico di lunghezza variabile. I cantilever sono costituiti da due colonne verticali con bracci sporgenti, su cui viene depositata la merce, permettendo così un accesso diretto per una movimentazione semplice. Il prelievo e il deposito del carico possono essere effettuati manualmente per oggetti leggeri, oppure tramite carrelli o mezzi di sollevamento adeguati per oggetti più pesanti.

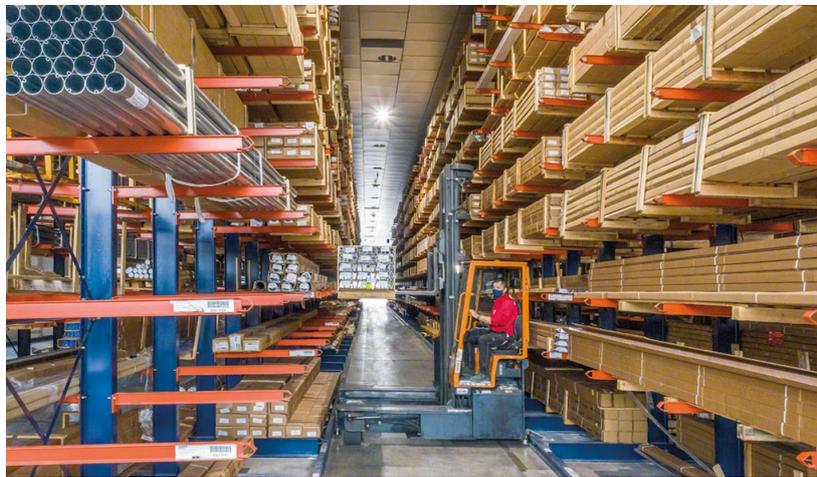


Figura 2.10: Esempio di scaffalature cantilever

2.4.3. Gestione degli Stock

La gestione degli stock identifica un insieme di attività e strategie adottate da un'azienda per monitorare, controllare e ottimizzare la quantità di prodotti presenti in magazzino.

L'obiettivo è garantire sempre disponibilità di quantità sufficienti di materiale al fine di soddisfare la domanda, minimizzando, al contempo, i costi legati all'acquisto, alla conservazione e alla gestione delle scorte.

La complessità del seguente processo risiede nel mantenere un equilibrio tra la disponibilità continua di materiali e la necessità di evitare sprechi e rallentamenti operativi, che potrebbero compromettere l'efficienza complessiva del magazzino.

Un'azienda che adotta una corretta gestione delle scorte è in grado di garantire continuità ai processi produttivi, assicurare condizioni ottimali di approvvigionamento e ridurre i costi di mantenimento.

Al fine di soddisfare tali obiettivi, un'azienda deve *allineare le scorte alla domanda*. A tal proposito, è utile ricordare che le previsioni della domanda sono strettamente legate alla gestione delle scorte e sono essenziali per mantenere bassi i livelli di stock. Tali previsioni si basano su analisi di dati storici, di indici, test, promozioni e fattori esterni.

Il magazzino deve essere sempre in grado di offrire le risorse necessarie a supportare i processi di produzione e distribuzione. La gestione delle scorte deve, quindi, essere orientata verso il mantenimento del *livello di servizio* richiesto in base agli obiettivi aziendali. Questi aspetti, oltre a influenzare l'immagine dell'azienda, hanno un forte impatto economico in quanto, ritardi o mancanza di scorte possono generare forti perdite. Fondamentale è, pertanto, la *riduzione delle scorte*, ovvero eliminare i costi elevati legati al magazzinaggio. L'efficienza operativa può essere ulteriormente potenziata attraverso l'adozione di strategie quali il *cross-docking* o il *just-in-time*, supportate da una produzione flessibile che può essere applicata anche in altri contesti.

La gestione moderna della *supply chain* si trova ad affrontare due sfide fondamentali: *l'aumento delle SKU* e *l'imprevedibilità della domanda*.

L'espansione del catalogo prodotti e/o l'incremento delle varianti di un articolo, fenomeno della *SKU Proliferation*, contribuiscono a rendere più complessa la gestione delle scorte, in quanto, con una maggiore varietà di prodotti aumenta anche la necessità di tenere scorte minime diversificate in magazzino.

Per garantire *variabilità della domanda*, le aziende devono godere di una flessibilità tale da potersi rapidamente adattare ai cambiamenti. Piccole variazioni nei trend di consumo possono avere un impatto significativo sul costo totale di gestione delle scorte.

2.5. Picking delle Merci

2.5.1. Definizione e importanza dell'attività di *picking*

Il *picking* è il processo, eseguito in risposta a ordini specifici, di selezione e prelievo di materiali o prodotti dal magazzino, al fine di prepararli alla spedizione o al processo

produttivo. È un'attività essenziale per la gestione operativa del magazzino, con influenza diretta sull'efficienza logistica e sulla *customer satisfaction*.

Ai fini di comprensione dell'impatto finanziario del *picking* all'interno della logistica aziendale, basti considerare che i costi riservati a tale attività possono superare il 60% del bilancio annuo totale.

A tal proposito, l'ottimizzazione delle procedure di *picking* è una priorità per le imprese che vogliono aumentare l'efficienza del proprio magazzino, pertanto, ottimizzare tali cicli garantisce un miglior rendimento aziendale. L'attività di *picking*, se ben organizzata, consente, infatti, di ridurre i tempi di consegna e minimizzare gli errori, migliorando così il livello di servizio.

Le modalità di *picking* possono spaziare da sistemi *manuali*, in cui l'operatore si sposta nel magazzino per prelevare i prodotti, a sistemi *semi-automatizzati* o completamente *automatizzati* che utilizzano tecnologie avanzate per ottimizzare il processo. Ogni metodologia di *picking* presenta vantaggi e svantaggi in termini di velocità, precisione e costi operativi.



Figura 2.11: Attività di picking

2.5.2. Metodi di *picking*

A seconda delle caratteristiche del magazzino, del volume degli ordini e della tipologia di merci trattate, il *picking* può essere svolto attraverso plurime modalità.

La scelta del sistema più conforme dipende dalle esigenze operative e dall'organizzazione logistica. L'evoluzione tecnologica ha ulteriormente ampliato le possibilità, introducendo soluzioni automatizzate e semi-automatizzate, accanto ai tradizionali sistemi manuali.

La prima distinzione tra i metodi di *picking* riguarda la *relazione umano-prodotti*.

Nell'approccio **Man-to-Goods (l'operatore va alla merce)**, *picking manuale* più utilizzato, l'operatore si muove verso la merce da prelevare. Le informazioni che guidano l'operatore sono contenute all'interno di una *picking list*, la quale segnala gli articoli da prelevare, l'ubicazione di essi e altri dettagli relativi alla spedizione. Sarà quindi il *picker* a spostarsi lungo il magazzino e raggiungere la merce indicata nella *lista di prelievo*. La movimentazione dell'operatore può avvenire a piedi o tramite l'ausilio di un carrello elevatore.

Nell'approccio **Goods-to-Man (la merce va all'operatore)** l'operatore è fermo in una postazione definita e la merce arriva da lui. Per implementare tale schema, sono necessari sistemi di *picking* automatizzati, come nastri trasportatori, monorotaie, automotori, veicoli a guida autonoma (AGV), robot mobili (AMR) e trasloelevatori, che consentono di ridurre significativamente il numero di viaggi dell'operatore e il tempo necessario per il prelievo.

Ulteriore distinzione tra i metodi di *picking* viene fatta sulla base del *livello di automazione implementato*.

Nel metodo **Pick to Order**, l'operatore si muove fisicamente all'interno del magazzino per prelevare i prodotti in base agli ordini ricevuti. È l'approccio tipico dei piccoli magazzini o di contesti in cui la varietà di prodotti è elevata ma i volumi degli ordini sono ridotti. La flessibilità del metodo e i bassi costi di implementazione lo rendono adatto a gestire prodotti a bassa rotazione, con elevate variazioni, o articoli di piccole dimensioni. Limite intrinseco a tale approccio è dato dai tempi di percorrenza degli operatori, specialmente in magazzini di dimensioni maggiori o con alti volumi di ordini. Per mitigare tali inefficienze, è possibile ottimizzare la lista di *picking*, riducendo i percorsi necessari o adottando sistemi automatizzati che supportino l'operatore come scaffalature informatizzate e display.

Nell'approccio **Cluster picking**, l'operatore può gestire simultaneamente più ordini, prelevando i prodotti dagli scaffali in base alla *picking list* e posizionandoli in contenitori

separati per ciascun ordine. Questo metodo offre il vantaggio di ridurre i tempi di percorrenza, poiché permette di completare più ordini con un unico ciclo di prelievo.

Tuttavia, la gestione contemporanea di più ordini aumenta il rischio di errore. Anche la necessità di disporre di un'area di smistamento per dividere i prodotti aggiunge complessità al processo logistico. Questa tecnica vede la sua applicazione soprattutto nel contesto di magazzini che trattano prodotti con SKU simili o ricorrenti, articoli di medie o piccole dimensioni, e ordini caratterizzati da volumi elevati ma composti da articoli simili.

La metodologia **Batch picking** prevede che l'operatore raccolga i prodotti per più ordini contemporaneamente. Tale tecnica risulta efficace quando gli ordini contengono articoli simili, poiché assicura una riduzione in termini di numero di viaggi dell'operatore all'interno del magazzino. L'operatore preleva la quantità totale di articoli uguali (SKU) da una stessa zona del magazzino, collocandoli, poi, in un unico contenitore. Successivamente, il contenitore viene trasportato in un'area dedita allo smistamento.

Il principale vantaggio del *Batch Picking* è visibile nel caso di ordini con molti articoli simili o quando si gestiscono prodotti ad alta e media rotazione. Limite di tale approccio è l'aumento del margine di errore dovuto alla necessità di maneggiare i prodotti due volte (nella fase di *prelievo* e in quella di *smistamento*). Richiede, poi, uno spazio aggiuntivo per gestire correttamente la suddivisione degli articoli. Il *Batch Picking*, pertanto, migliora la produttività e il tempo di gestione di ordini simili, ma necessita di una buona organizzazione e di un'attenta suddivisione degli ordini per minimizzare gli errori e ottimizzare l'efficienza complessiva.

Ulteriore strategia è data dall'approccio **Wave picking**: gli ordini sono organizzati in "ondate" basate su criteri logistici comuni, tra i quali si ricorda il *codice SKU*, *il corriere*, *il cliente*, *la data di spedizione* o *il tipo di imballaggio*. Questa metodologia consente di raccogliere gli articoli in modo massivo, ottimizzando i percorsi dell'operatore all'interno del magazzino. In un primo momento l'operatore preleva i prodotti per diversi ordini in base ai criteri stabiliti; successivamente, la merce viene smistata, imballata ed etichettata per la spedizione. È necessaria un'area appositamente dedicata allo smistamento.

Un elemento distintivo del *Wave Picking* è la sua sincronizzazione con altri processi logistici, quali la spedizione e il confezionamento, e ciò permette di bilanciare le attività di prelievo con quelle di distribuzione. Attraverso, infatti, un programma prestabilito, gli

operatori prelevano i prodotti in base a priorità logistiche, riducendo, in tal modo, i tempi di inattività e migliorando l'efficienza del magazzino.

Il sistema *wave picking* richiede un'attenta pianificazione, al fine di evitare sovraccarichi di lavoro e può anche risultare meno flessibile in caso di ordini urgenti o improvvisi cambiamenti della domanda. È indicato per prodotti con cicli di produzione e spedizione regolari, e per magazzini con elevato turnover, dove le operazioni di *picking*, imballaggio e spedizione sono strettamente sincronizzate.

L'approccio ***Zone picking*** si basa sulla suddivisione del magazzino in zone ben definite, assegnando a ciascun operatore la responsabilità di prelievo dei prodotti solo all'interno della propria area. La specializzazione degli operatori all'interno delle loro aree aumenta la rapidità e la precisione del processo di prelievo. Nei contesti con elevati volumi di attività, inoltre, è comune l'utilizzo di sistemi automatizzati, come robot *picking*, nastri trasportatori e pallet, tutti sistemi che consentono di movimentare direttamente i prodotti fino agli operatori, che si limitano a prelevare gli articoli e a inserirli nei contenitori per ciascun ordine. Questo approccio è efficace in magazzini di grandi dimensioni e con alti tassi di rotazione delle merci. L'automazione contribuisce, infatti, a mantenere un flusso di lavoro continuo ed efficiente. Inoltre, tale approccio, riducendo i tempi di percorrenza, contribuisce a migliorare sensibilmente l'efficienza operativa. Tuttavia, alcune criticità da segnalare sono date dalla complessità nella gestione e nel coordinamento delle zone e la possibilità di colli di bottiglia nelle aree con un'elevata concentrazione di ordini.

In magazzini più complessi, nei quali risulterebbe difficile avere un'unica metodologia di *picking* che sia in grado di adattarsi all'intero magazzino, possiamo trovare una combinazione dei sistemi descritti sopra.

2.5.3. Tecnologie e strumenti per il *picking*

L'automazione rappresenta la direzione futura verso cui le aziende orientano il miglioramento dell'attività di *picking*. L'automazione, infatti, assicura una sensibile ottimizzazione in termini di rapidità, precisione e *customer satisfaction*.

A tal proposito, è essenziale definire e monitorare *KPI* di magazzino.

Tuttavia, il contributo del personale continua ad essere cruciale, sia nelle operazioni manuali che in quelle automatizzate.

Per migliorare ulteriormente l'efficienza e preparare il *picking* alle sfide future, diventa indispensabile adottare soluzioni tecnologiche avanzate e strutture in grado di supportare tali innovazioni.

Tra queste, **l'RFID (Radio-Frequency Identification)** offre vantaggi in tema di miglioramento delle operazioni di *picking* all'interno dei processi logistici e di gestione del magazzino. In particolare, viene garantita l'identificazione precisa degli articoli, dal momento che permette di individuare automaticamente e con precisione i prodotti da prelevare, riducendo così gli errori dovuti a scambi o confusione tra articoli simili.

Da ciò ne deriva una maggiore rapidità del processo, in quanto il *picking* diventa più veloce, grazie alla rilevazione senza contatto degli articoli, risparmiando tempo e riducendo la necessità di cercare manualmente i prodotti.

Altro beneficio è dato dalla diminuzione degli errori in quanto, tramite la tecnologia RFID, è possibile una correzione immediata di essi.

Viene garantito anche il monitoraggio in tempo reale e l'ottimizzazione dei percorsi attraverso itinerari più efficienti all'interno del magazzino. Infine, i sistemi RFID permettono una migliore gestione delle priorità, ordinando gli articoli in base alla loro urgenza.



Figura 2.12: RFID nell'attività di picking

Gli operatori possono, inoltre, sfruttare tecniche di ***Picking vocale o Voice Picking***, che permette, tramite cuffie e microfoni, di ricevere comandi vocali, evitando l'utilizzo di display o dispositivi manuali. Tale strategia permette di ridurre il margine di errore e migliora la libertà di movimento degli operatori, specialmente nell'ambito di gestione di volumi consistenti di merci o di oggetti pesanti. Attraverso le modalità proprie del *voice picking* l'azienda vede garantita l'ottimizzazione dell'ergonomia aziendale, e la promozione della flessibilità operativa, importante per la gestione di prodotti a media o

alta rotazione. Tuttavia, tale modalità di *picking* richiede investimenti in termini di tecnologia e una specifica formazione degli operatori.



Figura 2.13: Voice Picking

Il sistema ***Pick-to-Light (PTL)*** è altamente indicato nell'ottimizzazione delle operazioni di prelievo all'interno di un magazzino. Questa modalità, in contrapposizione al *Put-to-Light*, consiste in una vera e propria *guida* per l'operatore durante il processo di prelievo merce.

I *dispositivi PTL* (display luminosi dotati di luci di indicazione), forniscono informazioni dettagliate sulla *posizione* e sulla *quantità* di prodotti da prelevare. Tali dispositivi sono in collegamento con il software di gestione del magazzino, assicurando, quindi, una comunicazione di tipo *bidirezionale* sistema-operatore. Quest'ultimo, infatti, una volta individuata la postazione corretta della merce, la preleva e conferma l'operazione (attraverso un pulsante), comunicando al sistema il completamento del prelievo. Le luci di indicazione si spengono come conferma di avvenuta operazione, per poi riaccendersi al successivo prelievo relativo a nuovi ordini.

Grazie all'utilizzo del *Pick-to-Light*, le attività di *picking* possono essere gestite in modo più efficiente. Questo sistema è particolarmente versatile, in quanto applicabile a sistemi con differenti tipologie di scaffalature.



Figura 2.14: Pick-to-Light

Il ***Put-to-Light*** svolge un ruolo complementare alla modalità sopradescritta, indicando all'operatore *dove e in quale quantità* collocare gli articoli, facilitando così le operazioni di smistamento all'interno del magazzino. Solitamente, *pick-to-light* e *put-to-light* vengono implementati congiuntamente per ottimizzare l'intero flusso logistico, dalla ricezione delle merci al loro prelievo per l'evasione degli ordini.

Le ***Picking Station*** ottimizzano le operazioni di *picking* in un magazzino automatizzato, seguendo il principio *goods-to-person*. Queste stazioni fisse dispongono di ripiani robusti e regolabili per ospitare una vasta gamma di contenitori e sono dotate di display *put-to-light* che semplificano la definizione delle quantità da prelevare e la conferma degli ordini in modo rapido e preciso.

Le *Picking Station* possono essere accoppiate o riconfigurate in vista di ottimizzazione della capacità di elaborazione degli ordini, garantendo la preparazione simultanea di più ordini di lavoro. Ogni stazione presenta due livelli: il superiore accoglie le scatole o i contenitori con i prodotti pronti per il prelievo; il livello inferiore contiene contenitori dedicati a ciascun ordine in fase di preparazione.

Inoltre, la progettazione ergonomica delle *Picking Station* garantisce sicurezza per gli operatori, tramite sistemi di regolazione dell'altezza della piattaforma di lavoro in base alle esigenze individuali. Il miglioramento delle condizioni lavorative aumenta la produttività e riduce l'affaticamento degli operatori.



Figura 2.15: Esempio di Picking Station

La maggiore utilità di applicazione delle *picking station* è riscontrabile in contesti altamente automatizzati.

I ***Picking Cart***, invece, sono stazioni di *picking* mobili, progettati per ottimizzare e agevolare le attività di prelievo e preparazione degli ordini. A differenza delle tradizionali postazioni di *picking* fisse, queste soluzioni sono dotate di ruote pivotanti che ne garantiscono manovrabilità.

Con tali strutture viene assicurata la gestione di ordini composti da articoli di piccole dimensioni e peso ridotto, in quanto permettono agli addetti di raggiungere rapidamente i vari settori del magazzino senza dover trasportare manualmente i contenitori. I *Picking Cart* includono ripiani per l'appoggio e il trasporto dei contenitori, display *put-to-light*, controllori per la gestione dei flussi e un sistema di alimentazione con batterie di backup per garantire la continuità operativa anche in caso di mancanza di energia elettrica.



Figura 2.16: Esempio di Picking Cart

Ulteriore elemento di innovazione è rappresentato dalla possibilità di integrare il *Picking Cart con AMR*, robot mobili autonomi progettati per lavorare in sinergia con l'uomo. Questi robot intelligenti possono infatti trasportare autonomamente i carrelli completati dalle postazioni di *picking* verso altre zone del magazzino, come le aree di consolidamento ordini, imballaggio o spedizione, ottimizzando in modo significativo i tempi e i costi logistici.



Figura 2.17: Picking Cart con AMR integrato

2.6. *Packing* e Preparazione degli Ordini

2.6.1. Ruolo del *packing* nel processo logistico

Il *packing*, fase determinante per la logistica, segue il processo di *picking*, e consiste in quella fase in cui gli operatori si occupano del confezionamento, impacchettamento e imballaggio dei prodotti destinati al cliente finale. Il pacco, infatti, rappresenta la prima interazione fisica del cliente con la merce acquistata. Con l'aumento degli ordini di piccole dimensioni, la rilevanza del *packing* è cresciuta significativamente, rendendolo un elemento chiave nella strategia logistica di un'azienda.

Il processo di *packing* prevede una fase di **confezionamento**, dove i prodotti vengono preparati singolarmente in contenitori appositi, una fase di **impacchettamento**, che consiste nel raggruppare gli articoli confezionati in unità di dimensione maggiore (cartoni o contenitori), una fase di **imballaggio** per il trasporto su pallet o altre unità di carico e, infine, una fase di **documentazione**, ovvero l'inserimento in sistema dei dati necessari per la generazione di *DDT* (Documenti di Trasporto) dell'unità di carico, contenenti informazioni essenziali sulla merce.

Un *packing* efficiente è fondamentale per garantire la sicurezza della merce durante il trasporto e ridurre il rischio di errori, ritardi o perdite nelle consegne. Inoltre, un'adeguata progettazione delle postazioni di *packing* è essenziale per consentire agli operatori di collocare in modo ergonomico i prodotti all'interno del contenitore assegnato per la loro spedizione e, al contempo, ottimizzare il flusso delle operazioni. Risulta, pertanto, fondamentale per la scelta del più ottimale *layout* delle postazioni di *packing*, attuare una attenta valutazione di variabili quali i volumi degli ordini da impacchettare, la tipologia di merce da spedire, il numero di operatori coinvolti nel ciclo operativo.

Attualmente, molte aziende utilizzano *software di gestione magazzino (WMS)* per ottimizzare i percorsi e fornire istruzioni dettagliate agli operatori tramite dispositivi a radiofrequenza o postazioni di lavoro dotate di tecnologia avanzata. Un software di gestione magazzino permette di parametrizzare i differenti metodi di *packing* in base alle esigenze specifiche, che possono essere stabilite dal responsabile della logistica, dai requisiti del cliente o dalle richieste del trasportatore assegnato. Gli operatori dedicati a tali attività ricevono in tempo reale le informazioni necessarie per imballare i prodotti,

definendo se debbano essere confezionati in un'unica o in più unità di carico. Il sistema gestisce, inoltre, i movimenti dei trasportatori automatici, coordinando il flusso dei prodotti verso le postazioni di imballaggio e successivamente verso le baie di carico.

Con l'aumento del volume degli ordini online, fenomeno in significativa crescita dagli anni della pandemia da *Coronavirus*, è nata l'esigenza aziendale di rivalutare il ruolo del *packing*. Esso, infatti, non è solo l'"involucro" di protezione della merce, ma è diventato anche strumento delle strategie di marketing.

2.6.2. Tipologie di imballaggio

Al fine di garantire il trasporto ed una corretta conservazione della merce, ruolo chiave è svolto dall'"*imballaggio*". Esso si riferisce agli involucri materiale e a tutte le operazioni connesse, grazie alle quali è possibile disporre le merci all'interno di contenitori. [8]

Gli imballi dei prodotti non solo garantiscono la loro protezione, bensì hanno anche un grande impatto in termini di costi di stoccaggio e trasporto, che sono influenzati da fattori come le dimensioni, il materiale e il design del prodotto stesso.

L'imballaggio svolge anche un ruolo di mezzo di comunicazione dell'azienda con i propri clienti e contribuisce a rafforzare l'immagine del marchio. Pertanto, la scelta dell'imballaggio è una decisione strategica cruciale per l'azienda.

Tramite il seguente termine si fa riferimento all'involucro esterno nel quale viene racchiusa la merce.

La Direttiva UE 94/62/CE classifica gli imballaggi in tre tipi:

- **Imballaggio primario:** Tipologia di *packaging* che entra in diretto contatto con il prodotto e svolge la funzione principale di *proteggerlo e conservarlo*. Questo tipo di imballaggio rappresenta l'ultima barriera tra il prodotto e l'ambiente esterno, determinandone anche la qualità di conservazione. Esempi comuni includono lattine, bottiglie, sacchetti di caffè, buste di piatti pronti e pacchetti di frutta e verdura. Oltre alla funzione protettiva, l'imballaggio primario è progettato per costituire un'unità di vendita in negozio, garantire stabilità al prodotto sulle scaffalature e migliorarne l'esperienza di vendita. Fondamentale è il rispetto delle normative vigenti, pertanto, deve riportare informazioni obbligatorie quali la data

di scadenza e le istruzioni d'uso. Inoltre, esso riveste anche il ruolo di promozione del brand, attirando l'attenzione del consumatore. L'imballaggio primario può, inoltre, essere riciclato dopo l'utilizzo o riutilizzato, a seconda del materiale impiegato, come nel caso del cartone o dell'alluminio delle lattine.

- **Imballaggio secondario:** Noto anche come "*multiplo*", è il livello successivo di *packaging*. Esso permette di raggruppare diverse unità di vendita imballate singolarmente. Questo imballo non entra mai in contatto diretto con il prodotto finale poiché, tra la merce e l'imballaggio secondario, è sempre presente il *packaging* primario. Le funzioni principali di questo imballaggio sono quelle di *trasporto* e *stoccaggio*, infatti, consente un semplice accatastamento e pallettizzazione delle merci. Nella situazione di articoli destinati alla vendita al dettaglio, l'imballaggio secondario contribuisce a catturare l'attenzione del consumatore, tipicamente attraverso promozioni o informative che ne agevolano la disposizione sugli scaffali.
- **Imballaggio terziario:** L'ultimo livello di *packaging* viene tipicamente utilizzato nei magazzini e nei discount, ed è raramente visibile agli occhi del consumatore finale. Il suo compito è *proteggere, stabilizzare e facilitare la movimentazione dei carichi*. Il classico esempio di imballo terziario è il pallet, sul quale vengono raggruppati imballaggi primari e secondari, limitando quindi potenziali rischi di danneggiamento o contaminazioni lungo l'intera filiera.

L'imballaggio terziario riveste quindi un ruolo fondamentale nella gestione delle unità di carico. Queste unità possono assumere diverse forme, tra cui pallet, scatole, contenitori, sacchi o grandi contenitori per prodotti sfusi. Al fine di ottimizzare la gestione degli spazi interni al magazzino, è essenziale disporre di scaffalature adeguate in base alle tipologie di unità di carico presenti.



Figura 2.18: Imballo primario, secondario e terziario

Durante la fase di selezione della tipologia di *packaging* idonea, è importante considerare diversi fattori che possono influire sui costi che l'azienda deve sostenere. Da un lato, troviamo i costi *diretti*, tra cui l'acquisto di materiali e lo smaltimento dei rifiuti, dall'altro i costi *indiretti* associati ad elementi come il processo di imballaggio, la movimentazione e lo stoccaggio e le perdite derivanti da danni nel *packaging*.

Fondamentale è considerare le caratteristiche del prodotto, quali il suo stato fisico (liquido, solido o gassoso), il peso, il volume, la fragilità, la stabilità (se il prodotto tende a deformarsi o mantiene la sua forma), la deperibilità, il livello di pericolosità e il valore economico.

E' importante analizzare il processo di produzione e confezionamento, poiché il formato dell'imballaggio può variare a seconda che il processo di confezionamento avvenga manualmente o tramite sistemi automatizzati.

Per la gestione del trasporto e dello stoccaggio è necessario esaminare parametri come l'altezza di accatastamento, il tempo di stoccaggio dei prodotti, i metodi di trasporto utilizzati e le vibrazioni potenziali, insieme al numero di operazioni di carico e scarico a cui il *packaging* sarà soggetto. Sono da tenere in considerazione, in fase di definizione e scelta di imballaggio, anche aspetti riguardanti le operazioni di logistica inversa, come il riutilizzo degli imballaggi secondari per i resi nell'e-commerce, e le condizioni ambientali (temperatura e umidità).

Tema sempre più centrale è rappresentato dall'impatto ambientale che ha il *packaging* in quanto, attorno ad esso, sono presenti attività complementari quali la gestione dei rifiuti e la possibilità di riciclaggio dei materiali utilizzati.

Sul lato vendita, l'attenzione è rivolta invece alla visibilità dell'imballo. Soprattutto in ambito e-commerce, vi è un elevato interesse nell'esperienza di "*unboxing*" che il cliente vive al momento di ricezione della merce ordinata. L'imballo rappresenta infatti la prima iterazione che il cliente ha con il marchio e il prodotto.

Infine, è essenziale rispettare le normative vigenti, che includono gli *standard* tecnici (come quelli delle normative UNE o ISO), le regolamentazioni internazionali per il trasporto (come quelle previste dall'ISPM-15), le normative ambientali e quelle relative alla gestione di merci pericolose (Accordo europeo ADR per il trasporto su strada di tali merci).

Standardizzare le dimensioni degli imballi ottimizza, in una realtà industriale, la gestione degli stessi.

Secondo il rapporto *The Empty Space Economy di Forbes Insights*, un quarto dello spazio dei contenitori e dei pacchi che vengono inviati e ricevuti ogni anno trasporta "aria". Il 66% degli intervistati ritiene infatti che l'ottimizzazione dell'imballaggio porterebbe un risparmio del 25% del budget investito nel *packaging*. [9]

Standardizzare le misure degli imballaggi permette di ottimizzare lo spazio in tutte le fasi della catena di fornitura, dalla produzione al trasporto e stoccaggio. In Europa, per esempio, si tende ad utilizzare l'*europallet* come *standard* per l'imballaggio terziario (1200x800mm). Questa standardizzazione non solo aiuta a impilare meglio i prodotti, ma consente anche la riduzione degli sprechi di spazio in magazzino e nei sistemi di stoccaggio. Un ulteriore incremento dell'efficienza può provenire da un accordo tra fornitori, operatori logistici, distributori e punti vendita nella scelta degli imballaggi, rendendoli multipli o sottomultipli delle dimensioni dell'*europallet* (600x400mm, 600x800mm o 300x400mm). Questo approccio facilita l'organizzazione ottimale dei pacchi sui pallet e permette una gestione dello spazio più efficiente.

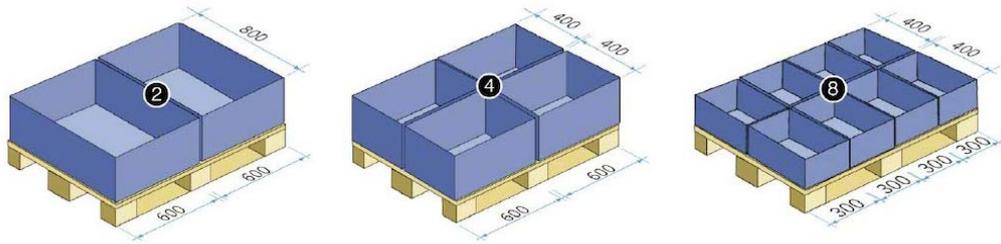


Figura 2.19: Esempi e dimensioni degli imballaggi modulari in relazione all'europallet

2.6.3. Macchine per l'imballaggio

Sempre più aziende si stanno orientando verso l'adozione di macchinari e sistemi di imballaggio, ottimizzando, così, attività quali la protezione dei prodotti, il confezionamento, la sigillatura delle scatole e l'avvolgimento dei pallet.

L'uso di macchine per le attività di *packing* permette, infatti, una concreta accelerazione dei tempi di imballaggio, un miglioramento delle operazioni di magazzino e l'ottimizzazione degli spazi relativi, la riduzione dell'uso di materiali e degli scarti, la diminuzione dell'impatto ambientale aziendale e un maggiore controllo e flessibilità durante le operazioni di confezionamento.

Si riconoscono tre tipologie di macchine per l'imballaggio, distinte sulla base alla loro funzione specifica. Vi sono **macchine protettive**, utilizzate per riempire spazi vuoti e proteggere i prodotti durante il trasporto, riducendo il rischio di danni, **macchine di chiusura**, che assicurano che scatole e pallet siano sigillati correttamente, proteggendo le merci durante la spedizione e **macchine per la saldatura e termo-confezionatrici** che avvolgono e sigillano i prodotti per facilitarne la spedizione, lo stoccaggio o la presentazione finale.

Relativamente alle **macchine protettive**, esse assicurano che i prodotti arrivino intatti a destinazione. Tali macchine sono progettate per generare materiali di riempimento (quali carta e riempitivi ad aria), con funzione di assorbimento di urti e movimenti. Attraverso l'utilizzo di macchine protettive, viene superata la necessità di acquistare materiali preconfezionati come pluriball o cuscini d'aria già gonfiati.



Figura 2.20: Cuscini ad aria e carta da imballaggio utilizzati per proteggere i prodotti

Le macchine per riempitivi ad aria sono compatte e creano cuscini d'aria personalizzati per proteggere i prodotti.



Figura 2.21: Macchina per riempitivi ad aria

Un'altra opzione ecologica e conveniente sono i sistemi di imballaggio in carta. Queste macchine trasformano rotoli o risme di carta in riempitivi compressi, perfetti per avvolgere i prodotti o colmare spazi vuoti.



Figura 2.22: Sistema di imballaggio a carta avanzato

Per prodotti particolarmente delicati, le macchine producono cuscini in schiuma che si modellano secondo la forma del prodotto, garantendo una protezione personalizzata contro urti e graffi.

Le **macchine di chiusura** garantiscono che i prodotti imballati restino integri durante il trasporto, sia che vengano spediti come pacchi singoli sia su pallet. È fondamentale sigillare e proteggere gli imballi contenenti i prodotti e, a tal fine, le soluzioni più comunemente in uso comprendono sistemi di nastratura, reggiatura e avvolgimento.

Le macchine *nastratrici* applicano il nastro adesivo su entrambi i lati della scatola, assicurando una chiusura precisa e sicura.



Figura 2.23: Macchina nastratrice

Le macchine *reggiatrici* automatizzano il processo di applicazione della reggia, permettendo di trarre, saldare e tagliare la reggia in pochi secondi.



Figura 2.24: Reggiatrice semiautomatica

Le macchine *avvolgitrici* sono utilizzate per avvolgere pallet con film estensibile, e forniscono una protezione sicura durante il trasporto di grandi quantità di merci pallettizzate. Possono essere programmate per diverse velocità.



Figura 2.25: Macchina filmatrice

L'ultima categoria di macchine per l'imballaggio sono le **macchine per la saldatura e le termo-confezionatrici**, progettate per proteggere le merci contro polvere e danni dati

dal trasporto, sigillandole all'interno di film termoretraibili o sacchetti. Le termoconfezionatrici, in particolare, sono perfette per proteggere e presentare prodotti come libri, specchi o altri oggetti simili. Il film termoretraibile da esse prodotto crea una barriera protettiva contro acqua, polvere e altri elementi potenzialmente dannosi.



Figura 2.26: Termoconfezionatrice a campana

Le macchine di saldatura, d'altro canto, sono più adatte per prodotti di dimensioni contenute. Rappresentano un'ottima soluzione per chi deve confezionare rapidamente piccoli articoli.



Figura 2.27: Saldatrice semiautomatica

2.7. Analisi della letteratura

Per la stesura delle sezioni 2.5 e 2.6, ho condotto un'analisi approfondita della letteratura scientifica, che ha consentito di esplorare e approfondire il vasto panorama delle attività di *picking* e *packing* nel contesto logistico. La consultazione degli articoli riportati nelle Tabelle 2.1 e 2.2 ha permesso di comprendere come queste due attività chiave, svolte all'interno del magazzino, siano strettamente connesse a temi rilevanti quali:

- Innovazione e Automazione
- Sostenibilità e Materiali
- Attrezzature e *Layout*
- Ergonomia
- Tipologie di imballaggio

PICKING		
#	Titolo rivista	Autori
1	Improving warehouse picking operations	Kevan, Tom
2	Roller rack for carton flow picking operations	Peerless Media, LLC
3	Efficient, Robot-Based Item Picking	Penton Media, Inc., Penton Business Media, Inc. and their subsidiaries
4	Swisslog Logistics unveils new robotic item picking paired with AutoStore	Peerless Media, LLC
5	Goods-to-person picking meets order-to-consumer demand: new automated goods-to-person picking methods will help distribution centers deal with app-oriented consumers, niche retailers and faster introductions of more products with shorter life-cycles	McMahon, Jim
6	Managing people and bots together	Framingham: Peerless Media
7	Improve picking accuracy with LED system	Peerless Media, LLC
8	Warehouse Picking Cart	Penton Media, Inc., Penton Business Media, Inc. and their subsidiaries
9	Mobile robots are getting smarter and going new places: Autonomous mobile robots (AMRs) are working alongside humans and providing help in applications such as hospitals and warehouses thanks to advances in mobility and mapping technology	Moretz, Laura
10	Make order picking more ergonomic	Michel, Roberto

Tabella 2.1: Tabella riassuntiva dell'analisi della letteratura sul picking

PACKING		
#	Titolo rivista	Autori
1	Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate) with zinc oxide nanoparticles for food packaging	Diez-Pascual, Ana M.
2	Production of cowpeas in tomato sauce: economic comparison of packaging in canning and retort pouch systems	Taiwo, K.A. (Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.); Akanbi, C.T; Ajibola, O.O
3	PUTTING THE POWER of the packing station into users' hands	Mccrea, Bridget
4	Automation helps packaging verification: Machine vision and code readers verify packing label quality in a packaging automation system integration project. What will you see and learn?	McLeod, Don
5	Designed for the future: Reusable packaging supports automation adaption, sustainability goals	Jacobsen, Jessica

Tabella 2.2: Tabella riassuntiva dell'analisi della letteratura sul packing

Per comprendere meglio come gli articoli analizzati siano collegati ai temi sopra citati, ho illustrato questa correlazione attraverso le seguenti mappe concettuali, le quali permettono una visione chiara e strutturata delle interrelazioni emerse dall'analisi della letteratura.

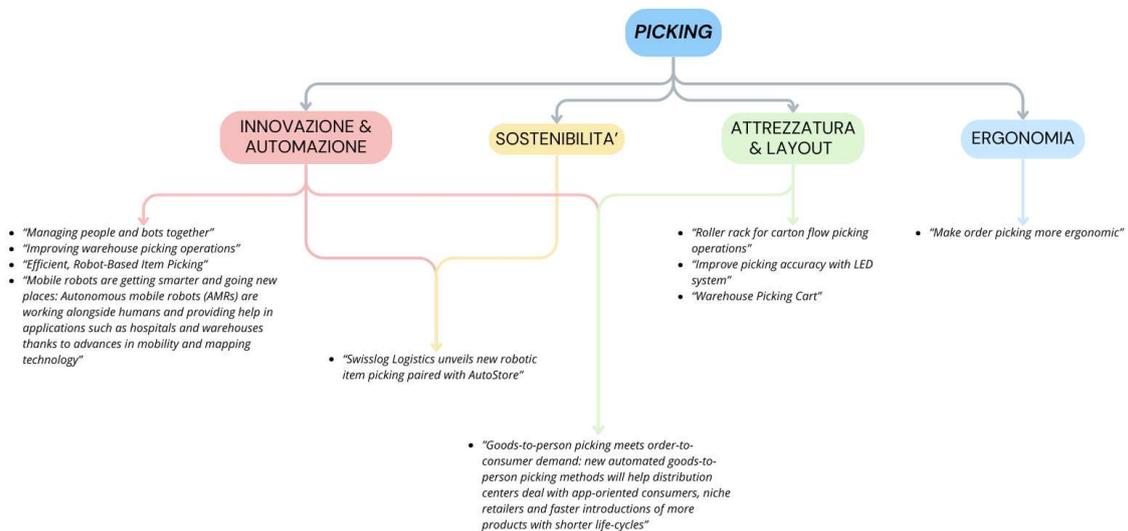


Figura 2.28: Mappa concettuale "picking"

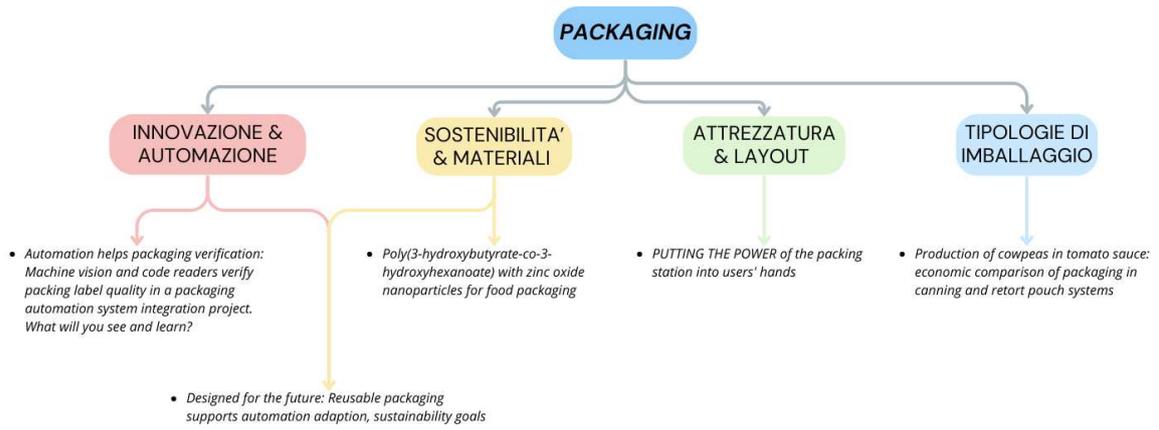


Figura 2.29: Mappa concettuale “packing”

3. Caso Lowara: Define

L'*insourcing* del Centro di Distribuzione di Montecchio Maggiore di *Lowara* da parte di *Xylem*, avvenuto nel novembre 2022 ha come obiettivo il miglioramento della gestione della logistica distributiva.

Precedentemente, la gestione del Centro era affidata a un'azienda esterna. Si registravano problematiche significative riguardanti soprattutto l'organizzazione delle risorse nei processi logistici.

Tuttavia, un limite tuttora attuale risulta la mancanza di uno strumento adeguato per il calcolo preciso della forza lavoro necessaria per le attività di spedizione.

Conformemente con la strategia definita nel piano Hoshin Kanri 2022 di AWS (Applied Water Systems), lo stabilimento di Montecchio Maggiore ha avviato un'iniziativa per la mappatura dei flussi logistici interni, con focus l'analisi dello stato attuale del processo (AS-IS). Il progetto si inserisce nelle azioni volte alla promozione di un miglioramento aziendale, rispondendo alla mancanza di una mappatura completa dei flussi logistici interni e delle procedure correlate. La mancata evidenza di una stima del carico di lavoro degli operatori limita, infatti, la capacità di misurare oggettivamente la forza lavoro necessaria e, pertanto, di affrontare un'ipotetica crescita dei volumi produttivi.

Le lacune evidenziate nella mappatura dei flussi logistici non si riflettono solo sullo stabilimento di MM1, ma influenzano direttamente anche il Centro di Distribuzione IDC. Quest'ultimo, a seguito del recente *insourcing*, presenta un flusso operativo ancor più complesso, che rende maggiormente urgente la necessità di una mappatura precisa, fondamentale per gestire e ottimizzare le risorse e le operazioni.

L'analisi eseguita durante il tirocinio curriculare ha come obiettivo lo sviluppo di uno strumento in grado di ovviare le lacune sopradescritte, migliorando, pertanto, l'organizzazione e la gestione del personale logistico presso il Centro di Distribuzione. Per lo sviluppo del progetto, è stato adottato l'approccio *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*), appartenente alla metodologia *Six Sigma*, focalizzata sul miglioramento continuo.

Nella prima fase, denominata *Define*, l'obiettivo è descrivere e analizzare in dettaglio il problema, al fine di delineare il contesto operativo, identificarne le risorse coinvolte e stabilendo gli obiettivi da raggiungere. [10]

3.1. Problem Statement

Una criticità significativa emersa in seguito all'*insourcing* del Centro di Distribuzione di Montecchio Maggiore consiste nell'incapacità di gestire efficacemente le risorse disponibili nelle diverse attività di magazzino. Questa incompetenza di sistema ha determinato difficoltà nel rispettare il valore economico previsto da spedire, determinato tramite previsioni definite internamente in azienda (*forecast*).

Al fine di affrontare questa problematica e definire l'obiettivo da raggiungere, è stato sviluppato un *KPI* che consente di misurare in modo chiaro e intuitivo lo scostamento giornaliero tra il valore economico previsto da spedire e quello effettivamente evaso dal Centro di Distribuzione.

Sulla base di questa problematica, è stato formulato il *Problem Statement* del progetto:

Da gennaio 2023, è emerso dal file «WEEKLY KPI DASHBOARD 2023» che il valore spedito previsto (Outlook) si discosta dal valore spedito realizzato (Realized) mediamente di 194.692€/gg (percentuale di errore del 16%), mentre il valore massimo è stato di 818.082€/gg. Questo comporta che, a fronte di un determinato valore da spedire, non è possibile stimare con accuratezza il numero di operatori necessari per le attività di picking e packing presso il magazzino IDC.

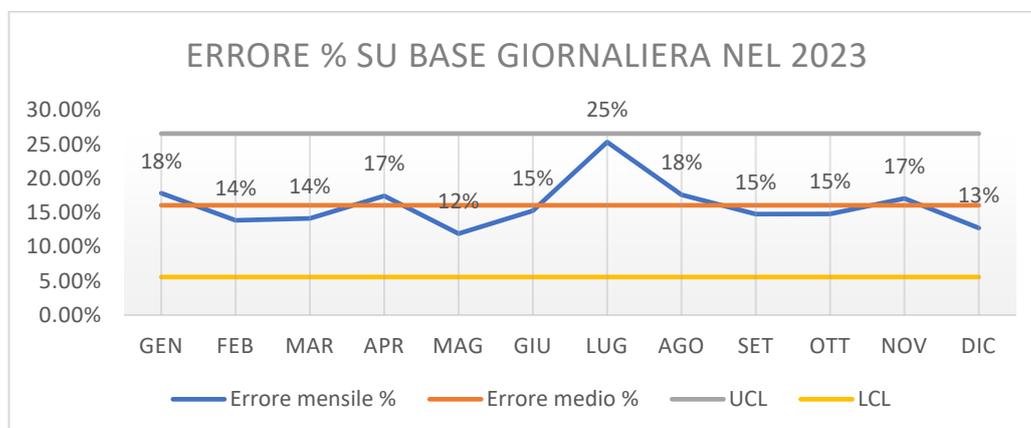


Figura 3.1: Andamento errore % giornaliero nel 2023

Gli attori e le risorse coinvolte nel progetto sono state:

- Personale operativo
- Flow Supervisor
- Un team dedicato, composto da Logistics Manager, Distribution Manager, Shipping Supervisor, Financial Analyst Distribution, e un referente tecnico.

3.2. Goal Statement

Dopo aver individuato il problema del progetto e definito il *KPI* da monitorare, si è stabilito l'obiettivo del progetto, sintetizzato nella seguente affermazione:

Ridurre dal 16% all'8%, entro dicembre 2024, il GAP tra il valore economico previsto da evadere giornalmente e quello effettivamente evaso, migliorando la precisione di stima del carico di lavoro (ore di lavoro richieste per picking e packing).

3.3. Contesto di Analisi del Progetto: Centro di Distribuzione (IDC)

Come già precedentemente descritto nei Paragrafi 3.1 - *Problem Statement* e 3.2 - *Goal Statement*, l'oggetto in analisi in questo progetto è il Centro di Distribuzione, internamente chiamato *IDC (International Distribution Center)*.

Il magazzino si estende su una superficie di circa 4500 m² e, attualmente, impiega circa 60 risorse suddivise su 3 turni. Esso è situato accanto al magazzino MM2, dedicato allo stoccaggio dei componenti necessari per la produzione.

Il collegamento tra MM2 e IDC avviene tramite una rulliera, che consente l'ingresso dei prodotti finiti e dei ricambi nel Centro di Distribuzione.

Come illustrato nell'immagine 3.2, figura di ruolo centrale, immediatamente sotto al Logistics Manager, è il *Flow Supervisor*, il cui compito è supervisionare e organizzare sia il personale operativo che i processi svolti all'interno del magazzino. Il *Supervisor* è supportato da diversi *Riferimenti*, che fungono da punto di riferimento operativo per gli operatori.

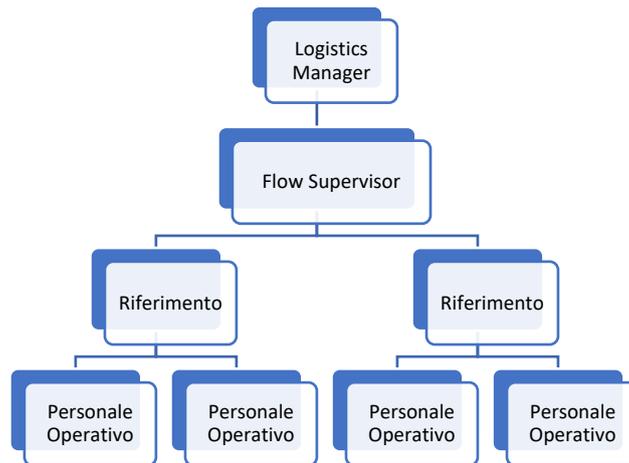


Figura 3.2: Struttura organizzativa del Centro di Distribuzione

All'interno dell'IDC si possono distinguere due aree principali.

L'**Area di gestione del prodotto finito**, zona principale del magazzino, è sede di gestione di circa l'80% della merce destinata alla spedizione. I prodotti lavorati in quest'area sono principalmente pompe di piccole e medie dimensioni. Per le pompe di dimensioni maggiori, infatti, è presente un'area esterna, denominata "*NORD*", appositamente attrezzata per lo stoccaggio di queste pompe, tipiche delle famiglie di prodotti *SV* e *Booster*.

L'**Area di gestione dei ricambi**: più piccola, è situata su un soppalco al di sopra dell'area del prodotto finito ed è dedicata alla preparazione del restante 20% della merce spedita. In questa zona, la dimensione dei pezzi trattati è generalmente ridotta, dal momento che tale area è dedita principalmente a parti di componentistica, parti di ricambio e minuteria.

Una comunicazione efficace tra le due zone è fondamentale per il coordinamento delle operazioni e per la preparazione delle spedizioni. Il sistema gestionale aziendale, suddividendo le spedizioni ed inviando le informazioni necessarie all'area competente, facilita la comunicazione tra area di prodotto finito e area ricambi.

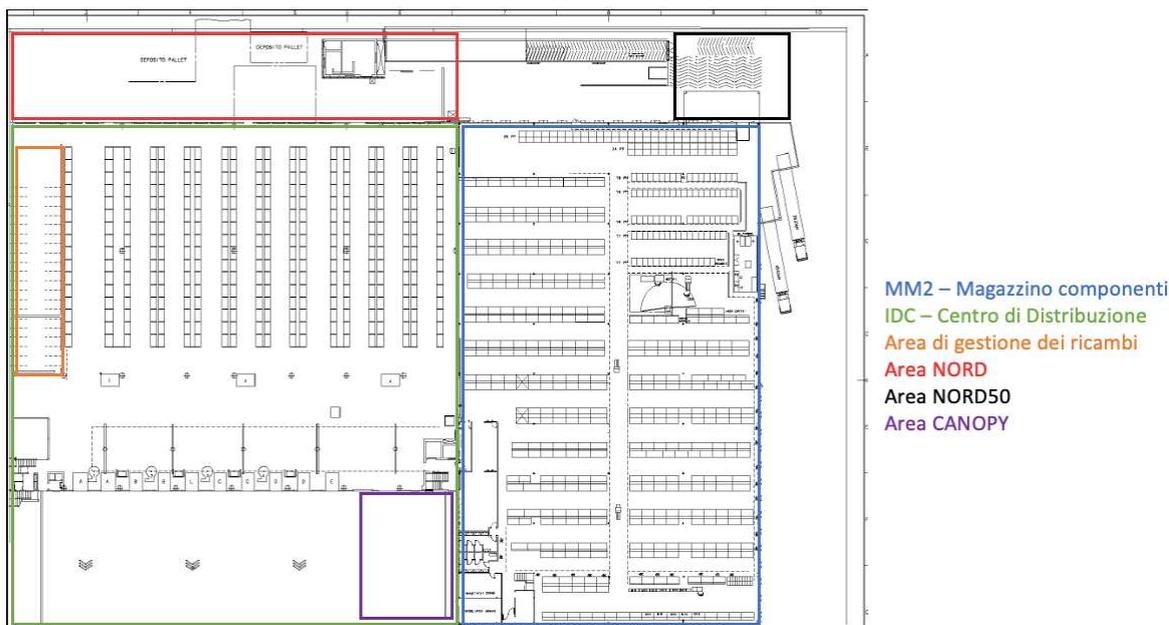


Figura 3.3: Layout MM2 e IDC

Da un punto di vista generale, all'interno del Centro di Distribuzione si svolgono i macroprocessi di *inbound*, *stoccaggio*, *picking*, *packing*, *carico merci nei mezzi di trasporto*.

L'**inbound** è il processo di ingresso delle merci in magazzino, che avviene attraverso l'ausilio di una rulliera. Nel caso in questione, i prodotti ricevuti dal Centro di Distribuzione si distinguono tra quelli provenienti dalla produzione di *Lowara* e quelli inviati da altre sedi del gruppo *Xylem*. I prodotti del primo gruppo, ovvero quelli interamente fabbricati dall'azienda, possono essere suddivisi in due categorie: *MTS* (*Make to Stock*), che vengono stoccati nelle scaffalature una volta entrati in magazzino, e *MTO* (*Make to Order*), ossia prodotti già associati a un ordine cliente con un orizzonte temporale pari a $n+1$, che beneficiano di un flusso preferenziale al momento dell'ingresso in magazzino.

La fase successiva all'ingresso dei prodotti nel magazzino è il loro **stoccaggio**. Come illustrato in Figura 3.4, l'area di stoccaggio è organizzata in 10 corsie, ciascuna identificata da una lettera (A-M), e ospita prodotti della stessa famiglia merceologica. Complessivamente, l'area dispone di 7000 locazioni per lo stoccaggio e le scaffalature raggiungono un'altezza di 10/12 metri. Oltre alle ubicazioni interne, è presente un'area esterna, denominata *NORD*, destinata allo stoccaggio dei prodotti finiti di grandi dimensioni.

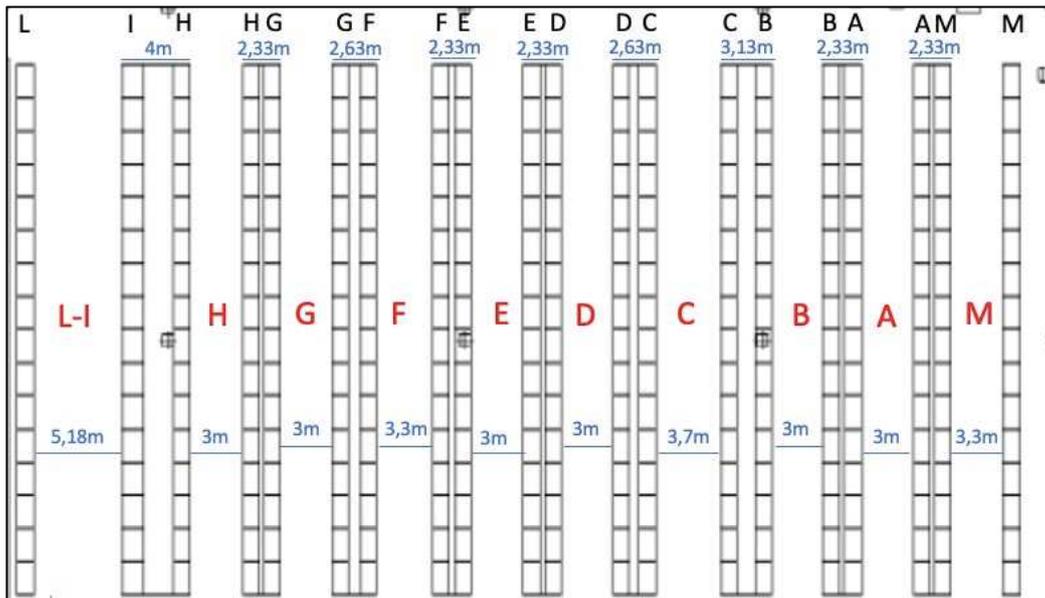


Figura 3.4: Layout corsia area di stoccaggio prodotto finito

L'**attività di Picking** inizia quando l'operatore ritira le *liste di prelievo*, che contengono l'elenco della merce da prelevare per ciascuna spedizione. È possibile distinguere l'attività di *picking* in due differenti categorie:

- *Picking a quantità*: in esso, l'operatore preleva dalla locazione solamente il numero di pezzi indicati dalla *lista di prelievo* e, una volta terminato il prelievo, deve riposizionare il pallet da cui ha prelevato la merce;
- *Picking a svuotamento*: l'operatore svuota completamente la locazione da tutti i pezzi disponibili.

I prelievi effettuati nell'area esterna, denominata *NORD*, hanno un flusso operativo simile a quello dei prodotti finiti gestiti internamente, anche se l'area di stoccaggio è differente.

In dettaglio:

- Area *NORD*: composta da 40 locazioni (numerata da NORD10 a NORD49), sede di stoccaggio dei prodotti che, per dimensioni, non possono essere stoccati all'interno del magazzino;
- Area *NORD50*: locazione unica dedicata ai prodotti di grandi dimensioni che non gestibili all'interno del magazzino.

Al termine dei prelievi indicati in una lista di *picking*, il bancale, o i bancali nel caso di spedizioni composte da molte righe d'ordine, viene depositato nell'area di scambio denominata "888888". Quest'area consente di separare il flusso del *picking* da quello del *packing*, agevolando il passaggio delle merci alla fase successiva.



Figura 3.5: Mappatura del picking a quantità e svuotamento

L'area di scambio è suddivisa per "tipologia" di corriere. Questa suddivisione agevola l'attività di *packing* e di *carico* dei colli all'interno del mezzo.

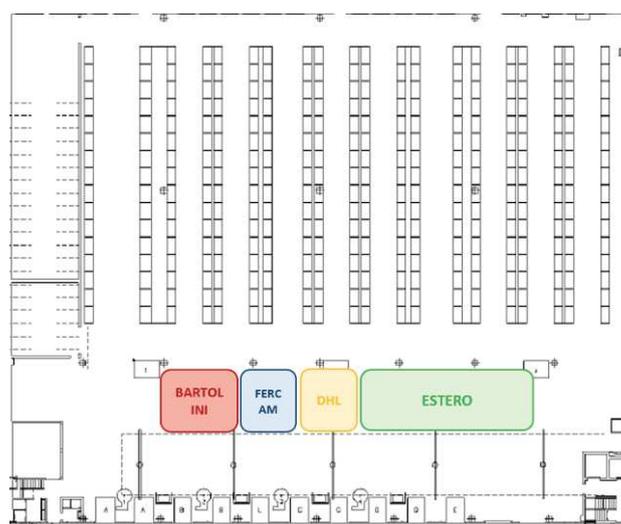


Figura 3.6: Suddivisione area di scambio 888888

L'attività di packing ha inizio quando gli operatori prelevano i bancali pieni di merce dall'area di scambio. Questa fase si svolge in un'area dedicata, composta da sei postazioni, ognuna delle quali è equipaggiata con tutto il necessario per l'imballaggio e la preparazione della documentazione necessaria per la spedizione.

L'attività è suddivisa in due sottoprocessi distinti, in base alle diverse azioni svolte dagli operatori in ciascuno di essi.

Nella tipologia di **Packing “contestuale”** sono previsti imballaggio della merce e stampa della documentazione per le spedizioni che verranno caricate nelle prime sette baie di carico. Una caratteristica chiave del processo è la costante presenza delle casse del camion in baia, oltre alla frequenza elevata dei ritiri effettuati dai corrieri nel corso della giornata. Grazie alla regolarità dei ritiri, non è necessario saturare completamente la capacità dei mezzi di trasporto. Le spedizioni, inoltre, vengono generalmente inviate a hub logistici, che si occuperanno della redistribuzione ai clienti finali. Questa organizzazione permette di semplificare il processo di imballaggio, senza richiedere un particolare sforzo nella preparazione dei colli.

Nel **Packing “non contestuale” (estero)** le spedizioni sono destinate direttamente al cliente finale e possono avere come destinazione qualsiasi paese del mondo. I ritiri, inoltre, sono dedicati e i trasportatori devono prenotare una baia di carico per effettuare il prelievo. Poiché queste spedizioni possono coprire lunghe distanze, diventa essenziale ottimizzare lo spazio all'interno del camion o del container. Di conseguenza, il processo di imballaggio è più complesso e richiede particolare attenzione per garantire la stabilità dei colli durante il trasporto, anche su tratte internazionali. I colli preparati, non essendoci immediata disponibilità del mezzo in baia, vengono temporaneamente depositati nell'area esterna chiamata “Canopy” o in un'apposita sezione dell'area “888888”, in attesa del ritiro.

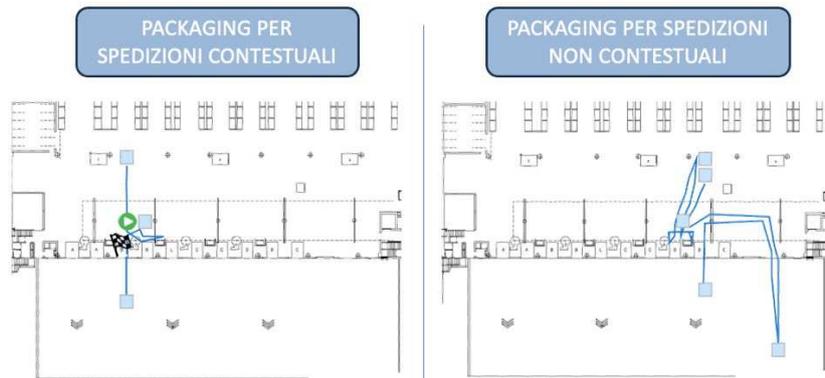


Figura 3.7: Packing “contestuale” vs “non contestuale”

Una volta conclusa la fase di *packing*, viene avviato il processo di **carico merce nei mezzi di trasporto**. Ai fini di una migliore descrizione di tale fase, verrà mantenuta la distinzione tra processo *contestuale* e *non contestuale*. Nel primo caso, l'operatore del *packing* è responsabile anche del carico, poiché, con la cassa già disponibile in baia, una volta completata la preparazione della spedizione, si occupa di caricare il camion con i colli.

In caso di processo *non contestuale*, invece, è presente un operatore dedicato al carico che colloca i colli all'interno del camion o container quando esso arriva e si posiziona in baia. In questo caso è necessaria, quindi, anche una fase di ricerca dei colli, poiché potrebbero essere stati preparati nei giorni precedenti e depositati in aree di stoccaggio temporaneo.

La Figura 3.8 mostra tutte le macroaree presenti all'interno del Centro di Distribuzione.

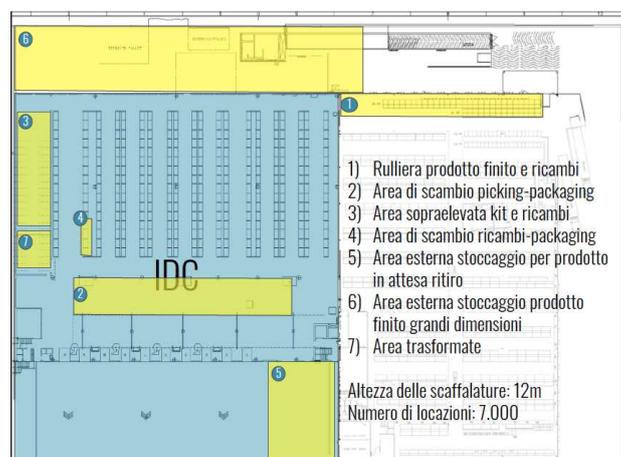


Figura 3.8: Macroaree del Centro di Distribuzione

È possibile, poi, descrivere attività di “supporto” a quanto finora descritto. In particolare, le **attività di verifiche inventariali** sono controlli fisici e contabili delle giacenze di magazzino, finalizzate a confrontare la quantità e il valore effettivo dei beni presenti con quelli registrati nei sistemi gestionali o contabili dell'azienda.

Le **attività di compattazione e abbassamento** sono operazioni relative all'organizzazione e all'ottimizzazione dello spazio di stoccaggio all'interno del magazzino. La *compattazione* ottimizza la gestione dello spazio nel magazzino, riducendo lo spazio vuoto tra le merci stoccate e raggruppando prodotti simili. L'*abbassamento* sposta le merci da scaffalature alte a posizioni più facilmente accessibili per facilitare il *picking* o la spedizione.

Mezzi di trasporto visibili all'interno del magazzino sono i *transpallet*, utilizzati principalmente nell'area *packing* per la movimentazione dei bancali e il successivo carico sui mezzi di trasporto, e i *carrelli retrattili*, capaci di sollevare le forche fino a un'altezza di 12 metri e che sono impiegati per le operazioni di stoccaggio e *picking*.

Per la movimentazione dei prodotti di grandi dimensioni stoccati nelle aree *NORD* o *NORD50*, sono presenti carrelli "*speciali*" dotati di una portata massima superiore rispetto a quelli utilizzati all'interno del magazzino.



Figura 3.9: Tipologie di carrelli utilizzati in magazzino

3.4. Aree In/Out of Scope del Progetto

La definizione delle aree "*in scope*" e "*out of scope*" è fondamentale per delimitare il campo d'azione del progetto e focalizzare l'attenzione sulle attività oggetto di analisi.

Aree "**in scope**":

- IDC (International Distribution Center)
- Attività di Picking
- Attività di Packing
- Attività di Carico
- Flussi MTS e MTO

Aree "**out of scope**":

- MM1
- MM2
- Attrezzature e Layout
- Attività di Produzione
- Attività di Inbound
- Attività di Compattazione e Abbassamento
- Verifiche inventariali
- Attività svolte dai riferimenti non correlate a picking e packing
- Attività dell'ufficio spedizioni
- Spedizioni di ricambi

Inoltre, è presente un'area di discussione che comprende i potenziali miglioramenti di processo individuati dalla mappatura, i quali possono rappresentare opportunità di ottimizzazione.

3.5. SIPOC

Al fine di rappresentare attraverso una logica *visual* gli *input* e gli *output* dei processi aziendali coinvolti nel contesto distributivo, è stato adottato lo schema *SIPOC*, strumento proprio del metodo *Six Sigma*. Tramite l'adozione del tale approccio è stato possibile definire i fornitori (*suppliers*), gli *input*, il processo (*process*), gli *output* e i clienti (*customers*) all'interno di ciascun processo identificato. Lo schema *SIPOC* ha permesso di evidenziare chiaramente l'area di analisi del progetto, facilitando, pertanto, la

comprensione degli elementi chiave coinvolti e i confini all'interno dei quali il progetto andrà ad impattare. [11]

In Figura 3.10 viene schematizzata la mappatura ad alto livello effettuata nello studio in esame.

Suppliers	Inputs	PROCESS	Outputs	Customers
• Customer Service	• Entrata nuovo ordine	• Programmazione spedizione	• Spedizione programmata da evadere	• Capoturno IDC
• Operatore versamento	• Merce presente sulla rulliera in MM2	• Prelievo merce da rulliera e stoccaggio a scaffalatura	• Merce disponibile per essere prelevata	• Capoturno IDC
• Capoturno IDC	• Spedizione programmata da evadere • Merce disponibile per essere prelevata	• Verifica accantonamento totale merce e stampa picking list	• Picking list stampata	• Operatore picking
• Operatore picking	• Picking list stampata • Bancale (prelievo da inizio corsia / recupero da locazione svuotabile) • Attrezzature per picking	• Prelievo merce indicata e deposito in area 888888	• Pallet di prodotti finiti disponibili in area 888888 • Bandiera spedizione	• Operatore packaging
• Operatore packaging	• Pallet di prodotti finiti disponibili in area 888 • Bandiera spedizione • Attrezzature e materiale per imballaggio	• Imballaggio merce e caricamento del camion/container	• Collo imballato e caricato nel mezzo di trasporto • Documenti per il trasporto	• Vettore
• Vettore	• Collo imballato e caricato nel mezzo di trasporto • Documenti per il trasporto	• Spedizione merce	• Spedizione evasa	• Cliente finale

Figura 3.10: Analisi SIPOC

Nel quadrante in rosso in Figura 3.10 è rappresentata l'area del processo su cui si è concentrata l'analisi del progetto.

3.6. Customer Requirements (CTQs)

All'interno del contesto *DMAIC*, nella fase di *Define*, i *Customer Requirements (CTQs)* rivestono un ruolo fondamentale. L'analisi dei *CTQs* (Figura 3.11) risulta di primaria importanza, in quanto permette di identificare i requisiti essenziali dei clienti identificati nella fase precedente del *SIPOC*, ovvero le caratteristiche necessarie che il prodotto e/o servizio deve avere al fine di soddisfare in modo completo le esigenze dei clienti stessi. La fase di raccolta dei *CTQs* permette quindi di stabilire obiettivi oggettivi e misurabili, i quali vengono successivamente prioritizzati in vista del miglioramento della performance aziendale.

In sintesi, i *CTQs* rappresentano la “voce del cliente” tramite *KPI* chiari e misurabili che guidano il progetto *DMAIC* verso il miglioramento della qualità e allineandolo alle reali aspettative dei clienti coinvolti. [10]

Per la definizione di questa fase, sono stati interrogati i *clienti* identificati in fase di definizione del *SIPOC*, i quali risultano essere:

- Capoturno IDC
- Operatore di picking
- Operatore di packing
- Vettore
- Cliente finale

Per ognuno dei *clienti* sopracitati sono state individuate le aspettative e le necessità correlate al progetto. Il passaggio successivo ha previsto la traduzione della “voce del cliente” in termini quantitativi, individuando, pertanto, i *KPI* in grado di rappresentare al meglio i desideri di ciascun cliente.

Customer	VOC	Key Issues	Customer CTQs
Capoturno IDC	<ul style="list-style-type: none"> • Stimare in modo corretto il carico di lavoro delle attività di picking e packaging per evadere le righe previste nella giornata • Evadere senza ritardi tutte le righe previste nella giornata 	<ul style="list-style-type: none"> • % di errore tra il valore spedito previsto e quello realizzato • OTP (On-Time-Performance) 	<ul style="list-style-type: none"> • % di errore tra il valore spedito previsto e quello realizzato < 8% • OTP=100%
Operatore picking	<ul style="list-style-type: none"> • Maggior chiarezza sulle attività da svolgere e maggiore comunicazione/collaborazione con operatore packaging 	<ul style="list-style-type: none"> • OTP (On-Time-Performance) 	<ul style="list-style-type: none"> • OTP=100%
Operatore packaging	<ul style="list-style-type: none"> • Maggior chiarezza sulle attività da svolgere e maggiore comunicazione/collaborazione con operatore picking 	<ul style="list-style-type: none"> • OTP (On-Time-Performance) 	<ul style="list-style-type: none"> • OTP=100%
Vettore	<ul style="list-style-type: none"> • Arrivare nella baia di carico in IDC a ritirare la cassa mobile senza dover attendere il carico della merce 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo di attesa in baia di carico 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo di attesa in baia di carico=0
Cliente finale	<ul style="list-style-type: none"> • Ricevere la merce ordinata entro la data richiesta 	<ul style="list-style-type: none"> • OTD (On-Time-Delivery) 	<ul style="list-style-type: none"> • OTD=100%

Figura 3.11: Customer Requirements (CTQs)

Nella fase finale sono stati identificati i *KPI* prioritari (Figura 3.12).

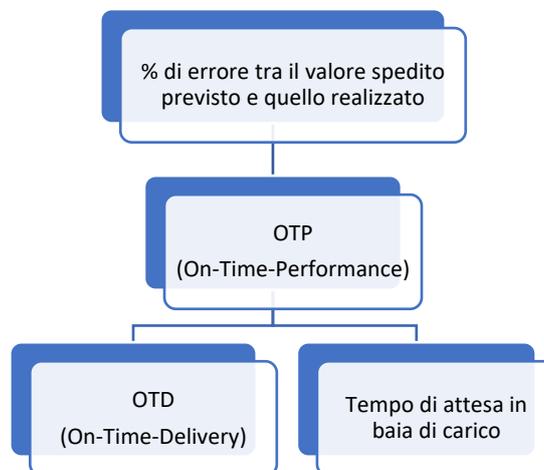


Figura 3.12: Prioritizzazione dei Customer Requirements (CTQs)

Una volta definito il ranking dei *CTQs* è stato individuato l'indicatore più rilevante ai fini del progetto, ovvero la “*Percentuale di errore tra valore spedito previsto e quello effettivamente realizzato*”. Tale *KPI*, già precedentemente identificato durante la fase iniziale di definizione del *Problem Statement*, è risultato fondamentale per permettere il costante monitoraggio e la valutazione delle performance del processo.

3.7. Stakeholder Plan

L'ultimo passaggio proprio della fase di *Define*, ha visto la definizione dello *Stakeholder Plan*. Questo strumento ha l'obiettivo di identificare, analizzare e gestire gli *stakeholder* coinvolti nel progetto, ovvero tutte le persone e/o entità, le quali mostrano un interesse o un'influenza attiva su di esso. Lo scopo principale è volto alla comprensione e gestione di esigenze, aspettative e preoccupazioni degli *stakeholder* coinvolti.

Lo *Stakeholder Plan* prevede l'identificazione dei principali *stakeholder*, interni ed esterni, al fine di valutare il loro grado di influenza e di impatto sul progetto. Vengono, quindi, definite le strategie da adottare per migliorare il coinvolgimento, la comunicazione e la gestione tra *stakeholder*, assicurandosi che essi siano informati sugli obiettivi del progetto e sostengano le iniziative di miglioramento. Lo scopo è ridurre al minimo il rischio di potenziali resistenze o conflitti ai fini del conseguimento degli obiettivi prefissati.

In Figura 3.13, è stata mappata la posizione di ciascun *stakeholder* rispetto al progetto.

Stakeholder	Strongly against	Moderative against	Neutral	Moderative supportive	Strongly supportive
Customer Service				X/O	
Operatore versamento			X/O		
Capoturno IDC				X/O	
Operatore picking			X	→ O	
Operatore packaging			X	→ O	
Vettore			X/O		
Cliente finale			X/O		
IT – BPCS programmer		X	→	O	
Flow Supervisor IDC				X/O	

Figura 3.13: Stakeholder Plan

Dall'analisi è emerso che tre *stakeholder*, evidenziati in rosso, assumevano una posizione non favorevole.

A tal proposito, sono state adottate contromisure con l'obiettivo di portare ciascuno di essi nella posizione desiderata. In Figura 3.14 vengono illustrate le attività svolte per favorire questo cambio di posizionamento.

Stakeholder	Next step	When	Who
Operatore picking	<ul style="list-style-type: none"> Team briefing con operatori Andare nel Gemba e coinvolgere l'operatore nel progetto 	02/2024	A.Casalatina
Operatore packaging	<ul style="list-style-type: none"> Team briefing con operatori Andare nel Gemba e coinvolgere l'operatore nel progetto 	02/2024	A.Casalatina
IT – BPCS programmer	<ul style="list-style-type: none"> Spiegazione importanza e finalità del progetto Coinvolgimento di Senior Manager 	03/2024	Team Progetto

Figura 3.14: Piano di implementazione delle contromisure

4. Caso *Lowara: Measure*

Nella fase di *Measure* l'obiettivo è la raccolta di dati accurati e affidabili per quantificare le prestazioni attuali del processo in esame. Essa è fondamentale per comprendere lo stato attuale (AS IS) del processo e identificare problemi e/o inefficienze, con l'ausilio di dati concreti, distinguendo ciò che effettivamente accade rispetto le supposizioni teoriche.

La fase *Measure* prevede che venga effettuata una mappatura del processo attuale, che vengano quantificate le prestazioni attraverso raccolta dati e verifica delle qualità, e identificate le variazioni e l'influenza di esse nel processo. Inoltre, viene definita una baseline delle prestazioni attuali, che servirà come punto di riferimento per i miglioramenti futuri. [10]

4.1. Mappatura dei Processi

La prima attività svolta per comprendere nel dettaglio lo stato AS-IS dei processi all'interno del Centro di Distribuzione è stata la loro *mappatura*, che offre una visione chiara e dettagliata delle operazioni quotidiane svolte dagli operatori.

Nella fase di mappatura sono previste tre attività fondamentali per la preparazione di una spedizione: il *picking*, il *packing* e il *carico*.

È stato utilizzato un software online chiamato *Klaxoon*, che permette di rappresentare visivamente i compiti eseguiti attraverso l'uso di *post-it* su una lavagna virtuale. I *post-it* possono essere personalizzati e organizzati per facilitare una visione d'insieme e, inoltre, attraverso l'utilizzo di frecce vengono descritti i flussi del processo. Il software permette anche di esportare l'intera mappatura in un file *Excel*, fornendo una visione ordinata delle informazioni e facilitando, pertanto, l'attività di rilevazione dei *task* identificati.

In una fase precedente all'inizio della mappatura, sono stati definiti dei *pre-set standard* per tutti i processi, mantenendo coerenza nella classificazione dei *post-it*.

I *post-it* **rosa**, definiti "**Logica per costruzione**", sono stati usati per evidenziare i punti del processo in cui viene posta una domanda. Sulla base della risposta che si ottiene, si identifica il ramo di flusso operativo da seguire. Lo scopo dei seguenti *post-it* è quindi

quello di supportare la logica decisionale e dunque non vi è associato un tempo specifico di esecuzione.

I *post-it* **azzurri**, definiti "**Processo fisico**", rappresentano invece le attività operative effettive, ovvero le azioni fisicamente svolte dagli operatori. Ad essi viene assegnato un tempo specifico (rappresentano, infatti, attività che richiedono un'effettiva esecuzione).

I *post-it* **verdi**, definiti "**Attività extra**", sono impiegati per identificare le *attività extra* che deviano dal processo *standard*. Rappresentano quindi momenti in cui, per particolari esigenze come spedizioni specifiche o prodotti particolari, si eseguono azioni aggiuntive rispetto al flusso regolare.

La logica seguita per la mappatura si focalizza sull'individuazione del flusso del processo *standard*, con l'obiettivo di rappresentare tutte le operazioni svolte in condizioni ordinarie. Ogni volta che viene riscontrata *un'attività supplementare*, questa viene mappata e distinta visivamente (*post-it verde*), per evidenziarne la natura straordinaria e collocarla esternamente al flusso principale.

4.1.1. Processo di *picking*

Come anticipato nella fase di *Define*, l'attività di *picking* coinvolge diverse aree del magazzino, come illustrato in Figura 4.1.



Figura 4.1: Aree di interesse per l'attività di picking

L'attività inizia quando l'operatore si reca alla postazione del riferimento e preleva le *picking list* dall'apposito stendino. Le *picking list* rappresentano il documento che riporta l'elenco di tutti i prelievi da effettuare per una specifica spedizione. Viene stampata una *picking list* per ciascuna spedizione da processare.

I prelievi contenuti all'interno di ciascuna lista sono organizzati secondo criteri specifici, che sono:

- **Famiglie di prodotti:** i codici vengono raggruppati per categorie merceologiche (es. kit, CEA, GS, DOMO, ecc.);
- **Dimensione:** all'interno di ogni famiglia, i prodotti sono ordinati in base alla grandezza (in ordine decrescente), permettendo un'ottimizzazione del posizionamento dei prodotti sui pallet in vista del *packing*;
- **Codice:** a parità di dimensione, i prodotti sono elencati in ordine crescente di codice.

Insieme alla *picking list*, l'operatore riceve i documenti "*bandiera*", che riportano informazioni come il numero della spedizione, il cliente, il vettore e la data di spedizione. Questi documenti sono utilizzati per identificare il materiale una volta prelevato e portato nell'area dedicata al *packing*.

MAGAZZINO DI PRELIEVO : CD
 SPEDIZIONE : 023405
 CLIENTE : 999525
 VETTORE : 015103 DHL GLOBAL FORWARDING (Italy)
 NOTE :
 LISTA N.: 115475 

MAGAZZINO DI DESTINAZIONE : CD

FAMIGLIA : 00080 FAMIGLIA CO CA BG HM

104480120 CEA370/5/D ELP 23/40
 S 55X24,5X32,5

LOCAZ.	QUANTIT.	LOTTO	ORDINE/RG.
1E3642	2	20230328	969078-008 T
ID4323	8	20230328	969078-008 T

107320040 BGM11/A ELP 220-240 50
 S 55X24,5X32,5

LOCAZ.	QUANTIT.	LOTTO	ORDINE/RG.
1D0700	10	20230227	969078-004 T
2E1357	8	20230227	969078-004 T
2E2681	4	20230303	969078-005 T
1E3027	12	20230306	969078-005 T
1E4235	10	20230227	969078-004 T
1E5215	1	20230222	969078-004 T
1E5415	1	20230222	969078-004 T
2E5774	2	20230306	969078-005 T
2D3463	11	20230222	969078-004 T
2D4499	5	20230222	969078-004 T
2C2360	12	20230303	969078-005 T

***** 115475 - 00080 - 023405 Pagina 8 - Continua *****

Informazioni contenute:

- **Codice cliente**
- **Numero spedizione**
- **Vettore**
- **Numero di lista di prelievo (con codice a barre)**
- **Localione dove si trova il materiale**
- **Lotto**
- **Codice e descrizione del materiale**
- **Tipo di imballo primario**
- **Quantità da prelevare**
- **Ordine e riga ordine**
- **Commenti di riga**

Figura 4.2: Picking list

Una volta prelevate le liste di lavoro, l'operatore si serve del carrello retrattile per iniziare l'attività di prelievo della merce destinata a una spedizione. Questo processo, come già descritto in precedenza, si suddivide in due categorie: il *picking a quantità* e il *picking a svuotamento*. La principale differenza tra i due risiede nel fatto che, nel *picking a svuotamento*, la locazione da cui viene prelevata la merce viene completamente svuotata.

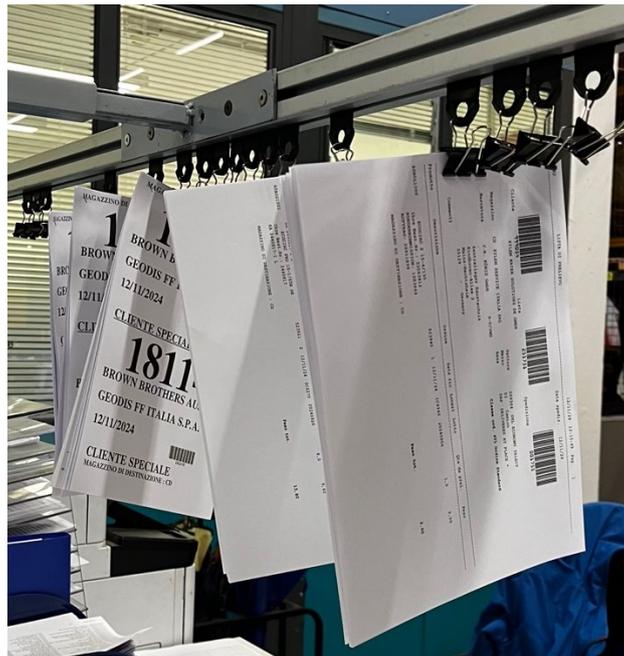


Figura 4.3: Stendino contenente le liste di prelievo

Questa distinzione comporta diverse implicazioni operative. Nel caso del *picking a quantità*, se l'operatore non ha a disposizione un bancale vuoto su cui appoggiare la merce, deve prima recarsi in un'area di stoccaggio di bancali per prelevarne uno. Al contrario, nel *picking a svuotamento*, l'operatore può raggiungere la locazione senza un bancale, poiché utilizzerà direttamente quello già presente in locazione, che verrà completamente svuotato. Inoltre, anche l'attività di sollevamento e successivo abbassamento delle forche del carrello retrattile varia. Nel caso del *picking a quantità*, l'operatore deve eseguire due volte l'attività di sollevamento e abbassamento delle forche: una prima volta per prelevare il bancale da cui prendere la merce e posizionarlo a terra, e una seconda volta per riposizionare il bancale nella locazione al termine del prelievo. Nel

picking a svuotamento, invece, l'operatore deve solo abbassare il bancale dalla locazione, senza doverlo riposizionare dopo aver completato il prelievo.

Si è scelto di seguire flussi distinti per i due sottoprocessi, note le significative differenze operative individuate tra essi.

All'inizio della spedizione, l'operatore, utilizzando il terminale a disposizione, scansiona il codice a barre presente nella lista. Da questo momento può iniziare l'attività di prelievo, internamente chiamato "*missione*". In base alla natura del primo prelievo (a *quantità* o a *svuotamento*), l'operatore comprende se deve prelevare un bancale vuoto o se può procedere direttamente con la missione.

I *task standard* che vengono eseguiti ogni volta che l'operatore si trova di fronte alla locazione indicata sulla lista per effettuare un prelievo sono la scansione tramite terminale del codice a barre identificativo della locazione da cui si deve effettuare il prelievo, l'abbassamento del bancale dalla locazione tramite il carrello retrattile, la rimozione delle cinghie di sicurezza, l'identificazione del prodotto da prelevare e la scansione del codice a barre presente sull'etichetta, passaggio che viene ripetuto per il numero totale di pezzi da prelevare. Si esegue, poi, il trasferimento fisico dei prodotti dal bancale abbassato a quello destinato al prelievo e, successivamente, viene effettuato il riposizionamento del bancale nella locazione originale dopo il prelievo.

Una volta completati tutti i prelievi previsti dalla *picking list*, l'operatore posiziona il documento *bandiera* sul bancale con la merce prelevata e lo colloca nell'area di scambio "888888", corrispondente al vettore della spedizione. In alcuni casi, dato l'elevato volume di prodotti da prelevare per una spedizione, gli operatori potrebbero dover depositare più bancali nell'area "888888" per un'unica spedizione. In questo caso, ogni bancale sarà dotato del proprio documento *bandiera*, per facilitare la ricerca della merce all'operatore incaricato del *packing*.



Figura 4.4: Area di scambio “888888”

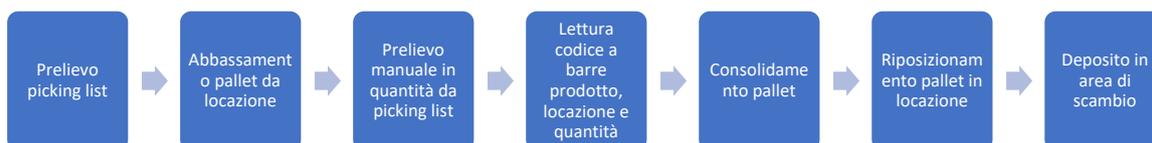


Figura 4.5: Macro-attività del processo di picking a quantità



Figura 4.6: Macro-attività del processo di picking a svuotamento

Il processo di *picking* comprende anche i prelievi effettuati nell'area *NORD*. Come già accennato, in questa area vengono stoccati tutti i prodotti che, per peso e dimensioni, non possono essere collocati sugli scaffali interni. L'area *NORD* è composta da 40 locazioni, identificate con la dicitura "NORD10" fino a "NORD49", e si trova all'esterno del magazzino.



Figura 4.7: Area NORD

Per evitare di interrompere l'attività degli operatori di *picking*, quando nella *lista di prelievo* compare una missione da effettuare nell'area *NORD* (riconoscibile dalla locazione indicata), gli operatori depositano il foglio relativo a tale prelievo in un'apposita cassetina, collocata vicino alla scrivania del responsabile. Questa soluzione presenta due principali vantaggi: innanzitutto, evita che gli operatori debbano interrompere il proprio ritmo di lavoro per uscire con il carrello retrattile a prelevare la merce, e inoltre riduce l'ingombro nell'area di scambio. Infatti, i prelievi relativi all'area *NORD* vengono raggruppati nella cassetina e, al momento opportuno, quando è necessario chiudere una spedizione, viene prelevata la merce presente in quell'area.

Quest'attività di prelievo è generalmente svolta dall'operatore addetto al *packing*, che sta lavorando alla spedizione. È possibile effettuare il prelievo di questi prodotti come ultima fase, poiché sono già provvisti di un imballaggio robusto e, pertanto, non richiedono ulteriori operazioni di confezionamento.

È stata inclusa nella mappatura anche l'attività di *picking* e *packing* relativa ai prodotti presenti nell'area *NORD50*. Come precedentemente accennato, quest'area è dedicata allo

stoccaggio di prodotti la cui movimentazione all'interno del magazzino risulterebbe complessa, e pertanto il *carico* del camion avviene direttamente nell'area in cui la merce è stoccata. L'attività di *picking* e *packing* per questi prodotti è di natura puramente contabile, poiché i pezzi non vengono mai fisicamente movimentati, ad eccezione della fase di *carico*.

Nella mappatura è stato deciso di rappresentare il processo di *picking* attraverso l'identificazione del processo *standard*, che si articola in due flussi distinti (*picking a quantità* e *picking a svuotamento*). Inoltre, sono state individuate alcune *attività extra* che devono essere eseguite in condizioni particolari. L'analisi delle *attività extra* e la relativa regola di attivazione verranno approfondite nei paragrafi 4.1.4 e 5.4.

Le *attività extra* individuate sono state classificate come segue:

- *Area NORD*
- *Area NORD50*
- *EPAL*
- *Cliente Speciale*

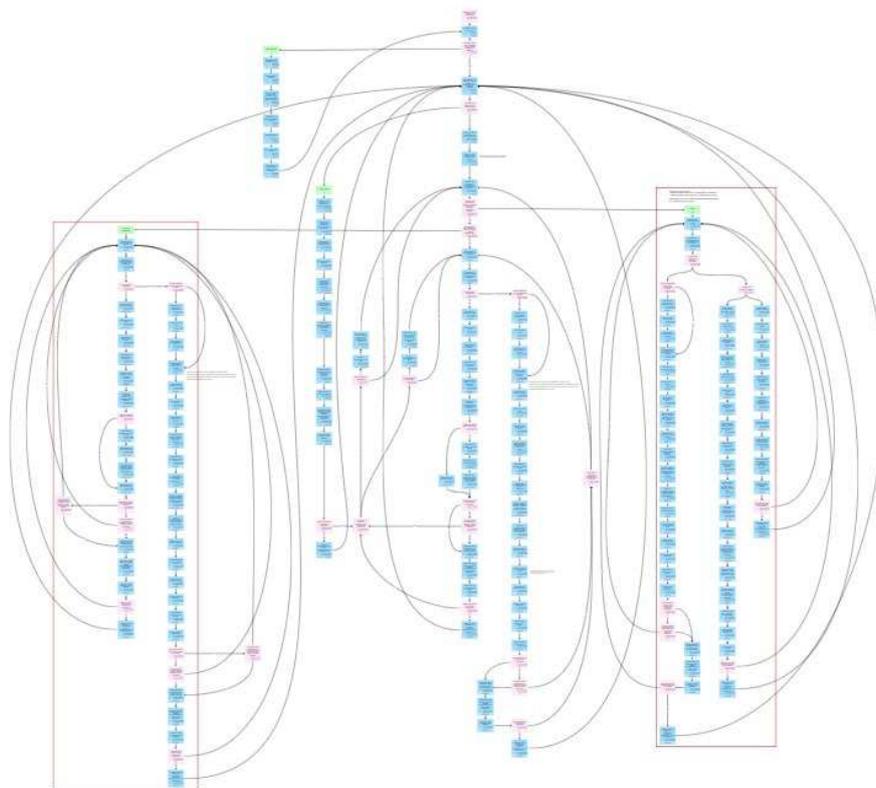


Figura 4.8: Mappatura Klaxon dell'attività di picking

4.1.2. Processo di *packing*

Per facilitare la comprensione della fase di mappatura del processo, note le significative differenze tra il *packing contestuale* e il *packing non contestuale*, è stato deciso di rappresentare separatamente i due flussi, definendo quindi due processi *standard* distinti.

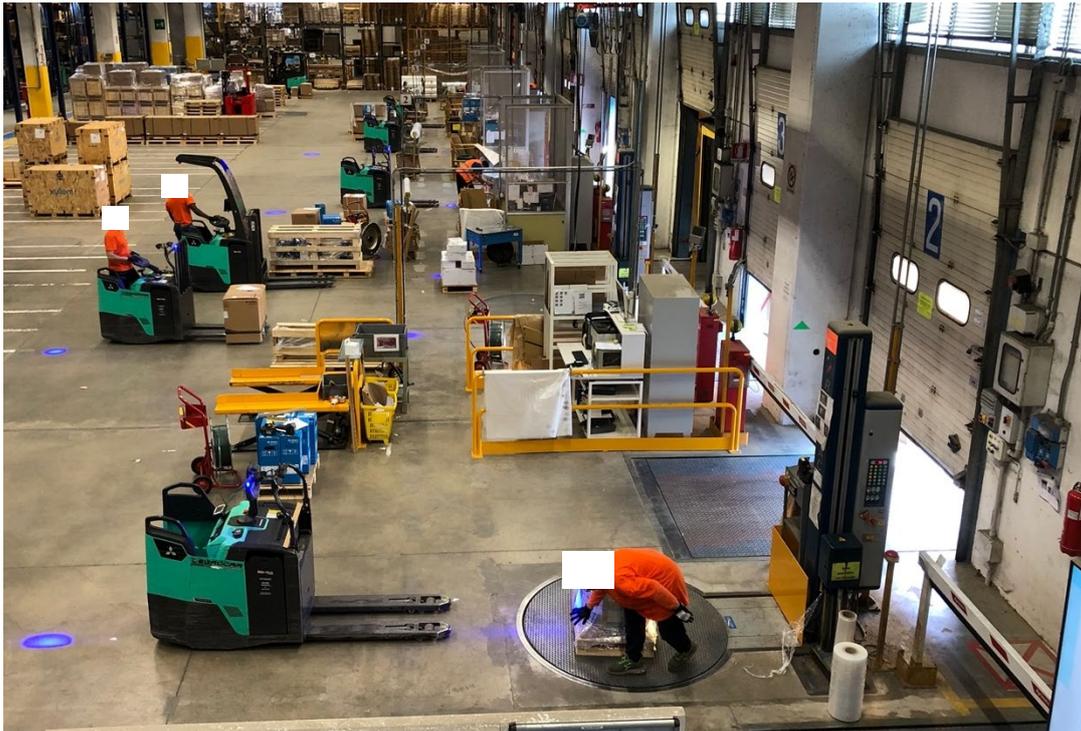


Figura 4.9: Area dedicata all'attività di packing

Il processo ha inizio nel momento in cui l'operatore si reca presso la scrivania del responsabile per ricevere indicazioni relative alla spedizione da lavorare e alla postazione assegnata. L'operatore quindi, inizia a ricercare i bancali relativi alla spedizione nell'area "888888". Differentemente dall'area di *picking*, qui si utilizzano transpallet, dal momento che non è necessario sollevare i bancali a grandi altezze. Dopo aver prelevato i bancali dall'area di scambio e dopo averli depositati nella postazione di *packing*, il processo prevede la scansione del codice a barre presente sulla *bandiera* della spedizione. Grazie alla seguente azione, l'operatore accede alla spedizione tramite il terminale e può iniziare con la fase di creazione dei colli. Ad ogni collo creato, il terminale richiede l'inserimento

del "tipo collo" e il "numero progressivo del collo", informazioni essenziali per la fase finale di stampa della documentazione necessaria.

Da qui, il processo di *packing* segue due percorsi distinti, a seconda che si stia lavorando su una spedizione *contestuale* o *non contestuale*. La variabile chiave è la necessità o meno di ottimizzare lo spazio nel camion o nel container da caricare.

Nel processo *contestuale*, poiché non è richiesta un'ottimizzazione degli spazi, il flusso risulta più semplice e rapido. Dopo un'eventuale fase iniziale in cui l'operatore riordina e sistema i prodotti sul bancale (se ciò non è già stato fatto durante il *picking*), egli scansiona il codice a barre di tutti i prodotti presenti sul bancale. Si procede, quindi, con l'effettivo imballaggio, che prevede:

- Posizionamento di un elastico in plastica attorno ai prodotti per raggrupparli e inserimento di angolari in cartone per proteggere gli spigoli;
- Reggiatura del collo per garantire maggiore stabilità dei prodotti sul bancale;
- Copertura del collo con un telo di plastica e successiva filmatura con apposita strumentazione.

Una volta completato l'imballaggio, l'operatore inserisce nel terminale i dati relativi al collo creato: lunghezza, larghezza, altezza, tara del bancale e peso effettivo, misurato tramite le bilance presenti in ogni postazione di *packing*. Dopo aver inserito questi dati, viene stampata la marcatura identificativa del collo, da applicare in un punto visibile. Si ripetono queste operazioni per tutti i colli della spedizione. Al termine dell'imballaggio dell'ultimo collo, vengono stampati tutti i documenti necessari per la spedizione: *DDT*, *packing list* (elenco dei colli) e bolla. Questi documenti vengono inseriti in una busta dedicata e attaccati a uno dei colli della spedizione. Tutti i colli creati vengono depositati temporaneamente in area "888888" in attesa che l'operatore addetto al carico proceda con il *carico* della spedizione nel mezzo di trasporto.



Figura 4.10: Collo preparato al packing contestuale

Relativamente al processo *non contestuale*, la procedura risulta essere più complessa. Infatti, vi è la necessità di saturare al massimo il volume del mezzo di trasporto. Inoltre, il numero di *task*, che l'operatore deve eseguire, aumenta.

La differenza principale risiede nell'attività di imballaggio: per ottimizzare lo spazio in altezza, gli operatori sovrappongono due colli.

Il primo passaggio consiste nell'identificare nell'area di scambio i due bancali da sovrapporre, assicurandosi di posizionare la merce più pesante nel collo inferiore e sovrapporre un bancale con merce più leggera, per evitare danneggiamenti dovuti al peso. Dopo aver selezionato i bancali, l'operatore li preleva e li dispone vicino alla postazione di *packing*. Inserisce, quindi, a terminale il "tipo collo" e il "numero progressivo del collo", scansionando i prodotti su ciascun bancale.

Successivamente, ha luogo una delle *attività extra*, anche denominata "Gabbia", durante la quale l'operatore costruisce, con assi di legno, una sparachiodi e una reggiatrice, una struttura rinforzata attorno al collo inferiore per garantirne una maggiore robustezza. Gli step di imballaggio *standard* del processo *contestuale* vengono eseguiti anche qui per entrambi i bancali. Completata la costruzione della gabbia, il bancale superiore viene

sovrapposto a quello inferiore, formando un'unica unità di carico contabilmente registrata come un unico collo.



Figura 4.11: Collo preparato al packing non contestuale

Successivamente, l'operatore inserisce nel terminale i dati relativi al collo creato, stampa la marcatura identificativa e la applica sul collo. A differenza del processo *contestuale*, una volta completata la creazione di tutti i colli della spedizione, l'operatore non procede con la stampa della documentazione necessaria (*DDT*, *packing list*, bolla), in quanto questa attività verrà svolta dall'operatore del carico al momento dell'effettivo carico dei colli all'intero del mezzo di trasporto.

Nel processo *non contestuale*, il mezzo di trasporto non è sempre presente in baia al momento del completamento della preparazione. Per tale motivo, i colli vengono temporaneamente stoccati in aree designate ("*Canopy*" o una sezione dedicata dell'area di scambio), in attesa del ritiro. Durante il deposito dei colli in queste aree, l'operatore deve compilare un documento denominato "Deposito spedizioni chiuse", dove viene

inserita l'esatta posizione di ciascun collo. Questo documento è fondamentale per facilitare la fase successiva, ovvero il carico dei colli sul mezzo di trasporto.

Sono state identificate alcune attività supplementari, classificate come:

- *N° di serie*
- *Prodotto finito (PF) già imballato*
- *Pesatura fuori standard*
- *Doppio imballo*
- *Segnacollo*
- *EPAL da sbancalare*
- *Gabbia*
- *Fitok*
- *Cliente speciale*
- *Peso certificato*
- *Schema carico*

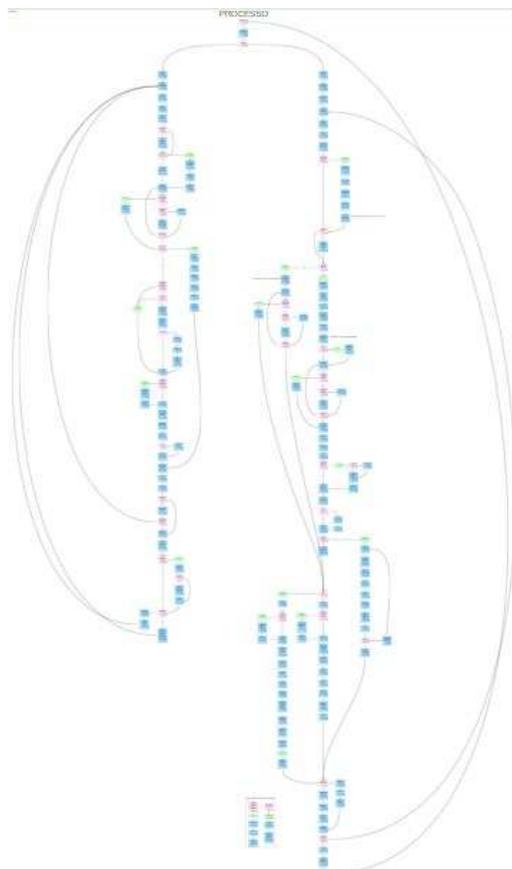


Figura 4.12: Mappatura Klaxoon dell'attività di packing

4.1.3. Processo di *carico*

La mappatura del processo di *carico* è stata suddivisa in tre flussi distinti, data la differenza tra le operazioni svolte. I processi mappati sono: *carico contestuale*, *carico non contestuale* e *carico in area NORD50*.

Nel caso di *carico contestuale*, come suggerisce il termine, l'operazione può essere svolta simultaneamente alla preparazione dei colli da parte dell'operatore addetto al *packing*, poiché la cassa del camion è già presente in baia. L'attività inizia con l'inserimento nel terminale del numero del vettore assegnato alla spedizione da caricare. L'operatore identifica quindi i colli pronti, temporaneamente stoccati in area "888888", scansiona il codice a barre sulla marcatura di ciascun collo e procede con il *carico* fisico all'interno del mezzo. Questa operazione viene ripetuta per tutti i colli della spedizione.

Per il *carico non contestuale*, il processo cambia in quanto, tipicamente, le spedizioni sono state imballate con uno o più giorni di anticipo rispetto alla data di spedizione. L'operatore incaricato recupera dalla scrivania del riferimento la documentazione necessaria, composta da:

- ***Packing list***: righe d'ordine contenute nella spedizione;
- Foglio "**Deposito spedizioni chiuse**": posizioni di stoccaggio dei colli pronti per il *carico*;
- Foglio "**Schema di carico**": presente solo per alcune spedizioni *non contestuali*, rappresenta una delle *attività extra* identificate in fase di *packing*. Questo documento guida l'operatore nella corretta sequenza di *carico* all'interno del camion o container, con l'obiettivo di saturare il volume del mezzo.

Una volta raccolta tutta la documentazione, l'operatore inserisce nel terminale il numero del ritiro e seleziona la baia su cui effettuerà il carico. Utilizzando il foglio "Deposito spedizioni chiuse", individua i colli da caricare, scansiona il codice a barre presente sulla marcatura di ciascun collo e procede con il loro posizionamento nel mezzo di trasporto. Se è presente uno "Schema di carico", l'operatore deve rispettare l'ordine indicato per evitare di compromettere il *carico* totale.

Una volta caricato l'ultimo collo della spedizione, l'operatore stampa la documentazione necessaria per il trasporto (*DDT*, *packing list* e bolla), e la posiziona all'interno di una busta adesiva sull'ultimo collo caricato.

Per quanto riguarda il *processo di carico in area NORD50*, è da segnalare che esso si distingue poiché il caricamento del materiale avviene direttamente in quest'area esterna al magazzino, senza l'uso di una baia interna. Dato il volume dei prodotti stoccati in quest'area, il carico avviene attraverso l'apertura di un lato della cassa del mezzo di trasporto, e attraverso un carrello retrattile, il prodotto viene caricato. In questo caso, l'operatore addetto al carico applica fisicamente sul prodotto la marcatura e busta adesiva contenente la documentazione per il trasporto. L'intera documentazione, stampata precedentemente in fase di *picking*, viene fornita dal riferimento all'operatore incaricato del carico. Ogni prodotto caricato rappresenta dunque un collo unico.



Figura 4.13: Prodotto stoccato in NORD50 pronto per essere spedito

All'interno della mappatura del *carico*, a differenza delle due precedenti, non sono state individuate *attività extra* svolte durante lo svolgimento del processo.

4.1.4. Identificazione *Attività extra*

Verranno ora descritte nel dettaglio le *attività extra* identificate durante la mappatura dei tre processi precedentemente analizzati. Di esse verranno analizzate le implicazioni che queste comportano nello svolgimento del processo stesso. Si segnala che alcune *attività*

extra influiscono sul flusso operativo in diverse fasi del processo e, pertanto, saranno condivise da più processi.

Le *attività extra* individuate sono:

- **Area NORD** (*picking* e *packing*): Si tratta di un'attività di prelievo che avviene esternamente al magazzino. Il *picking* dei prodotti stoccati in questa area è svolto dall'operatore del *packing* nella fase finale di chiusura della spedizione. In aggiunta, il *packaging* di questi prodotti è particolarmente robusto, ovviando la necessità di un'attività di *packing*. Per tale ragione, è stato opportuno separare questo flusso dal processo *standard*, poiché le attività e i tempi di esecuzione risultano differenti.
- **Area NORD50** (*picking* e *packing*): Il *picking* e il *packing* dei prodotti stoccati in questa area si distinguono dal processo *standard*, poiché questi prodotti sono stoccati esternamente al magazzino e non vengono movimentati internamente. Anche in questo caso, come per l'Area NORD, i prodotti dispongono di un imballo robusto (solitamente casse di legno) e, pertanto, non richiedono ulteriori attività di *packing*.
- **EPAL** (*picking*): Durante l'attività di *picking*, gli operatori usano bancali *standard* (*europallet* 1200x800 mm o 600x800) per depositare la merce prelevata. Tuttavia, alcune spedizioni riportano l'indicazione "EPAL" nella *bandiera* della spedizione o nelle note della *lista di prelievo*, che indica che tutto il materiale deve essere collocato su bancali *EPAL*, i quali garantiscono una maggiore portata certificata rispetto agli *europallet standard*.
- **Cliente Speciale** (*picking* e *packing*): Questa *attività extra* riguarda entrambi i processi di *picking* e *packing*. Alcune spedizioni riportano l'indicazione "CLIENTE SPECIALE" nelle note della *lista di prelievo* o nella *bandiera* della spedizione. In questi casi, è necessario che i materiali di una stessa riga siano imballati nello stesso collo. Ciò influisce sia sul *picking*, dove gli operatori devono predisporre bancali che soddisfano questa condizione, sia sul *packing*, poiché in questi casi è vietata la sovrapposizione dei bancali per una filmatura unificata: ciascun bancale deve essere filmato separatamente prima di essere sovrapposto, risultando in colli distinti con marcature separate.

- **N° di serie** (*packing contestuale e non contestuale*): Durante la fase di *packing*, è necessario scansionare il codice a barre dell'etichetta presente sull'imballo primario. Tuttavia, se il collo è costituito da un bancale con prodotti identici (ad esempio, un pallet proveniente da una linea produttiva in MM1), l'operatore può scansionare un solo codice a barre e specificare la quantità totale. In alcuni casi, però, appare sul terminale l'avviso "Necessario sparare Data Matrix", il che richiede la scansione di un codice QR presente sull'etichetta del prodotto, operazione più complessa per via delle dimensioni ridotte del QR e che richiede la scansione di ciascun pezzo, anche se identico.



Figura 4.14: Etichetta prodotto finito

- **Prodotto finito (PF) già imballato** (*packing contestuale e non contestuale*): Alcuni prodotti, grazie alle caratteristiche del loro imballo primario, non richiedono ulteriori attività di *packing*. Tra questi figurano le *pompe SV* e i *Booster*, che dispongono di gabbie o casse in legno come imballo primario.



Figura 4.15: Prodotto finito già imballato

- **Pesatura fuori standard (packing):** Ogni postazione di *packing* è dotata di una bilancia per pesare il collo e registrare il peso nel terminale. Tuttavia, quando si spediscono prodotti dalle dimensioni fuori *standard* (ad esempio, con uno dei due lati maggiore rispetto a un bancale 1200x800 mm), è necessario utilizzare un supporto speciale per permetterne la pesatura.
- **Doppio imballo (packing contestuale):** Per spedizioni con peso totale inferiore a 20 kg, i prodotti possono essere racchiusi in una scatola di cartone come unico collo. È richiesto l'utilizzo di carta gofrata come riempitivo per stabilizzare il contenuto.
- **Segnacollo (packing contestuale):** Nelle spedizioni affidate a *Bartolini (BRT)*, oltre alla marcatura *standard*, si applica un'etichetta supplementare denominata “*segnacollo*” su ciascun collo, contenente un codice univoco per la tracciabilità durante il trasporto e la consegna.



Figura 4.16: Documentazione attaccata al collo da spedire

- **EPAL da sbancalare (packing non contestuale):** Se una spedizione riporta l'indicazione “EPAL”, l'operatore del *picking* deve usare bancali *EPAL* per prelevare la merce. Nei casi in cui il bancale di prelievo sia un *europallet* (per

prodotti “ARP”, alto ripetitivo pallettizzato), si porta il bancale in area di scambio, e sarà l’operatore del *packing* a sostituirlo con uno *EPAL*.

- **Gabbia** (*packing non contestuale*): Nel *packing* di spedizioni *non contestuali*, è possibile sovrapporre due bancali creando un collo unico per ottimizzare lo spazio di carico nel mezzo di trasporto. In Figura 4.17 sono valutabili gli step eseguiti per la costruzione della gabbia e la sovrapposizione del secondo bancale.

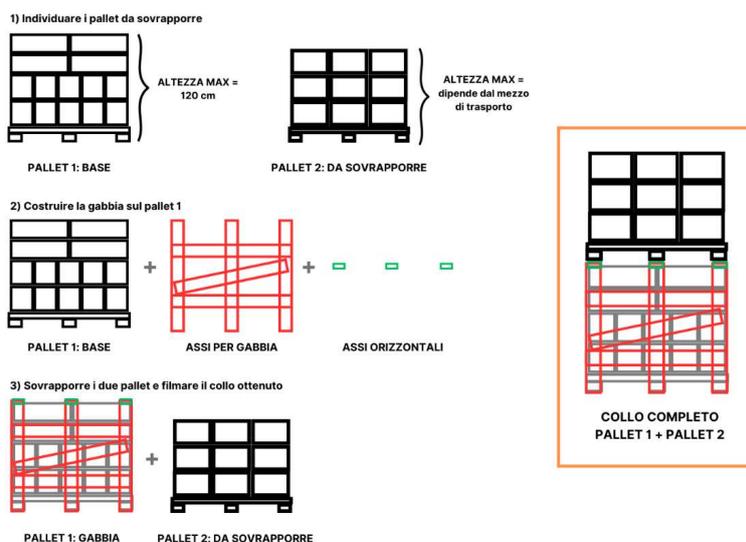


Figura 4.17: Procedura per la costruzione delle gabbia

- **Fitok** (*packing non contestuale*): Quando richiesto, il legno utilizzato per la creazione dei colli viene marchiato con il timbro *fitok*, secondo la “Procedura di Gestione Fitosanitaria”. È necessario marciare imballi e accessori di legno utilizzati, ed inoltre compilare la “Scheda imballo fitok”.

SCHEDE FITOK

xylem
Loggi - Sider - Wipac

Cliente:		Spedizione:		Timbre orizzontale	
SCHEDA IMBALLO FITOK					
Data:	N. imballi ()	Lotto	Q. tà		
13147040 PALLET 600x80x130 DIS. LOWARA					
13147057 PALLET 1200x80x130 DIS. LOWARA					
13147066 PALLET 1800x80x130 DIS. LOWARA					
13147058 PALLET 1800x80x126 DIS. LOWARA					
13147060 PALLET 1800x80x130 DIS. LOWARA					
13147069 PALLET 2100x80x130 DIS. LOWARA					
13147020 EURO-PALLET 1200x900					
002699219 COPRIPALLET IN LEGNO H. 70					
002699213 COPRIPALLET IN LEGNO H. 75					
002699212 COPRIPALLET IN LEGNO H. 80					
002699213 COPRIPALLET IN LEGNO H. 85					
002699209 COPRIPALLET IN LEGNO H. 90					
002699208 COPRIPALLET IN LEGNO H. 95					
002699200 COPRIPALLET IN LEGNO H. 100					
002699207 COPRIPALLET IN LEGNO H. 105					
002699208 COPRIPALLET IN LEGNO H. 110					
002699205 COPRIPALLET IN LEGNO H. 115					
002699209 COPRIPALLET IN LEGNO H. 120					
002699203 PANNELLO IN LEGNO 1200x800x17					
002695842 TAVOLA CM 800x95x17					
002695843 TAVOLA CM 1200x95x17					
002695844 TAVOLA CM 1450x95x17					
002695833 TAVOLA CM 1850x95x17					
002695845 TAVOLA CM 1850x95x17					
ALTRO					
Timbro					

Figura 4.18: "Scheda imballo Fitok"

- **Peso certificato** (*packing non contestuale*): Per le spedizioni *via mare*, le pesature devono essere effettuate su bilance certificate presenti in area *packing*. L'indicazione di effettuare questa pesatura certificata viene richiesta dal terminale in fase di creazione del collo. Una volta pesato il collo viene stampata l'etichetta che restituisce la bilancia e questa va attaccata sul collo a fianco della marcatura.
- **Schema di carico** (*packing non contestuale*): Per alcune spedizioni, l'operatore del *packing*, man mano che crea i colli, deve compilare un documento chiamato "Schema di carico" nel quale va a disporre i colli nell'esatto ordine in cui dovranno successivamente essere caricati. Questo foglio guiderà l'operatore addetto al carico nella corretta sequenza di *carico* all'interno del camion o container, con l'obiettivo di saturare il volume del mezzo.

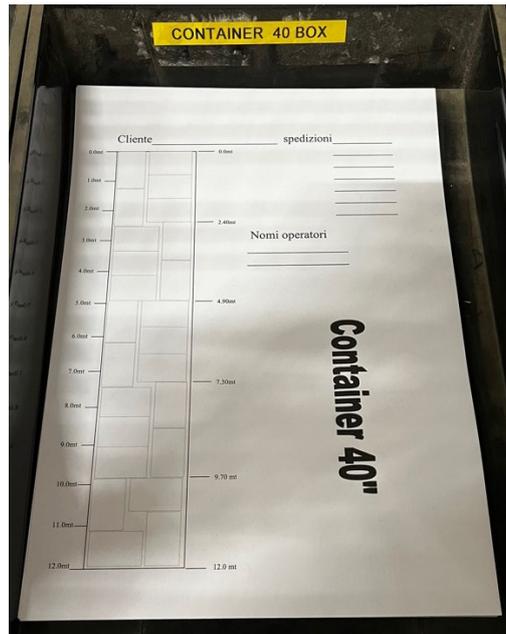


Figura 4.19: “Schema di carico”

L'individuazione di un processo *standard* e delle *attività extra* appena descritte è risultata funzionale per gli obiettivi finali del progetto, i quali saranno dettagliati nella fase di analisi (*Analyze*).

4.2. Rilevazione Tempi

Una volta conclusa la fase di mappatura dei processi, si avvia l'attività di *rilevazione dei tempi* di tutti i *task* individuati. Grazie al software *Klaxoon*, utilizzato per la mappatura, è stato possibile esportare tali informazioni in un file *Excel* (Figura 4.20).

Dal momento che i tempi registrati presentavano una grande variabilità, si è deciso di adottare un approccio differente rispetto al semplice calcolo della media di essi. Sono state raccolte almeno tre rilevazioni per ciascun *task* e successivamente, per ogni *task*, sono state calcolate la *mediana* e la *deviazione standard* mediante le formule di *Excel* (*MEDIANA* e *DEV.ST.C*).

L'obiettivo del calcolo della *deviazione standard* era ottenere un valore che tenesse in considerazione la variabilità nei tempi di esecuzione delle attività. Il valore target per la *deviazione standard* è stato fissato a meno di 5 per ciascun *task*; qualora questo valore

non fosse raggiunto, si proseguiva con ulteriori rilevazioni per quel *task*. Il tempo finale adottato per ciascun *task* è stato rappresentato dalla *mediana* calcolata.

È importante notare che, data la specificità di alcune azioni, in particolare durante il *packing*, sono stati raccolti i tempi per gli stessi *task* eseguiti da più operatori, al fine di ottenere un campione il più omogeneo possibile.

Infine, per ciascun *task* è stata determinata la frequenza con cui esso viene svolto. L’inserimento di tale informazione è risultato fondamentale per gli sviluppi futuri del progetto, descritti nella *fase di Analyze*.

Attività	Owner Attività	Tipologia attività	Attività Extra	Progressivo	t1 [s]	t2 [s]	t3 [s]	t4 [s]	t5 [s]	t6 [s]	Mediana [s]	Dev.st	Unità di misura
Operatore si trova in postazione pack	Operatore packaging	Logica per costruzione	NO	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Indicazione ad operatore se fare contestuale o non contestuale	Capoturno	Processo fisico	NO	2	19,43	32,75	31,14	26,84	30,81	26,11	28,83	4,87	N° spedizioni
Packaging contestuale ?	Operatore packaging	Logica per costruzione	NO	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Spostamento in area 888888 contestuale	Operatore packaging	Processo fisico	NO	4A	21,64	19,58	13,41	16,81	14,80		16,81	3,38	Pallet Pick
Ricerca e identificazione pallet disponibile della spedizione	Operatore packaging	Processo fisico	NO	5A	21,86	17,80	15,91	27,37	22,16		21,86	4,44	Pallet Pick
Prelievo bandiera/testata spedizione attaccata al pallet	Operatore packaging	Processo fisico	NO	6A	4,27	3,32	5,61	8,45			4,94	2,23	Pallet pick
Prelievo pallet in area 888888 contestuale	Operatore packaging	Processo fisico	NO	7A	2,98	4,61	3,43	3,19	5,88		3,43	1,22	Pallet Pick
Spostamento del pallet da lavorare in area pack contestuale	Operatore packaging	Processo fisico	NO	8A	15,40	15,53	14,90	20,01	26,86	19,81	17,67	4,58	Pallet Pick
E' il primo pallet prelevato della spedizione ?	Operatore packaging	Logica per costruzione	NO	9A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sparata con terminale il barcode della spedizione presente nella bandiera (LOR072)	Operatore packaging	Processo fisico	NO	10A	3,94	6,17	2,01	3,13	2,59	3,31	3,22	1,45	N° spedizioni
Nella distinta della spedizione c'è "tipo imballo" 22 ?	Operatore packaging	Logica per costruzione	NO	11A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
DOPIO IMBALLO		Attività extra (variabili pack)	SI (DOPIO IMBALLO)	12A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Indica sul terminale "numero progressivo collo" (tipo collo inserito in automatico) (LOR072)	Operatore packaging	Processo fisico	SI (DOPIO IMBALLO)	13A	2,30	2,12	1,84	4,51	4,69	6,64	3,41	1,91	N° spedizioni
Prelievo imballo in postazione pack contestuale	Operatore packaging	Processo fisico	SI (DOPIO IMBALLO)	14A	9,13	9,49	13,86	17,28	14,60		13,86	3,49	N° spedizioni
Prelievo carta gofrata in postazione pack contestuale	Operatore packaging	Processo fisico	SI (DOPIO IMBALLO)	15A	31,63	22,17	26,88	30,30			28,59	4,22	N° spedizioni
Indica sul terminale "tipo collo" e "numero progressivo collo" (LOR072)	Operatore packaging	Processo fisico	NO	16A	4,03	6,41	5,09	8,15	6,07	5,29	5,68	1,40	N° colli spediti
Sparata con terminale barcode di un prodotto da inserire nel collo	Operatore packaging	Processo fisico	NO	17A	3,33	1,41	3,49	2,12	2,01	3,39	2,73	0,89	N° colli spediti
Cliente della spedizione richiede il numero di serie (presente nella tabella CLINSEER) ?	Operatore packaging	Logica per costruzione	NO	18A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
N° DI SERIE		Attività extra (variabili pack)	SI (N° DI SERIE)	19A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sparata con terminale il data matrix di tutti i prodotti da inserire nel collo	Operatore packaging	Processo fisico	SI (N° DI SERIE)	20A	2,26	2,11	2,87				2,26	0,40	N° sparate

Figura 4.20: File Excel per la rilevazione dei tempi

4.3. Calcolo *Tempo Ciclo* del Processo di *Picking*

Per il calcolo del tempo necessario a eseguire l’attività di *picking* è stato fondamentale identificare il *Tempo Ciclo*. Questo valore tiene in considerazione di tutte le movimentazioni dell’operatore, che si sposta a piedi per prelevare le *liste di prelievo* dalla scrivania di riferimento e utilizza il carrello retrattile per raggiungere fisicamente le locazioni da cui effettuare il prelievo. Il *Tempo Ciclo* costituisce, quindi, un elemento chiave per la stima del tempo totale di esecuzione del processo *standard* di *picking*, così come per le *attività extra* “EPAL” e “CLIENTE SPECIALE”, poiché in tutti e tre i casi i prelievi sono effettuati all’interno del magazzino. Data la natura manuale dell’attività di prelievo, non è stato possibile adottare le formule *FEM* (*Federazione Europea Movimentazione*), comunemente utilizzate per il calcolo del *Tempo Ciclo* nei magazzini automatici con trasloelevatori.

Prima di entrare nel dettaglio delle operazioni eseguite per la definizione del *Tempo Ciclo*, è utile una breve panoramica della nomenclatura assegnata alle locazioni di magazzino, rilevante per associare i tempi di movimentazione. Ciascuna locazione è caratterizzata da un codice univoco di sei cifre, dove:

- Il primo carattere, un numero (1 o 2), individua il livello, ossia l'altezza della locazione rispetto allo scaffale. Uno scaffale è idealmente suddiviso a metà, la parte "bassa" rappresenta il livello 1, la parte "alta" corrisponde al livello 2.
- Il secondo carattere, una lettera (dalla A alla M), indica la corsia del magazzino.
- I due caratteri centrali rappresentano la campata dello scaffale, con numerazione progressiva. Le locazioni su un lato della corsia hanno campate pari (es. 02, 04, 06), quelle sul lato opposto hanno campate dispari (es. 01, 03, 05).
- Gli ultimi due caratteri indicano l'altezza della locazione, in una scala crescente dal basso verso l'alto (da 00 a 99).

I passaggi principali per la definizione del *Tempo Ciclo* sono stati:

1. Mappatura dell'intera superficie del magazzino per costruire la *matrice delle distanze*;
2. Individuazione delle locazioni che compongono il *Tempo Ciclo*;
3. Calcolo finale del *Tempo Ciclo*.

Per completare questi passaggi, è stato necessario effettuare alcune raccolte dati con gli operatori del *picking* (descritte nel dettaglio nel Paragrafo 4.3.1).

Il primo passo ha previsto la mappatura di tutti i tempi di movimentazione, sia a piedi che con il carrello retrattile, all'interno del magazzino. I dati utilizzati includono:

- Velocità orizzontale (traslazione) del carrello retrattile: 1,67 m/s;
- Velocità verticale (alzata e abbassamento forche) del carrello retrattile: 0,35 m/s;
- Velocità dell'operatore a piedi: 0,7 m/s.

Per semplificare la determinazione dei tempi, sono state identificate alcune lunghezze *standard* (S1, S2, S3, S4 e S8) nel *layout* (Figura 4.21).

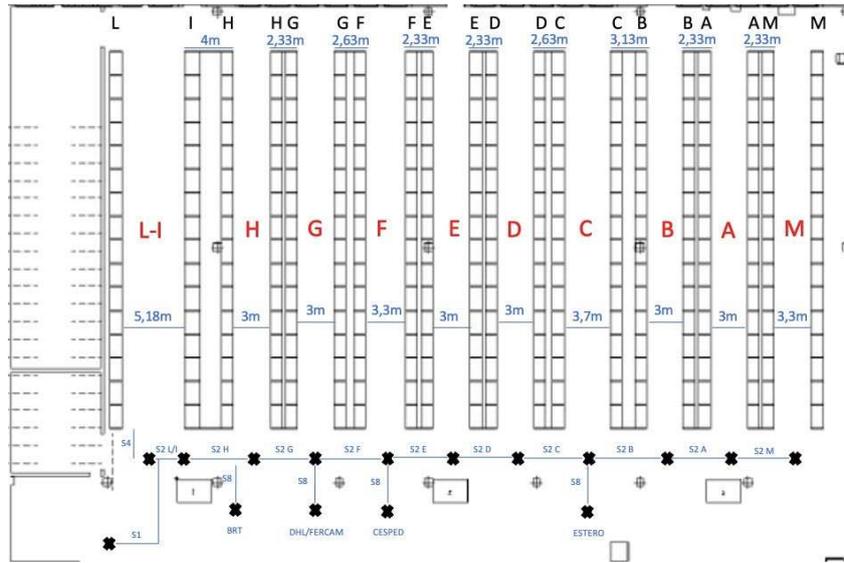


Figura 4.21: Scomposizione layout del magazzino

Si individuano, pertanto, le fasi principali del processo di *picking*:

- Spostamento dalla scrivania di riferimento, punto in cui l'operatore preleva le *liste di prelievo*, verso la prima locazione di *picking*;
- Spostamento dalla locazione appena visitata verso la locazione successiva;
- Una volta riempito il bancale con la merce prelevata, spostamento dall'ultima locazione visitata all'area di scambio "888888";
- Al termine delle *liste di prelievo* da lavorare, spostamento dall'area di scambio alla scrivania di riferimento.

In questo contesto, è essenziale comprendere il numero medio di prelievi che un operatore effettua prima di depositare il bancale di merce nell'area "888888". In questo modo, è possibile identificare il numero di locazioni che è necessario visitare per ciascun ciclo di *picking*. Non disponendo di un *database* dal quale recuperare tale informazione, è stata effettuata una raccolta dati, che ha evidenziato come mediamente un bancale venga depositato in area di scambio ogni 2 prelievi effettuati. Pertanto, il *Tempo Ciclo* è determinato da due locazioni di prelievo consecutive.

I dettagli della raccolta dati sono riportati nel Paragrafo 4.3.1.

Non essendo nota la posizione esatta di queste due locazioni, si è scelto di calcolare i tempi di movimentazione per tutte le locazioni presenti in magazzino. Tale scelta ha comportato un vantaggio nel lungo termine in quanto, se in futuro si modificassero le locazioni considerate per il calcolo del *Tempo Ciclo*, tutti i dati necessari sono già disponibili.

Per definire i tempi di movimentazione in tutte le aree del magazzino, sono state individuate tre componenti:

- **T_Loc_1**: tempo necessario per spostarsi dalla scrivania di riferimento alla prima locazione, includendo l'operazione di alzata e abbassamento delle forche;
- **T_Loc_2**: tempo per lo spostamento tra una locazione e l'altra, includendo l'operazione di alzata e abbassamento delle forche nella locazione raggiunta;
- **T_Loc_3**: tempo per lo spostamento dalla locazione visitata alle diverse aree di scambio "888888" identificate (BRT, DHL/FERCAM, CESPED, "estero").

Per il calcolo della prima componente, **T_Loc_1**, è stato stimato il tempo impiegato dall'operatore per spostarsi dalla scrivania di riferimento al punto in cui sale sul carrello retrattile (S1). A questo valore si è aggiunto il tempo necessario per raggiungere la locazione con il carrello e per eseguire l'alzata e l'abbassamento delle forche (S2_TOT + S3 + H). Le ultime due colonne presenti nella Figura 4.22 rappresentano i tempi calcolati per il prelievo, sia a *quantità* sia a *svuotamento*, in funzione del numero di alzate e abbassamenti delle forche.

Questa metodologia di calcolo è stata applicata a tutte le locazioni del magazzino.

Localione	Corsia	Profondità	Altezza	S1 [s]	S2_TOT [s]	S3 [s]	H [s]	Tempo totale quantità [s]	Tempo totale svuotabile [s]
1F1300	F	13	00	21,43	9,95	16,65	0,00	48,02	48,02
1I2310	I	23	10	21,43	1,55	13,65	2,86	48,06	42,35
1L2210	L	22	10	21,43	1,55	13,65	2,86	48,06	42,35
1I6120	I	61	20	21,43	1,55	2,28	5,71	48,11	36,68
1G0000	G	00	00	21,43	6,49	20,24	0,00	48,15	48,15
1G0100	G	01	00	21,43	6,49	20,24	0,00	48,15	48,15
1B5800	B	58	00	21,43	23,88	2,87	0,00	48,18	48,18
1B5900	B	59	00	21,43	23,88	2,87	0,00	48,18	48,18
1G3810	G	38	10	21,43	6,49	8,86	2,86	48,20	42,49
1G3910	G	39	10	21,43	6,49	8,86	2,86	48,20	42,49
1E2200	E	22	00	21,43	13,23	13,65	0,00	48,31	48,31
1E2300	E	23	00	21,43	13,23	13,65	0,00	48,31	48,31
1G2707	G	27	07	21,43	6,49	12,46	2,00	48,37	44,37
1C4400	C	44	00	21,43	20,00	7,07	0,00	48,49	48,49
1C4500	C	45	00	21,43	20,00	7,07	0,00	48,49	48,49
1D3200	D	32	00	21,43	16,42	10,66	0,00	48,51	48,51
1D3300	D	33	00	21,43	16,42	10,66	0,00	48,51	48,51
1G5715	G	57	15	21,43	6,49	3,47	4,29	48,53	39,96
1H2610	H	26	10	21,43	3,29	12,46	2,86	48,61	42,89
1H2710	H	27	10	21,43	3,29	12,46	2,86	48,61	42,89
1F1000	F	10	00	21,43	9,95	17,25	0,00	48,62	48,62
1F1100	F	11	00	21,43	9,95	17,25	0,00	48,62	48,62
1I2110	I	21	10	21,43	1,55	14,25	2,86	48,66	42,95
1L2010	L	20	10	21,43	1,55	14,25	2,86	48,66	42,95
1I5920	I	59	20	21,43	1,55	2,87	5,71	48,71	37,28
1B5600	B	56	00	21,43	23,88	3,47	0,00	48,78	48,78

Figura 4.22: Procedure di calcolo per definire “T_Loc_1”

Per il calcolo della seconda componente, **T_Loc_2**, è stato determinato il tempo impiegato dall’operatore per spostarsi, tramite carrello retrattile, dalla localione in cui ha effettuato il prelievo a un'altra localione qualsiasi, includendo il tempo necessario per alzare e abbassare le forche sulla nuova localione raggiunta.

Per ottenere questo valore per ciascuna coppia di localioni, è stata creata in *Excel* una matrice di dimensioni 7000x7000, che ha permesso di calcolare il tempo di movimentazione per ogni combinazione di localioni presenti in magazzino (Figura 4.23).

	1A0400	1A0411	1A0423	1A0435	1A0500	1A0511	1A0523	1A0535	1A0600	1A0611	1A0623	1A0635	1A0700	1A0711	1A0723	1A0735	1A0800	1A0811	1A0823	1A0835	1A0900	1A0911	1A0923	1A0935	1A1000	1A1011
1A0400	0,00	12,57	26,29	40,00	0,00	12,57	26,29	40,00	0,60	13,17	26,88	40,60	0,60	13,17	26,88	40,60	1,20	13,77	27,48	41,20	1,20	13,77	27,48	41,20	1,80	14,37
1A0411		25,14	38,86	52,57	12,57	25,14	38,86	52,57	13,17	25,74	39,46	53,17	13,17	25,74	39,46	53,17	13,77	26,34	40,05	53,77	13,77	26,34	40,05	53,77	14,37	26,94
1A0423			52,57	66,29	26,29	38,86	52,57	66,29	26,88	39,46	53,17	66,88	26,88	39,46	53,17	66,88	27,48	40,05	53,77	67,48	27,48	40,05	53,77	67,48	28,08	40,65
1A0435				80,00	40,00	52,57	66,29	80,00	40,60	53,17	66,88	80,60	40,60	53,17	66,88	80,60	41,20	53,77	67,48	81,20	41,20	53,77	67,48	81,20	41,80	54,37
1A0500					0,00	12,57	26,29	40,00	0,60	13,17	26,88	40,60	0,60	13,17	26,88	40,60	1,20	13,77	27,48	41,20	1,20	13,77	27,48	41,20	1,80	14,37
1A0511						25,14	38,86	52,57	13,17	25,74	39,46	53,17	13,17	25,74	39,46	53,17	13,77	26,34	40,05	53,77	13,77	26,34	40,05	53,77	14,37	26,94
1A0523							52,57	66,29	26,88	39,46	53,17	66,88	26,88	39,46	53,17	66,88	27,48	40,05	53,77	67,48	27,48	40,05	53,77	67,48	28,08	40,65
1A0535								80,00	40,60	53,17	66,88	80,60	40,60	53,17	66,88	80,60	41,20	53,77	67,48	81,20	41,20	53,77	67,48	81,20	41,80	54,37
1A0600									0,00	12,57	26,29	40,00	0,00	12,57	26,29	40,00	0,60	13,17	26,88	40,60	0,60	13,17	26,88	40,60	1,20	13,77
1A0611										25,14	38,86	52,57	13,17	25,74	39,46	53,17	13,17	25,74	39,46	53,17	13,17	25,74	39,46	53,17	13,77	26,34
1A0623											52,57	66,29	26,29	38,86	52,57	66,29	26,88	39,46	53,17	66,88	26,88	39,46	53,17	66,88	27,48	40,05
1A0635												80,00	40,00	52,57	66,29	80,00	40,60	53,17	66,88	80,60	40,60	53,17	66,88	80,60	41,20	53,77
1A0700													0,00	12,57	26,29	40,00	0,60	13,17	26,88	40,60	0,60	13,17	26,88	40,60	1,20	13,77
1A0711														25,14	38,86	52,57	13,17	25,74	39,46	53,17	13,17	25,74	39,46	53,17	13,77	26,34
1A0723															52,57	66,29	26,88	39,46	53,17	66,88	26,88	39,46	53,17	66,88	27,48	40,05
1A0735																80,00	40,60	53,17	66,88	80,60	40,60	53,17	66,88	80,60	41,20	53,77
1A0800																	0,00	12,57	26,29	40,00	0,00	12,57	26,29	40,00	0,60	13,17
1A0811																		25,14	38,86	52,57	12,57	25,14	38,86	52,57	13,17	25,74
1A0823																			52,57	66,29	26,29	38,86	52,57	66,29	26,88	39,46
1A0835																				80,00	40,00	52,57	66,29	80,00	40,60	53,17
1A0900																					0,00	12,57	26,29	40,00	0,60	13,17
1A0911																						25,14	38,86	52,57	13,17	25,74
1A0923																							52,57	66,29	26,88	39,46
1A0935																								80,00	40,60	53,17
1A1000																									0,00	12,57
1A1011																										25,14

Figura 4.23: Matrice costruita per definire “T_Loc_2”

L'ultimo passaggio eseguito è stato il calcolo della terza componente, **T_Loc_3**, che rappresenta il tempo necessario per spostarsi da una locazione a ciascuna delle quattro aree di scambio individuate. Anche in questo caso è stata costruita una matrice, in cui le righe corrispondono alle quattro aree di scambio, mentre le colonne rappresentano le 7000 locazioni del magazzino (Figura 4.24).

	1A0400	1A0411	1A0423	1A0435	1A0500	1A0511	1A0523	1A0535	1A0600	1A0611	1A0623
BRT	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,35	44,35	44,35
DHL/FERCAM	40,86	40,86	40,86	40,86	40,86	40,86	40,86	40,86	40,26	40,26	40,26
ESTERO	27,34	27,34	27,34	27,34	27,34	27,34	27,34	27,34	26,74	26,74	26,74
CESPED	37,40	37,40	37,40	37,40	37,40	37,40	37,40	37,40	36,80	36,80	36,80

Figura 4.24: Matrice costruita per definire "T_Loc_3"

Una volta determinati i tempi necessari, si è passati alla seconda fase, ovvero l'individuazione delle due locazioni che compongono il *Tempo Ciclo*. Data l'impossibilità di applicare le formule FEM, sono stati effettuati diversi ragionamenti per identificare queste due locazioni. Dopo vari tentativi preliminari, scartati poiché le locazioni risultanti erano troppo vicine tra loro, sono state considerate tre ipotesi principali. Di seguito vengono riportati i ragionamenti effettuati per arrivare alla definizione di queste ipotesi. Tutti i dati utilizzati per sviluppare tali ipotesi si riferiscono ai prelievi effettuati nel corso dell'anno 2023.

- **Ipotesi 1:** Per trovare la prima locazione (1B0031) è stato calcolato il tempo ponderato del primo tratto, T_Loc_1, ed è stata scelta la locazione che più si avvicina al seguente tempo. La formula per calcolare il tempo ponderato del primo tratto è data da:

$$\frac{\sum_{i=1}^N (\text{Numero di prelievi}_i \times T_Loc_1_i)}{\sum_{i=1}^N (\text{Numero di prelievi}_i)}$$

con i=locazione del magazzino.

Per trovare la seconda locazione (1C6140) sono stati analizzati tutti i prelievi fatti, dallo stesso terminale, subito dopo aver visitato 1B0031, ed è stata scelta la locazione più frequente.

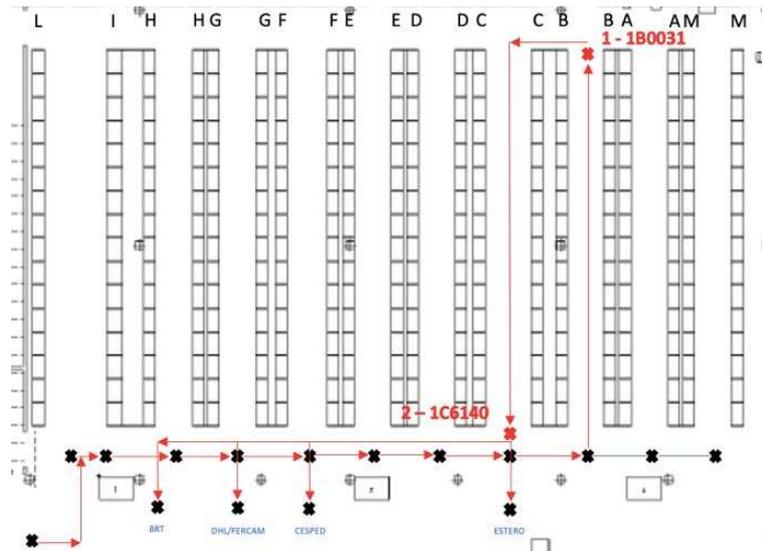


Figura 4.25: Ciclo con ipotesi 1

- **Ipotesi 2:** In questo caso sono state individuate le due corsie con il maggior numero di prelievi (M e C). Successivamente, è stato identificato lo scaffale più visitato nella corsia M (40) e nella corsia C (00). Infine, sono state determinate le altezze più frequenti per la corsia M (99) e per la corsia C (00). In questo modo è stato possibile definire le locazioni 2M4099 e 1C0000.

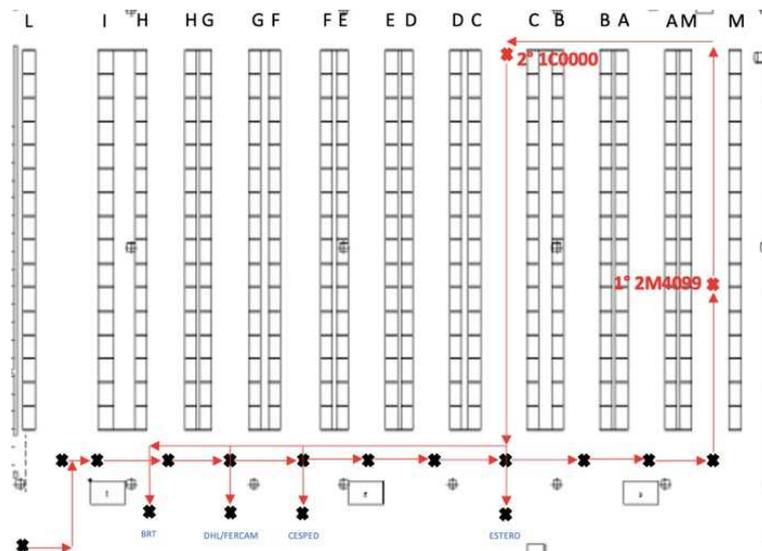


Figura 4.26: Ciclo con ipotesi 2

- **Ipotesi 3:** In questa ipotesi sono state applicate le formule FEM 9851 per identificare i punti medi di riferimento da considerare nel calcolo del *Tempo Ciclo*. Le formule utilizzate sono le seguenti:

$$P_1 = \left(\frac{1}{5}L; \frac{2}{3}H + \frac{1}{3}Y_I \right)$$

$$P_2 = \left(\frac{2}{3}L; \frac{1}{5}H + \frac{1}{3}Y_I \right)$$

Attraverso questi calcoli, è stato possibile identificare per il punto P₁ la corsia H e la scaffalatura numero 39, e per il punto P₂ la corsia C e la scaffalatura numero 48. Per definire le altezze delle due locazioni, sono state selezionate le due locazioni in cui è stato registrato il maggior numero di prelievi, utilizzando le informazioni disponibili su corsia e scaffalatura. Di conseguenza, è stato possibile stabilire che le due locazioni coinvolte nel ciclo sono 1H3930 e 1C4840.

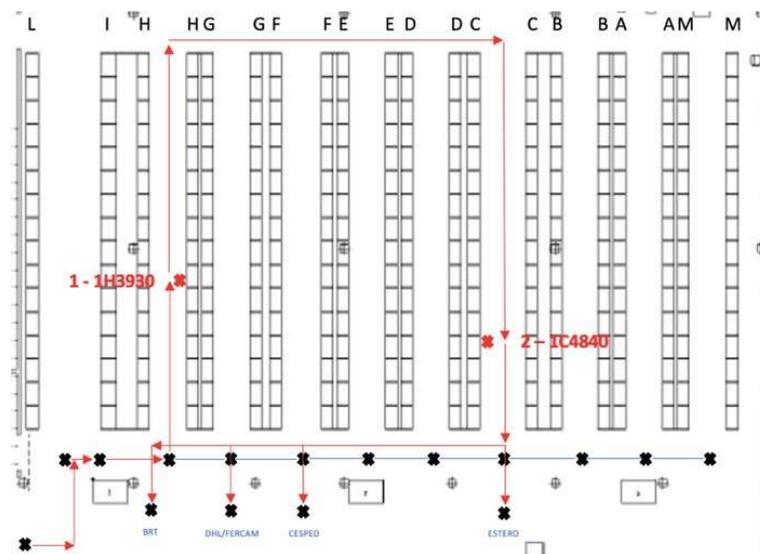


Figura 4.27: Ciclo con ipotesi 3

Decisione condivisa da tutto il team di progetto è stata quella di adottare **l'ipotesi 3**, utilizzando le locazioni 1H3930 e 1C4840 per il calcolo del *Tempo Ciclo* dell'attività di *picking*.

L'ultimo passaggio è stato quindi il calcolo finale del *Tempo Ciclo*, considerando le locazioni stabilite con l'ipotesi 3 e definendo come punto di inizio e di fine del processo

la scrivania di riferimento. Per eseguire questo calcolo, è stata effettuata una seconda raccolta dati, che ha permesso di determinare il numero medio di *liste di prelievo* consegnate agli operatori del *picking* ogni volta che passano alla scrivania di riferimento. Dalla raccolta, approfondita nel Paragrafo 4.3.1, è emerso che il numero medio di liste prelevate per ciascun passaggio alla scrivania è pari a 3. È stato, inoltre, calcolato il numero medio di prelievi per lista, risultato pari a 4.

Un'ultima considerazione ha riguardato la distinzione tra *prelievi a quantità* (che richiedono 4 movimenti delle forche per prelievo) e *prelievi a svuotamento* (che richiedono solo 2 movimenti delle forche). Sono stati quindi calcolati due tempi ciclo distinti per ciascuna attività, i quali sono stati successivamente ponderati in base alle percentuali di *prelievi a quantità* (60%) e a *svuotamento* (40%) effettuati nei primi sei mesi del 2024.

Step	Descrizione step	Tempo con pick a quantità [sec]	Tempo con pick svuotabile [sec]
1	Da scrivania prendo 3 liste (12 prelievi totali)	0	0
2	Effettuo 2 prelievi e posiziono bancale in 888888	152,13	112,13
3	Effettuo 2 prelievi e posiziono bancale in 888888	145,34	105,34
4	Effettuo 2 prelievi e posiziono bancale in 888888	145,34	105,34
5	Effettuo 2 prelievi e posiziono bancale in 888888	145,34	105,34
6	Effettuo 2 prelievi e posiziono bancale in 888888	145,34	105,34
7	Effettuo 2 prelievi e posiziono bancale in 888888	145,34	105,34
8	Spostamento da 888888 a scrivania	44,2	44,2
TEMPO CICLO [sec]		923,03	683,03
% DELLA TIPOLOGIA DI PRELIEVO		60%	40%
TEMPO CICLO PONDERATO [sec]		826,85	

Figura 4.28: Passaggi per calcolo del tempo ciclo

Con le seguenti informazioni è stato possibile calcolarsi il *Tempo Ciclo*, il quale risulta essere 826,85 secondi.

4.3.1. Raccolta dati *Picking*

Per il calcolo del *Tempo Ciclo* dell'attività di *picking* è stato necessario condurre due raccolte dati, coinvolgendo gli operatori addetti al *picking* all'interno del magazzino e i riferimenti.

La prima raccolta dati ha permesso di stabilire che, mediamente, sono necessari due prelievi prima che venga depositato un bancale nell'area di scambio. Per ottenere questo risultato, agli operatori sono stati forniti moduli in cui era richiesto di annotare il numero della *lista di prelievo*, la locazione da cui il prelievo è stato effettuato e il numero di bancali depositati nell'area di scambio.

Dall'analisi dei dati raccolti è emerso che, su 490 prelievi effettuati, sono stati depositati complessivamente 209 bancali nell'area "888888". Dividendo questi due valori, si è ottenuto il numero medio di prelievi necessari per ciascun bancale depositato, pari a 2 (arrotondato a zero cifre decimali). Questa informazione è risultata essenziale per definire il numero di locazioni che compongono il ciclo di *picking*.

È stata, infine, eseguita una seconda raccolta dati con l'obiettivo di identificare il numero medio di *liste di prelievo* consegnate a ciascun operatore ogni volta che si reca alla scrivania di riferimento. Questa raccolta è stata affidata direttamente al riferimento, che segnava con una "x" ogni passaggio di ciascun operatore alla scrivania durante il turno. L'attività è stata svolta monitorando i passaggi in scrivania per un periodo di tre giorni.

Successivamente, tramite i *database* aziendali che registrano tutte le transizioni effettuate durante il *picking*, è stato possibile risalire al numero di *liste di prelievo* lavorate da ciascun operatore, integrando così i dati necessari all'analisi.

Operatore	N° liste lavorate	N° passaggi dal riferimento
1	33	7
2	17	5
3	27	7
4	39	9
5	42	13
6	10	3
7	12	3
8	9	3
9	12	3
10	24	8
11	1	1
12	19	9
13	37	12
14	55	6
15	7	4
16	18	5
17	7	4
18	22	4
19	8	7
20	19	5
21	9	5

Figura 4.29: Raccolta dati picking

Grazie ai dati raccolti, è stato possibile stabilire che, mediamente, vengono consegnate agli operatori 3 *liste di prelievo* ad ogni passaggio dalla scrivania di riferimento. Per ottenere questo risultato, è stato prima calcolato il numero di liste lavorate da ciascun operatore ad ogni passaggio. Successivamente, è stata calcolata la media dei risultati ottenuti.

4.4. L Matrix for Y e Data Collection Plan

Dalla fase di *Define* è emerso, tramite l'analisi dei *Customer Requirements*, che l'indicatore chiave da monitorare durante lo sviluppo del progetto è la “*percentuale di errore tra il valore spedito a consuntivo e quello previsto a budget*”. È stata quindi condotta l'analisi “**L Matrix for Y**” per identificare quale sia l'*output* più appropriato da misurare per il monitoraggio di tale percentuale.

Dall'analisi, è risultato che la variabile più idonea per seguire l'andamento del *KPI* di progetto è la “*percentuale di errore mensile tra il valore spedito e quello realizzato*”. Per ottenere la percentuale mensile, sono state calcolate le percentuali di errore su base giornaliera (Figura 4.30) e, successivamente, è stata calcolata la media mensile delle percentuali giornaliere.

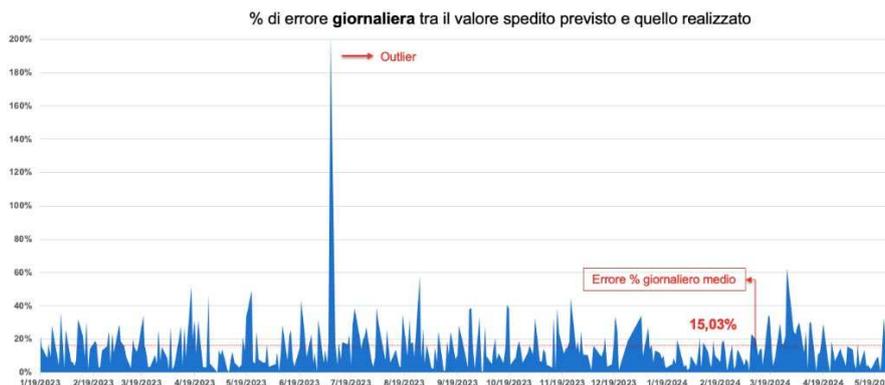


Figura 4.30: Data Collection Plan (errore percentuale giornaliero)

Come illustrato in Figura 4.30, sono stati raccolti tutti i dati relativi alla percentuale di errore riscontrata giorno per giorno. Questi dati sono stati quindi riassunti mese per mese, calcolando la media delle percentuali di errore giornaliere (Figura 4.31).

	GEN 23	FEB 23	MAR 23	APR 23	MAG 23	GIU 23	LUG 23	AGO 23	SET 23	OTT 23	NOV 23	DIC 23	GEN 24	FEB 24	MAR 24	APR 24	MAG 24
% errore	17,84%	13,88%	14,15%	17,44%	11,92%	15,27%	25,34%	17,61%	14,79%	14,80%	17,09%	12,76%	11,00%	10,01%	17,07%	16,59%	9,49%

Figura 4.31: Data Collection Plan (su base mensile)

Questa raccolta dati si è rivelata fondamentale per quantificare il problema alla base del progetto. Inoltre, la sua struttura permetterà di misurare con precisione il beneficio apportato dal progetto stesso.

5. Caso Lowara: *Analyse e Improve*

Dopo la fase di *Measure*, che ha permesso di ottenere una visione chiara dello stato attuale dei processi nel Centro di Distribuzione, l'analisi prosegue con le fasi di *Analyse* e *Improve*. Queste fasi sono essenziali per comprendere a fondo le cause del problema e successivamente implementare soluzioni mirate.

L'obiettivo principale della fase di *Analyse* è individuare le *cause radice* del problema precedentemente definito (*Define*) e misurato (*Measure*). L'analisi dei dati raccolti consente di individuare le variabili che maggiormente influenzano il processo o il problema in esame. Gli *output* di questa fase comprendono l'identificazione delle cause principali che generano inefficienze, l'analisi delle correlazioni e la costruzione di modelli causa-effetto, quali i diagrammi di *Ishikawa* e l'analisi delle *5 Why*, utili per visualizzare i legami tra variabili e problemi.

La fase di *Improve*, invece, è dedicata all'implementazione di soluzioni per eliminare o ridurre le cause identificate nella fase precedente. Gli *output* principali includono l'ideazione e la sperimentazione di soluzioni pratiche per correggere le inefficienze, l'applicazione delle modifiche necessarie e l'analisi dei risultati ottenuti per garantirne la sostenibilità e misurabilità. [10]

L'integrazione tra queste due fasi assicura che il progetto produca benefici concreti e duraturi, migliorando significativamente la qualità e l'efficienza del processo.

5.1. Analisi Causa Radice (X): *Ishikawa* e *5 Whys*

Il primo passo per analizzare a fondo le cause che vanno ad impattare sul *Problem Statement* definito è composto dalla creazione del *diagramma di Ishikawa*, , tecnica manageriale in uso nel settore industriale e nel settore dei servizi, finalizzata all'individuazione delle cause più probabili di un effetto/problema. Il diagramma di Ishikawa è, infatti, anche denominato *diagramma causa-effetto* o *diagramma a lisca di pesce* [12].

Per la creazione di tale diagramma sono state identificate, in un primo momento, tutte le possibili cause che vanno ad impattare sul problema analizzato. In seguito, queste cause sono state suddivise in categorie e posizionate all'interno del diagramma stesso.

E' stato scelto di utilizzare il **modello 6M** per eseguire la classificazione delle cause identificate. Questo modello prevede di posizionare le cause all'interno delle seguenti categorie: macchine, metodo, materiali, manodopera, misurazioni e ambiente (Figura 5.1).

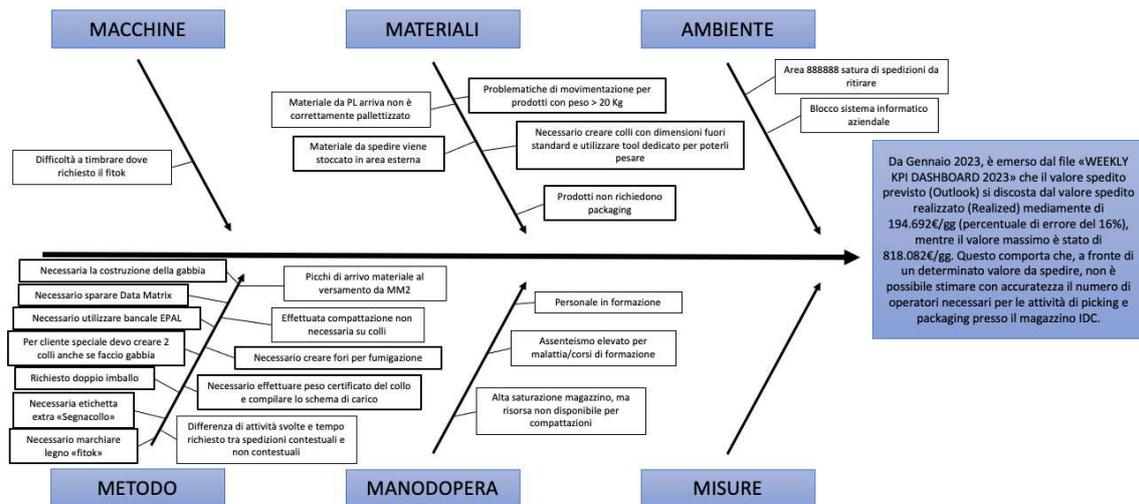


Figura 5.1: Diagramma di Ishikawa

Una volta composto il diagramma e posizionate tutte le cause individuate, per ognuna di esse è stata eseguita l'analisi dei 5 *Whys*, ovvero metodo che permette di esplorare le relazioni *causa-effetto* per un problema, ponendo una semplice domanda (le 5 *Whys*, per l'appunto). La finalità è l'individuazione delle "cause profonde (root causes)" del difetto [13].

Nel progetto la *causa radice* identificata è la mancanza di informazioni relative al tempo richiesto per completare le attività legate alla preparazione di una spedizione. In particolare, come emerso dalla fase di mappatura, ogni spedizione presenta caratteristiche diverse e può includere o meno le *attività extra* identificate mappando i processi. Questa variabilità rende l'attività svolta dal *supervisor* del magazzino più complessa, poiché attualmente non dispone di un metodo preciso per stimare il carico di lavoro necessario per le spedizioni da evadere quotidianamente. Di conseguenza, si registrano alte

percentuali di errore nella corrispondenza tra il valore economico che si pianifica di spedire e quello effettivamente spedito, limitato dalla capacità disponibile.

5.2. Individuazione Contromisure e Piano di Implementazione

Una volta individuata la causa radice, l'obiettivo è stato identificare una contromisura specifica volta alla risoluzione del problema. L'azione proposta consiste nella creazione di uno strumento in grado di garantire una stima del tempo necessario all'esecuzione delle attività di *picking*, *packing* e *carico* per ciascuna spedizione. Poiché risulta più significativo valutare il carico di lavoro in termini di righe d'ordine da evadere piuttosto che di spedizioni complessive, il focus del progetto si è concentrato sull'identificazione e sulla stima del carico di lavoro associato a ciascuna riga d'ordine. Con il termine "riga d'ordine" si intende un codice di prodotto specifico con la quantità richiesta per una determinata spedizione. Ogni spedizione includerà, quindi, un numero di righe d'ordine pari ai codici distinti dei prodotti da spedire.

Per la realizzazione dello strumento, è stato delineato un piano di implementazione che prevede le seguenti attività:

1. Creazione di un *database Access* contenente tutte le righe d'ordine da spedire, con le informazioni necessarie per attribuire un tempo di lavorazione a ciascuna riga;
2. Identificazione delle "regole di attivazione" per le *attività extra* individuate durante la mappatura dei processi;
3. Inserimento nel *database Access* di colonne dedicate alle *attività extra*;
4. Stima dei coefficienti per riportare le tempistiche dei *task* rilevati a livello di riga d'ordine;
5. Definizione dei tempi per il processo *standard* e delle *attività extra*, espressi in termini di riga d'ordine;
6. Determinazione delle "regole di assegnazione" dei tempi a ciascuna riga d'ordine;
7. Stesura delle istruzioni da condividere al reparto IT aziendale per lo sviluppo del programma all'interno del sistema gestionale;
8. Creazione del programma da parte del reparto IT.

5.3. Creazione *database Access*

Il primo passo per la creazione dello strumento è stato richiedere al reparto IT lo sviluppo di un *database Access*, denominato *LOR335PFA*, che contenesse tutte le informazioni necessarie per interrogare le righe d'ordine. Questo *database* consente, in base all'intervallo di dati selezionato, di visualizzare anche le righe d'ordine previste per le spedizioni future. Ogni record rappresenta una singola riga d'ordine, elemento su cui il progetto mira a calcolare e assegnare un tempo di lavorazione specifico.

Per trasformare i tempi rilevati e associarli a ciascuna riga d'ordine, è stato necessario creare un secondo *database Access*, denominato *LOR335PFB*. A differenza del *LOR335PFA*, che offre una visione *futura* delle spedizioni, il *LOR335PFB* contiene i dettagli relativi ai colli già creati, fornendo quindi uno "storico". In questo caso, ogni record rappresenta un collo. Da ciò, si identificano due possibili scenari:

- Se una riga d'ordine, per esempio, ha richiesto la creazione di 5 colli, il *database* avrà 5 record per lo stesso codice articolo, ciascuno con dettagli specifici per ogni collo (peso, dimensioni, ecc.);
- Se un collo contiene 5 righe d'ordine, il *database* mostrerà 5 record con codici articolo diversi, ma con i medesimi dettagli sui colli.

Questa struttura si è rivelata fondamentale per l'analisi accurata dei dati.

UTENTE_A	MAGAZZ_A	NRSPED_A	DTINSE_A	DTSPED_A	TOTRIG_A	CODCLL_A	RIFER1_A	NOMCLI_A	VETTOR_A	NOMVET_A	CODMEZ_A	DESMEZ_A
MPASINA	CD	110035	20240524	20240527	2	999003 620569		050371	BARTOLINI SPA 08	Vettore		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	113520	20240603	20240622	26	999518 210877		015103	DHL GLOBAL FC 11	Via mare - 40' s		
MPASINA	CD	115955	20240606	20240622	24	999523		000257	INSPED Logistic 03	Camion		
MPASINA	CD	115955	20240606	20240622	24	999523		000257	INSPED Logistic 03	Camion		
MPASINA	CD	115955	20240606	20240622	24	999523		000257	INSPED Logistic 03	Camion		
MPASINA	CD	115955	20240606	20240622	24	999523		000257	INSPED Logistic 03	Camion		

Figura 5.2: Database Access LOR335PFA

Il *database LOR335PFA* costituisce uno strumento chiave per determinare quali *attività extra* si attivano per ciascuna riga d'ordine. In tal modo, si assegna una tempistica precisa in base alle caratteristiche specifiche di ogni riga.

Per raggiungere questo obiettivo, è stato necessario inserire 66 colonne all'interno del *database*, ciascuna delle quali rappresenta un'informazione specifica della riga d'ordine.

In Tabella 5.1 sono riportati tutti i campi presenti e la loro descrizione.

MAGAZZ_A	Magazzino	FFITOK_A	Flag FITOK
NRSPED_A	Numero spedizione	FCLISP_A	Flag CLIENTE SPECIALE
DTINSE_A	Data inserimento	FIEPAL_A	Flag imballi EPAL
DTSPED_A	Data spedizione	PLIMDO_A	Peso limite imb.doppi
TOTRIG_A	Totale righe sped.	FIMDOP_A	Flag imballi doppi
CODCLI_A	Codice cliente	NRDDT_A	Numero DDT
RIFER1_A	Riferimento 1	DTDDT_A	Data DDT
NOMCLI_A	Nome cliente	TOTCOL_A	Totale colli
VETTOR_A	Codice vettore	PESLOR_A	Peso lordo
NOMVET_A	Nome vettore	PESNET_A	Peso netto
CODMEZ_A	Codice mezzo trasp.	VOLUME_A	Volume
DESMEZ_A	Descr.mezzo trasp.	NRORDI_A	Numero ordine
CODNAZ_A	Codice nazione	NRRIGA_A	Numero riga
DESNAZ_A	Descrizione nazione	DTRICH_A	Data richiesta
CODCON_A	Codice cond. trasp.	CODART_A	Codice articolo
DESCON_A	Descr.cond. trasp.	DESART_A	Descrizione articolo
IMB1SP_A	Imballo 1 sped.	TIPART_A	Tipo articolo
DSI1SP_A	Descr.imballo 1 sped.	FAMIGL_A	Famiglia articolo
IMB2SP_A	Imballo 2 sped.	DEFAM_A	Descrizione famiglia
DSI2SP_A	Descr.imballo 2 sped.	RICOB_A	RICOB
IMB3SP_A	Imballo 3 sped.	UNIMIS_A	Unità misura
DSI3SP_A	Descr.imballo 3 sped.	QTAORD_A	Qta ordinata
IMB1CL_A	Imballo 1 clie.	QTAALL_A	Qta allocata
DSI1CL_A	Descr.imballo 1 clie.	PESART_A	Peso unitario
IMB2CL_A	Imballo 2 clie.	PESRIG_A	Peso totale riga
DSI2CL_A	Descr.imballo 2 clie.	VOLART_A	Volume unitario
IMB3CL_A	Imballo 3 clie.	VOLRIG_A	Volume totale riga
DSI3CL_A	Descr.imballo 2 clie.	CODCNT_A	Codice contenitore
SPESOS_A	Flag sped.sospesa	DESCNT_A	Descr.contenitore
FLGNSS_A	Flag numero serie sped.	VOLCNT_A	Volume contenitore
FLGNSC_A	Flag numero serie clie.	LUNCNT_A	Lungh. contenitore
CODPRE_A	Codice prefisso cli.	PROCNT_A	Profo. contenitore
DESPRE_A	Descr. prefisso cli.	ALTCNT_A	Altez. contenitore

Tabella 5.1: Campi database Access LOR335PFA

5.4. Definizione Regole di Attivazione delle *Attività extra*

Una volta creato il *database*, risulta necessario inserire nel *database LOR335PFA* un numero di colonne corrispondente alle *attività extra* individuate durante la fase di mappatura.

L'obiettivo è consentire a queste colonne di attivarsi o disattivarsi in base alle caratteristiche specifiche di ciascuna riga d'ordine. In questo modo è possibile assegnare inizialmente un tempo *standard* alla riga d'ordine e, successivamente, aggiungere o escludere i tempi relativi alle *attività extra* in funzione dell'attivazione di ciascuna colonna, ottenendo così una stima precisa del tempo di lavorazione.

Nel dettaglio, sono state aggiunte al *database LOR335PFA* le colonne dedicate alle diverse *attività extra*, e per ciascuna di esse sono stati definiti i *criteri di attivazione*. Per semplificare gli step successivi di assegnazione dei tempi, si è adottato un approccio binario. Se la riga d'ordine rispetta i criteri definiti per una determinata colonna, all'interno del *database* viene visualizzato un "1" in corrispondenza della colonna attivata; al contrario, in caso di mancato soddisfacimento delle condizioni, viene visualizzato "0".

Questo metodo fornisce un *output* immediato e facilmente interrogabile, consentendo di visualizzare rapidamente tutte le *attività extra* attivate per ogni riga d'ordine presente nel *database* tramite gli "1" nelle rispettive colonne.

Nel dettaglio, le colonne, che individuano le *attività extra*, sono:

- **CONTES_A**: Se la riga d'ordine appartiene al processo di *packing contestuale*, viene visualizzato "0", al contrario, in caso di *packing non contestuale*, allora viene visualizzato "1". L'inserimento di questa colonna è fondamentale poiché, data la diversa natura delle operazioni tra i due processi di *packing*, sono stati definiti due tempi *standard* differenti. Il vettore assegnato alla riga d'ordine è stato utilizzato come discriminante.
- **GABBIA_A**: Questo campo consente di visualizzare "1" se la riga d'ordine richiede la costruzione di una *gabbia* in fase di *packing*. Sono stati definiti due criteri: la riga d'ordine deve essere processata con il *packing non contestuale* e devono essere soddisfatti determinati requisiti sui codici imballo.
- **PESCER_A**: Per determinare se la riga d'ordine richiede la *pesatura certificata*, è stato utilizzato il codice del mezzo di trasporto come criterio. Verrà visualizzato "1" nella colonna se la pesatura certificata è necessaria in fase di chiusura del collo.

- **SCHEMA_A**: Si visualizza “1” quando l’operatore di *packing* deve compilare il foglio "*Schema di carico*" durante la creazione dei colli. La condizione per questa colonna è la stessa definita per la colonna “PESCER_A”.
- **PESAFS_A**: Per definire se la riga d’ordine richiede l’uso di un *supporto per la pesatura* in fase di chiusura del collo, sono stati stabiliti criteri basati sulle dimensioni del contenitore. Se l’imballo primario del prodotto supera le dimensioni della bilancia disponibile nella postazione di *packing*, nella colonna viene visualizzato “1”.
- **BAEPAL_A**: Questo campo viene valorizzato con “1” quando si verificano due condizioni. Per verificare se la riga d’ordine richiede l’utilizzo di un bancale *EPAL* per la spedizione, vengono esaminati i codici imballo della riga. Se il codice articolo è classificato come *ARP*, la colonna viene valorizzata ad "1", indicando che l’operatore deve utilizzare il bancale *EPAL* per il collo.
- **PFIMBA_A**: In questo caso, come per “PESAFS_A”, sono stati applicati criteri relativi alle dimensioni del contenitore. Se altezza e profondità dell’imballo primario superano le dimensioni *standard* di un collo, nella colonna viene visualizzato “1”, indicando che non è necessaria alcuna attività di *packing* aggiuntiva.
- **SEGNAC_A**: È stata definita una lista di vettori che richiedono il *segnacollo*. Se alla riga d’ordine è associato un vettore appartenente a questa lista, nella colonna viene visualizzato “1”.
- **FITOK2_A**: Questo campo viene valorizzato con “1” quando sono soddisfatte tre condizioni: il cliente ha settato la caratteristica *fitok* a sistema, la nazione di destinazione richiede imballi *fitok*, uno dei tre codici imballo presenti nella spedizione è di tipo *fitok*.
- **FISECO_A**: Questa colonna si riferisce all’indicazione “CLIENTE SPECIALE”, che influisce sia sul processo di *picking* che su quello di *packing*. Viene visualizzato un “1” se il codice cliente è classificato come *cliente speciale*.
- **DOPPIM_A**: Questa colonna riguarda l’attività “*Doppio Imballo*”. La condizione per il settaggio a “1” è che l’anagrafica del cliente includa il codice imballo “*doppio imballo*” e che il peso teorico della spedizione sia pari o inferiore a 20 kg.

- **NRSERI_A**: Per questa colonna è stata definita una lista di codici cliente che richiedono la gestione del *numero di serie*. Se il cliente associato alla riga d'ordine è presente in questa lista, nella colonna viene visualizzato "1". In fase di *packing*, è, quindi, necessario scansionare il *codice QR* anziché il codice a barre.
- **NORD50_A**: Per la valorizzazione di questa colonna, è stata definita una condizione che verifica il peso unitario dell'articolo e le sue dimensioni (lunghezza, larghezza e altezza). Se entrambi i criteri sono soddisfatti, viene visualizzato "1" in questo campo.
- **NORD_A**: Questa colonna si attiva se il volume dell'imballo primario dell'articolo supera il volume massimo stoccabile in una locazione all'interno del magazzino. Se la condizione è soddisfatta, la colonna viene valorizzata con "1".
- **MANIPO_A**: Questo campo è stato aggiunto per l'attività di *picking* che richiederà, a partire dal mese di novembre, l'utilizzo di un *manipolatore* in corsia L-I per movimentare prodotti sopra i 20 kg non inforcabili con il carrello retrattile. La condizione per visualizzare "1" include il peso dell'articolo e la natura del contenitore primario, in particolare per i prodotti in cartone che richiedono manipolazione manuale.

Per stabilire se visualizzare un "1" o uno "0" in ciascuna colonna, sono stati organizzati diversi *meeting interni* tra il team di progetto e il reparto IT. Durante questi incontri, per ciascuna delle colonne sopra menzionate, si è proceduto a individuare i campi nel *database LOR335PFA* che determinano l'attivazione delle *attività extra*.

Questo processo ha consentito di integrare nel *database* tutte le *attività extra* identificate durante la fase di mappatura dei tre processi. In questo modo, per ogni record presente nel *database*, è possibile visualizzare quali colonne (ovvero quali *attività extra*) risultano attive (Figura 5.3).

righe d'ordine evase nello stesso intervallo. Dividendo i due numeri ottenuti si è potuto determinare il *coefficiente* che, moltiplicato per il tempo rilevato per il *task*, consente di calcolare il tempo ponderato per la singola riga d'ordine.

$$\frac{\text{Tempo assegnato al task}}{\text{Liste di prelievo}} \times \frac{\text{Liste di prelievo (lavorate nell'intervallo di tempo)}}{\text{N° di righe (lavorate nell'intervallo di tempo)}}$$

È stato necessario calcolare questi *coefficienti* per tutte le *frequenze* definite durante la mappatura dei tre processi, considerando l'intervallo di tempo compreso tra il 3 gennaio e il 30 giugno 2024.

Il primo passaggio ha richiesto l'identificazione di tutte le *frequenze* assegnate ai *task* durante la fase di mappatura, suddivise per ciascuno dei tre processi mappati (Figura 5.4).

FREQUENZE						
Liste di prelievo	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">LEGENDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">Frequenze picking</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFDAB9;">Frequenze packing</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">Frequenze carico</td> </tr> </tbody> </table>	LEGENDA		Frequenze picking	Frequenze packing	Frequenze carico
LEGENDA						
Frequenze picking						
Frequenze packing						
Frequenze carico						
Colli prelevati						
Missioni						
Missioni a quantità						
Missioni a svuotamento						
Pezzi nella missioni a quantità						
Pezzi nella missioni a svuotamento						
Spedizioni contestuali						
Spedizioni non contestuali						
Colli prelevati						
Colli spediti contestuale						
Colli spediti non contestuale						
Sparate						
Colli senza packing contestuale						
Colli senza packing non contestuale						
Colli spediti no "cliente speciale"						
Colli spediti si "cliente speciale"						
Vettori contestuali						
Vettori non contestuali						
Spedizioni non contestuali						
Colli spediti contestuale						
Colli spediti non contestuale						
Colli spediti NORD50						

Figura 5.4: Lista delle frequenze definite in fase di mappatura

Successivamente, si è proceduto alla raccolta dei dati, i quali hanno consentito di calcolare i *coefficienti* da assegnare a ciascun *task*, in modo da ponderare il tempo rilevato sulla singola riga d'ordine.

In Figura 5.5 sono riportati i dati suddivisi per tipologia di processo.

VALORI PER CALCOLARE COEFFICIENTI		
DATI PICKING		
N° di righe	108652	
N° di liste di prelievo	32758	
N° di missioni	166877	
N° di colli prelevati	71315	
N° di missioni a quantità	99999	
N° di missioni a svuotamento	66878	
N° di pezzi nella missione a quantità	253467	
N° di pezzi nella missione a svuotamento	197455	
% missioni a quantità	60%	
% missioni a svuotamento	40%	
% missioni "ARP"	3%	
% missioni no "ARP"	97%	
N° medio di missioni per pallet prelevato	2,34	
N° medio di liste prelevate in scrivania	3	
N° medio di missioni per lista di prelievo	4	
DATI PACKING		
N° di righe	108652	
N° di righe contestuali	73009	
N° di righe non contestuali	35643	
N° di spedizioni contestuali	38133	
N° di spedizioni non contestuali	6473	
N° di colli prelevati	71315	
N° di colli spediti contestuali	41628	
N° di colli spediti non contestuali	12425	
N° di righe senza packing contestuale	365	
N° di colli senza packing contestuale	441	
N° di righe senza packing non contestuale	186	
N° di colli senza packing non contestuale	235	
N° di gabbie costruite - no "CLIENTE SPECIALE"	11860	
N° di righe nelle gabbie - no "CLIENTE SPECIALE"	37496	
N° di gabbie costruite - si "CLIENTE SPECIALE"	421	
N° di righe nelle gabbie - si "CLIENTE SPECIALE"	4931	
DATI CARICO		
N° di righe	108652	
N° di righe contestuali	73009	
N° di righe non contestuali	35643	
N° di colli spediti contestuali	41628	
N° di colli spediti non contestuali	12425	
N° di colli spediti NORD50	65	
N° di righe NORD50	46	
N° di spedizioni non contestuali	6473	

Figura 5.5: Dati raccolti per il calcolo dei coefficienti

Per ricavare i dati riportati in Figura 5.5, sono state utilizzate le informazioni contenute nel database Access LOR335PFA. Creando query all'interno del programma, sono state collegate tra loro tabelle quali l'anagrafica degli articoli, la raccolta delle transazioni contabili e la LOR335PFA, consentendo così di estrarre i dati di interesse.

Query
Dati_Picking_Q
N°_di_colli_creati_Q
N°_di_colli_no_pack_Q
N°_di_colli_spediti_Q
N°_di_righe_no_pack_Q
N°_di_righe_Q
N°_di_spedizioni_non_contestuali_Q
N°_di_spedizioni_Q
N°_gabbie_no_clispec_Q
N°_gabbie_si_clispec_Q
NORD50_Q
Tipo_articolo_Q
Tipo_ricob_Q

Figura 5.6: Query utilizzate per la determinazione dei valori per calcolare i coefficienti

Infine, è stato effettuato il calcolo dei coefficienti da assegnare a ciascun task. Per ogni frequenza, il valore numerico identificato per il periodo relativo ai primi sei mesi del 2024

è stato rapportato al numero totale di righe d'ordine evase nello stesso intervallo di tempo. In alcuni casi, per aumentare ulteriormente la precisione del calcolo, il valore della *frequenza* è stato suddiviso per il numero totale di righe d'ordine, distinguendo tra quelle *contestuali* e *non contestuali* in base alla specifica frequenza in analisi.

COEFFICIENTI							
COEFFICIENTI PICKING			COEFFICIENTI PACKING			COEFFICIENTI CARICO	
Liste di prelievo/Riga	0,301		Spedizioni contestuali/Riga	0,522		Vettori contestuali/Riga	0,012
Colli prelevati/Riga	0,656		Spedizioni non contestuali/Riga	0,182		Vettori non contestuali/Riga	0,013
Missioni/Riga	1,536		Colli prelevati/Riga	0,656		Colli spediti contestuali/Riga	0,570
Missioni a quantità/Riga	0,920		Colli spediti contestuali/Riga	0,570		Colli spediti non contestuali/Riga	0,349
Missioni a svuotamento/Riga	0,616		Colli spediti non contestuali/Riga	0,349		Colli spediti NORD50/Riga	1,413
Pezzi nella missione a quantità/Riga	2,333		Colli senza packing contestuale/Riga	1,208		Spedizioni non contestuali/Riga	0,182
Pezzi nella missione a svuotamento/Riga	1,817		Colli senza packing non contestuale/Riga	1,263			
% missioni a quatità	60%		Gabbie costruite/Riga - no "CLIENTE SPECIALE"	0,316			
% missioni a svuotamento	40%		Gabbie costruite/Riga - si "CLIENTE SPECIALE"	0,085			
% missioni "ARP"	3%						
% missioni no "ARP"	97%						
N° medio di missioni per pallet prelevato	2,34						
N° medio di liste prelevate in scrivania	3						
N° medio di missioni per lista di prelievo	4						

Figura 5.7: Coefficienti individuati

Tutti i *coefficienti* definiti sono stati inseriti all'interno del file *Excel* contenente le rilevazioni temporali dei *task*. Ogni tempo è stato quindi moltiplicato per il proprio coefficiente, in relazione alla frequenza assegnata al *task*, permettendo così di ponderare il singolo tempo del *task* rispetto a una riga d'ordine.

Come precedentemente specificato, i calcoli e i ragionamenti interni al progetto per la definizione dei *coefficienti* sono basati su un periodo compreso tra il 3 gennaio e il 30 giugno 2024. Dal momento che l'obiettivo è ottenere uno strumento che consenta di anticipare il carico di lavoro delle righe d'ordine future, è necessario l'aggiornamento periodico di questi coefficienti, in quanto essi influenzano direttamente il tempo assegnato a ciascuna riga d'ordine. Di comune accordo con il team di progetto, si è deciso di aggiornare i coefficienti due volte all'anno, poiché nel lungo termine i processi potrebbero subire modifiche o miglioramenti, e il numero di spedizioni o di righe d'ordine evase potrebbe variare.

L'aggiornamento dei *coefficienti* avverrà in due momenti specifici: nella prima settimana di luglio e nella prima settimana di gennaio. Ogni aggiornamento sarà basato sui dati dei sei mesi precedenti. A supporto di questa operazione, sono state create delle istruzioni per l'individuazione dei nuovi *coefficienti*, i quali saranno inseriti nel file *Excel* contenente le rilevazioni temporali.

5.6. Definizione Tempi

Il passaggio finale, una volta determinati i *coefficienti* da applicare, consiste nella definizione dei tempi di esecuzione dei processi *standard* e delle *attività extra*, con riferimento a una singola riga d'ordine. L'obiettivo del programma per il calcolo del carico di lavoro all'interno del Centro di Distribuzione è quello di ricevere in *input* una riga d'ordine, che viene "analizzata" automaticamente, e successivamente popolare con "0" o "1" le colonne presenti nel *database Access* che rappresentano le *attività extra*. Sulla base di questo *output*, per ciascun processo mappato, viene assegnato un tempo *standard* di lavorazione, al quale vengono aggiunti o sottratti i tempi relativi alle *attività extra* attivate. In questo modo, si ottiene una stima accurata della tempistica di lavorazione per la singola riga d'ordine, che tiene conto delle diverse variabili presenti nella riga e dell'impatto operativo sul processo.

L'approccio seguito per definire le tempistiche finali ha previsto la somma dei tempi dei singoli *task* appartenenti allo stesso processo. I tempi sommati rappresentano il prodotto tra il tempo rilevato per ciascun *task* e il coefficiente assegnato in base alla frequenza dell'attività. Questo metodo ha permesso di definire i seguenti tempi *standard*, che verranno impostati di default per ogni riga d'ordine, in base alle caratteristiche specifiche:

1. Tempo *standard* di *picking*: 5,01 min;
2. Tempo *standard* di *packing contestuale*: 4,30 min;
3. Tempo *standard* di *packing non contestuale*: 3,10 min;
4. Tempo *standard* di *carico contestuale*: 1,05 min;
5. Tempo *standard* di *carico non contestuale*: 1,74 min;
6. Tempo *standard* di *carico NORD50*: 8,07 min;

Allo stesso modo sono state individuate le tempistiche relative alle *attività extra* identificate:

7. Tempo “Area NORD” (*picking*): 5,59 min;
8. Tempo “Area NORD50” (*picking*): 4,75 min;
9. Tempo “EPAL” (*picking*): 5,95 min;
10. Tempo “Cliente Speciale” (*picking*): 5,80 min;
11. Tempo “Manipolatore” (*picking*): 0 min;
12. Tempo “N° di serie contestuale” (*packing*): 0,04 min;
13. Tempo “N° di serie non contestuale” (*packing*): 0,15 min;
14. Tempo “Prodotto finito già imballato contestuale” (*packing*): -1,26 min;
15. Tempo “Prodotto finito già imballato non contestuale” (*packing*): 0,26 min;
16. Tempo “Pesatura fuori standard” (*packing*): 1,24 min;
17. Tempo “Doppio imballo” (*packing*): 1,37 min;
18. Tempo “Segnacollo” (*packing*): 0,20 min;
19. Tempo “EPAL da sbancalare” (*packing*): 1,30 min;
20. Tempo “Gabbia” (*packing*): 4,96 min;
21. Tempo “Fitok” (*packing*): 0,56 min;
22. Tempo “Cliente Speciale” (*packing*): 0,58 min;
23. Tempo “Peso certificato” (*packing*): 1,04 min;
24. Tempo “Schema carico” (*packing*): 0,13 min.

TEMPI STANDARD [min]	
Riga standard	5,01
Riga standard contestuale	4,30
Riga standard non contestuale	3,10
Riga standard contestuale	1,05
Riga standard non contestuale	1,74
Riga standard NORD50	8,07

TEMPI ATTIVITA' EXTRA [min]	
Area NORD	5,59
Area NORD50	4,75
EPAL	5,95
Cliente Speciale	5,80
Manipolatore	0,00
N° di serie contestuale	0,04
N° di serie non contestuale	0,15
Prodotto finito già imballato contestuale	-1,26
Prodotto finito già imballato non contestuale	0,26
Pesatura fuori standard contestuale	1,18
Pesatura fuori standard non contestuale	1,24
Doppio imballo	1,37
Segnacollo	0,20
EPAL da sbancalare	1,30
Gabbia	4,96
Fitok	0,56
Cliente Speciale	0,58
Peso certificato	1,04
Schema carico	0,13

LEGENDA
Processo di picking
Processo di packing
Processo di carico

Figura 5.8: Relazione tempi standard e tempi attività extra

Si segnala che il tempo dell'*attività extra* “Manipolatore” è stato impostato a 0 minuti poiché l'installazione del manipolatore, destinato al prelievo di prodotti oltre i 20 kg, è prevista per novembre 2024. Prima di poter rilevare i tempi di esecuzione dei *task*, è necessario definire e mappare il processo *standard* da seguire.

Un limite dello studio è stata l'impossibilità di adottare l'approccio *standard*, basato sulla somma dei tempi dei singoli *task* del processo analizzato, per le tempistiche numero 1 (tempo *standard* di *picking*), 9 (Tempo “EPAL” di *picking*) e 10 (Tempo “Cliente Speciale” di *picking*). Per ovviare tale limite, è stata seguita una logica differente, in quanto è stato inserito, all'interno del calcolo delle tempistiche sopracitate, il valore del *Tempo Ciclo* determinato nel Paragrafo 4.3.

In particolare, per la determinazione del tempo numero 1, ovvero la tempistica *standard* del processo di *picking*, è stata applicata la seguente formula:

$$\text{Tempo standard di picking} = T_{\text{fisso}} + T_{\text{ciclo}} + (T_{\text{qnt}} \times \%_{\text{qnt}}) + (T_{\text{svuot}} \times \%_{\text{svuot}})$$

Nella formula seguente è possibile identificare quattro componenti temporali distinti:

- **T_{fisso}**: Componente di tempo costante, indipendente dalla tipologia di prelievo, sia esso *a quantità* o *a svuotamento*.
- **T_{ciclo}**: Quota di *Tempo Ciclo* assegnata a ciascuna riga d'ordine. Per ottenere questo valore, è stato necessario dividere il *Tempo Ciclo* complessivo (826,85 secondi) per il numero di righe d'ordine processate durante un ciclo completo. Sulla base delle informazioni raccolte, si è stabilito che l'operatore di *picking* gestisce in media 3 *liste di prelievo* per ciclo, ognuna delle quali include 4 prelievi, per un totale di 12 missioni per ciclo. Applicando il coefficiente definito per il processo di *picking* "Missioni/Riga", pari a 1,536, è stato possibile convertire il numero di missioni in numero di righe d'ordine lavorate per ciclo, ottenendo il valore finale di 8 righe. Il *Tempo Ciclo* totale è stato, quindi, suddiviso per 8, raggiungendo 103,36, valore che è stato assegnato alla variabile T_{ciclo}.

- T_{qnt} : Componente temporale che include tutti i *task* eseguiti in caso di prelievo a *quantità*, escludendo le movimentazioni effettuate con carrello retrattile, già integrate all'interno del *Tempo Ciclo*.
- T_{svuot} : Componente di tempo che racchiude tutte le attività svolte in caso di prelievo a *svuotamento*, escludendo le movimentazioni effettuate con carrello retrattile, già integrate all'interno del *Tempo Ciclo*.

Poiché non è possibile prevedere a priori come una riga d'ordine verrà gestita nella fase di *picking* in termini di numero di liste e prelievi generati, né prevedere se i prelievi saranno a *quantità* o a *svuotamento*, è stato necessario ponderare i tempi T_{qnt} e T_{svuot} , utilizzando le rispettive percentuali di accadimento delle due tipologie di prelievo, per ottenere una media rappresentativa. Lo stesso approccio e la stessa formula sono stati impiegati per calcolare la tempistica numero 10 (Tempo "Cliente Speciale" di *picking*).

La situazione è differente per il calcolo del tempo numero 9, relativo al processo di *picking* nel caso in cui la spedizione richieda un bancale *EPAL*. In questo caso, la formula include componenti aggiuntive finalizzate alla distinzione delle situazioni in cui è richiesto il prelievo di un codice *ARP*. Se il codice da prelevare è classificato come *ARP*, l'operazione di cambio bancale viene eseguita successivamente, nella fase di *packing*, e, pertanto, il tempo "extra" sarà incluso nel calcolo di tale fase. Qualora il codice sia di tipo non *ARP*, l'operatore di *picking* si occupa di trasportare i prodotti nell'area di scambio già predisposti su un bancale *EPAL*. Data la notevole differenza di tempo tra le due situazioni, analogamente a quanto effettuato per T_{qnt} e T_{svuot} (ponderati in base alle percentuali di accadimento), è stato applicato lo stesso ragionamento per definire il tempo dell'*attività extra*. La formula per calcolare il tempo numero 9 è la seguente:

$$\text{Tempo "EPAL"} = T_{fisso} + T_{ciclo} + (T_{qnt} \times \%_{qnt}) + (T_{svuot} \times \%_{svuot})$$

$$\text{in cui } T_{svuot} = (T_{svuot_ARP} \times \%_{svuot_ARP}) + (T_{svuot_no_ARP} \times \%_{svuot_no_ARP})$$

Nella formula del T_{svuot} è possibile distinguere due componenti temporali:

- T_{svuot_ARP} : Tempo che rappresenta tutte le azioni svolte dall'operatore, escluse le movimentazioni con il carrello retrattile, in caso di prelievo a *svuotamento* per un codice *ARP*. In questo caso, il compito dell'operatore di *picking* si limita al prelievo della merce dalla locazione e al deposito del bancale prelevato in area di scambio. Il cambio del bancale verrà poi eseguito nella fase di *packing*.
- $T_{svuot_no_ARP}$: A differenza di T_{svuot_ARP} , questa componente racchiude le attività svolte in caso di prelievo a *svuotamento* per un codice non *ARP*. In tal caso, l'operatore di *picking* è incaricato di cambiare il bancale e di trasferire tutti i prodotti prelevati su un bancale *EPAL* prima di raggiungere l'area di scambio, dove depositerà il bancale con la merce.

Anche in questo caso, sono state individuate le percentuali di prelievi effettuati per codici *ARP* e non *ARP*. Questo ha permesso di ponderare accuratamente le due componenti di tempo.

Con questi passaggi si è conclusa la fase di identificazione dei tempi per ciascuna riga d'ordine.

5.7. Implementazione strumento

Il primo obiettivo raggiunto, grazie alla determinazione delle tempistiche dei processi, è stato l'integrazione di tali informazioni nel *database LOR335PFA*. L'*output* ottenuto, in collaborazione con il reparto IT, ha portato all'aggiunta di quattro nuove colonne, in fondo al *database*, relative al tempo totale per svolgere le attività di *picking*, *packing*, *carico* e una quarta colonna che somma i tre tempi precedenti, definendo così il *carico di lavoro orario* di ciascuna riga d'ordine.

Tale risultato è stato ottenuto attraverso l'utilizzo di un documento *Word*, contenente istruzioni dettagliate relative ai calcoli che il programma deve eseguire per assegnare il tempo corretto a ogni attività. In particolare, per l'attività di *picking*, sono state definite 7 verifiche da effettuare per controllare le caratteristiche di ciascuna riga d'ordine e verificare quali *attività extra* sono attive, identificando gli "1" nelle colonne del *database*

e assegnando il tempo adeguato. Per i processi di *packing* e *carico*, sono state definite rispettivamente 15 e 3 verifiche aggiuntive da eseguire.

Il criterio seguito per effettuare le verifiche su ciascuna colonna relativa ai tempi necessari per le attività è stato quello di svolgere un primo controllo per determinare il tempo *standard* da assegnare alla riga. Successivamente, sono state esaminate a una a una le colonne rappresentative delle *attività extra* identificate, consentendo di riconoscere le variabili attive e, di conseguenza, aggiungere o sottrarre minuti al tempo *standard* assegnato (Figura 5.9).

TEPICK_A	TEPACK_A	TECARI_A	TETOTA_A
5,751	9,384	0,84	15,975
5,75	9,384	0,84	15,974
5,751	9,314	0,84	15,905
5,75	9,314	0,84	15,904
5,75	9,314	0,84	15,904
5,75	4,854	0,84	11,444
5,75	9,314	0,84	15,904
5,751	9,564	0,84	16,155
5,75	9,314	0,84	15,904
5,751	9,314	0,84	15,905
5,75	9,314	0,84	15,904
5,75	9,314	0,84	15,904
5,75	9,314	0,84	15,904
4,97	4,16	0,84	9,97
4,97	4,184	0,84	9,994
4,97	4,232	0,84	10,042

Figura 5.9: Colonne identificative dei tempi di esecuzione delle attività

Per automatizzare questi calcoli ogni volta che si aggiorna il *database*, per l'ingresso di nuove righe d'ordine o per modificare parametri delle righe esistenti, è stato necessario creare quattro programmi di supporto all'interno del gestionale aziendale:

- **LOR302**: programma contenente le tempistiche definite per il processo di *picking*.
- **LOR303**: programma contenente le tempistiche definite per il processo di *packing*.
- **LOR304**: programma contenente le tempistiche definite per il processo di *carico*.

- **SYS505**: programma contenente tutti i passaggi necessari per il calcolo del tempo di ciascuna riga d'ordine.

```

LOR302D1-01      XYLEM ITALIA - MFG POC SRV - CRP      ME061      8/11/24
LOWARA           Gestione Tabella Tempi di Picking     ACASALA    18:04:09

Azioni:      1=Crea 2=Rivedi 3=Copia 4=Annulla 5=Visualizza 8=Posiziona su

Az Dt.iniz.  Codic  Descrizione      Tempo
-----
1/01/23 PI010  Riga std         4,970
1/01/23 PI020  Area NORD        5,550
1/01/23 PI030  Area NORD50     4,720
1/01/23 PI040  EPAL            5,900
1/01/23 PI050  Cliente speciale 5,750
1/01/23 PI060  Manipolatore    0,001

F3=Fine  F4=Rich.  F5=Ritocca  F13=Filtri  F14=Inser.di massa
Fine

```

Figura 5.10: Programma di supporto per le tempistiche di picking LOR302

I tre programmi contenenti le tempistiche condividono caratteristiche comuni: permettono la modifica manuale dei tempi a sistema e dispongono di un tasto funzione “**F14**” per l’inserimento di massa, consentendo di impostare nuove tempistiche in modo rapido. Tale funzionalità è stata progettata per supportare l’aggiornamento periodico dei coefficienti, pianificato ogni sei mesi. Durante l’inserimento di nuovi tempi, è richiesto l’inserimento di una data, che indica quando il sistema inizierà a utilizzare le tempistiche appena inserite.

La caratteristica di attivazione temporale presente nei tre programmi è fondamentale, perché comunica con la *dashboard* LOR335 nel gestionale, visualizzabile in Figura 5.11. Questa *dashboard*, collegata al *database* LOR335PFA, consente, tramite la compilazione di alcuni campi, di effettuare un’estrazione e di aggiornare il *database* Access con le nuove righe in ingresso. All’interno della *dashboard* è presente, inoltre, un campo chiamato “*Data validità*”, in cui inserire la data che identifica i tempi da utilizzare nei tre programmi.

```

LOR335D-01          XYLEM ITALIA - MFG POC SRV - CRP          ME061          8/11/24
LOWARA             Estrazione Spedizioni/Packing List          ACASALA        18:01:14

Magazzino          CD +
Data spediz.      25/10/24   A   99/99/99
Data validita'    8/11/24
Quali spedizioni  1 (1=Tutte ; 2=Aperte ; 3=Chiuse)

Par.tmp.esecuzione 1 (0=Interattiva 1=Batch)

F3=Fine F4=Rich F6=Conferm

```

Figura 5.11: Dashboard LOR335

Nella *dashboard* devono essere compilati anche altri campi, tra cui:

- **Magazzino:** deve essere inserito il codice “CD”, identificativo del Centro di Distribuzione.
- **Data spedizione:** permette di definire un intervallo di date. In base all’intervallo, il *database Access* viene popolato con le righe d’ordine aventi una data di spedizione compresa nell’intervallo selezionato.
- **Quali spedizioni:** in questo campo, si può inserire un valore da 1 a 3, come indicato nella legenda. In base al valore, il *database* si popola con tutte le spedizioni, solo con quelle aperte o solo con quelle chiuse.
- **Data validità:** questa data rappresenta l'*input* per i programmi *LOR302*, *LOR303* e *LOR304*. In base alla data impostata nella *dashboard*, il programma *LOR335* utilizzerà i tempi presenti nei tre programmi che rispettano la data indicata.

Per facilitare l’uso della *dashboard* e supportare il personale nel prevedere il carico di lavoro delle spedizioni future, sono stati definiti *preset* per i campi principali. L’intervallo di date è impostato con data odierna come data di inizio (per analizzare solo spedizioni future) e "999999" come data di fine, permettendo di analizzare tutte le spedizioni senza limiti di tempo. Per il campo relativo alle spedizioni è impostato il valore “1” per

analizzare tutte le spedizioni, mentre per la “*Data validità*” è selezionata di default la data odierna, per utilizzare i tempi sempre aggiornati.

L’aggiunta del campo “*Data validità*”, che comunica direttamente con i tre programmi di tempistiche, consente di calcolare il carico di lavoro delle righe d’ordine in diversi scenari. Attualmente, i tempi sono impostati dal 1° luglio 2024 fino al 31 dicembre 2024; all’inizio del prossimo anno, aggiornati i coefficienti, sarà possibile effettuare un nuovo inserimento di massa dei tempi nei programmi e visualizzare i nuovi record con data di validità dal 1° gennaio 2025. Di conseguenza, la *dashboard LOR335* utilizzerà automaticamente i nuovi tempi per il calcolo del carico di lavoro. Il *database LOR335PFA* verrà così popolato con righe in ingresso, alle quali verranno assegnate le nuove tempistiche.

Un grande vantaggio di questa struttura è la possibilità di calcolare rapidamente i risparmi di tempo nel caso di miglioramenti implementati sui processi.

5.7.1. Verifica dell’accuratezza dello strumento

Sono state condotte analisi sui processi di *picking* e *packing* per verificare l’accuratezza dello strumento sviluppato. È stato effettuato un campionamento di alcune spedizioni, misurando fisicamente il tempo necessario per eseguire queste attività e confrontando i tempi ottenuti con i risultati generati dallo strumento.

Per ottenere i dati dallo strumento, le spedizioni campionate sono state filtrate all’interno del *database Access LOR335PFA*, permettendo di identificare le righe d’ordine corrispondenti a ciascuna spedizione. Successivamente, per ogni spedizione, è stata calcolata la somma dei tempi di attività relativi a tutte le righe d’ordine identificate. Il valore così ottenuto è stato infine confrontato con i tempi fisici misurati.

CONFRONTO PICKING			
N° spedizione	Campionamento [min]	LOR335PFA [min]	Delta assoluto
225009	9	15	6
225518	4	5	1
225604	12	15	3
225840	7	10	3
225946	9	15	6
213415	37	30	7
185228	100	105	5

Figura 5.12: Confronto tempi del picking

CONFRONTO PACKING			
N° spedizione	Campionamento [min]	LOR335PFA [min]	Delta assoluto
124944	470	513	43
194915	90	72	18
221642	140	160	20
221644	385	355	30
214946	25	17	8
184956	30	19	11
205039	13	17	4
222803	3	6	3
222644	3	6	3
211633	5	6	1
223604	3	7	4
224246	5	6	1
222848	10	21	11
193436	8	6	2
224558	4	6	2
205355	5	7	2
224406	10	6	4
224547	11	10	1
213445	10	10	0
204210	12	9	3
224247	13	10	3

Figura 5.13: Confronto tempi del packing

Come mostrano le Figure 5.12 e 5.13, l'ultima colonna è indicativa del "*Delta assoluto*", che indica lo scostamento assoluto tra il valore fisicamente rilevato e quello generato dallo strumento. Questo scostamento evidenzia che, nella maggior parte dei casi, lo strumento non è in grado di calcolare i tempi con una precisione del 100%. Le principali cause di questa discrepanza sono la variabilità dei tempi di esecuzione delle attività e la necessità di assegnare un tempo *standard* a ciascuna riga d'ordine.

In dettaglio, più si confrontano i tempi a livello di singola spedizione o riga d'ordine, maggiore è la probabilità che lo strumento non produca un *output* perfettamente accurato.

Al contrario, ampliando l'orizzonte di analisi a livello di giornata complessiva, gli scostamenti tendono a bilanciarsi, permettendo di ottenere un valore più confrontabile e affidabile.

6. Caso *Lowara*: Next Steps

In questa ultima sezione vengono delineati i passaggi successivi necessari per completare l'implementazione dello strumento sviluppato all'interno del gestionale aziendale. L'obiettivo è rendere questo strumento pienamente funzionale e accessibile a tutte le risorse coinvolte nel processo di spedizione.

Nell'ottica della metodologia *DMAIC*, l'ultima fase è quella di *Control*, che prevede monitoraggio e stabilizzazione dei miglioramenti ottenuti nel processo. Tuttavia, non è stato possibile sviluppare questa fase, poiché, allo stato attuale del progetto, non sono ancora presenti i dati necessari per valutare l'efficacia dello strumento. Per la fase di *Control* è, infatti, fondamentale raccogliere dati che permettano di monitorare l'andamento del *KPI* definito in fase di *Define*.

La completezza del ciclo *DMAIC* verrà assicurata solo quando lo strumento sarà effettivamente operativo e integrato nel flusso aziendale e non prima, quindi, di 3-6 mesi, tempo necessario per una raccolta di dati sufficiente per valutare il *KPI* di progetto. Attraverso tale periodo di osservazione sarà, infatti, possibile verificare che l'implementazione del strumento abbia effettivamente portato benefici all'interno della logistica aziendale, attraverso una riduzione della percentuale di errore tra il valore economico previsto da spedire e quello evaso a consuntivo, su base giornaliera, allineandosi, pertanto, al target stabilito nella fase di *Define*.

6.1. Integrazioni e Sviluppi futuri dello strumento

Attualmente, lo strumento sviluppato è in fase di *stand-by*.

Innanzitutto, come già precedentemente accennato nel Paragrafo 5.7.1, sono ancora in corso dei test volti a valutare la precisione dello strumento in esame. Questi test sono volti a verificare l'accuratezza delle stime prodotte, assicurando affidabilità allo strumento, una volta reso operativo in azienda. Per decisione condivisa dal team di progetto, una volta eseguite le analisi preliminari, è stato deciso di intervenire ulteriormente sui coefficienti presentati in Figura 5.7. Nello specifico, la proposta di team è stata la suddivisione dei coefficienti relativi al processo di *picking*, in base alla tipologia di

packing cui è destinata la spedizione, sempre mantenendo la distinzione tra *packing contestuale* e *non contestuale*.

Tale diversificazione è stata ritenuta necessaria per le differenze operative intrinseche ai due processi: le spedizioni destinate al processo di *packing contestuale* presentano un numero limitato di prodotti, consentendo agli operatori di processare un alto volume di spedizioni. Al contrario, le spedizioni destinate al *packing non contestuale* hanno *liste di prelievo* più estese, composte da numerose missioni. Ovviamente, tale differenziazione influisce sui tempi di esecuzione delle attività di *picking*, rendendo necessaria un'ulteriore calibrazione dei coefficienti. L'aggiunta di nuovi coefficienti nel processo di *picking* comporta l'adeguamento delle tempistiche all'interno dello strumento sviluppato.

Grazie alle configurazioni presenti nei programmi *LOR302*, *LOR303* e *LOR304*, è possibile aggiornare manualmente i tempi definiti, rendendo autonomo lo step di aggiornamento delle tempistiche. Tuttavia, il supporto del reparto IT è essenziale per eseguire l'inserimento dei nuovi valori nel sistema di calcolo del tempo di *picking*.

Il reparto IT ha la funzione anche di integrare i tempi generati dallo strumento all'interno di due applicativi, *LOR390* e *LOR155*, già utilizzati nel gestionale aziendale, con l'obiettivo di facilitare la consultazione dei tempi per ciascuna riga d'ordine.

Il programma *LOR390* dà una visione complessiva del carico di lavoro del magazzino. Permette, infatti, il monitoraggio dell'intera attività in termini di righe d'ordine e valore economico complessivo. Viene utilizzato prevalentemente dal personale addetto all'entrata e alla gestione degli ordini, e fornisce una panoramica dettagliata della quantità di lavoro prevista per la giornata. Attraverso le funzionalità del programma *LOR390*, il Riferimento del magazzino monitora lo stato di avanzamento delle righe d'ordine completate rispetto a quelle ancora in stato di attesa, e questo risulta fondamentale ai fini di una precisa valutazione della capacità di rispettare le tempistiche di evasione stabilite e ai fini di gestione di eventuali ritardi.

Il programma *LOR155*, invece, è più dettagliato e orientato alla gestione delle singole spedizioni. Tale programma evidenzia le singole righe d'ordine di ogni spedizione e fornisce informazioni avanzate sullo stato di avanzamento delle attività di *picking* e *packing*. Questa funzionalità risulta di fondamentale importanza per Riferimento del magazzino, poiché facilita l'allocazione dinamica delle risorse, permettendo di assegnarle

in modo efficiente e di intervenire rapidamente in caso di priorità urgenti. Se una spedizione richiede un'evasione *prioritaria*, ad esempio, è possibile riposizionare il personale per accelerare le attività necessarie.

Tuttavia, limite importante del programma LOR155 è che i dati sono visualizzati solo in termini di numero di righe e valore, non fornendo informazioni specifiche sui tempi di esecuzione.

L'integrazione dei tempi di lavorazione nei due programmi gestionali rappresenta un importante passo avanti nella *digitalizzazione* dei processi, offrendo uno strumento che migliora la capacità di pianificazione e controllo del carico di lavoro giornaliero.

La logica di implementazione adottata, che evita di modificare radicalmente i programmi attualmente in uso, utilizza un campo già presente in entrambi i programmi sopra citati per la visualizzazione dati. L'obiettivo di progetto è integrare un nuovo criterio di visualizzazione basato su intervalli *orari*. Lo stesso approccio verrà adottato per l'implementazione all'interno del programma LOR155.

Ad oggi, all'interno del reparto IT sono già state avviate alcune modifiche necessarie per l'implementazione nel programma LOR390. Per il programma LOR155, invece, saranno necessari alcuni incontri interni con il team di progetto, al fine di definire le informazioni che dovranno essere visualizzate a schermo.

In termini di futuri sviluppi, si prevede di ampliare le funzionalità dello strumento includendo attività finora non mappate ma rilevanti per una visione completa del carico di lavoro del Centro di Distribuzione. Tra le attività, si prevede di integrare l'impiego del manipolatore in fase di *picking* per i prodotti di peso superiore ai 20 kg, l'integrazione di attività attualmente "*out of scope*" come il processo di *inbound* e le attività di *compattazione* e *abbassamento*, che, sebbene considerate secondarie rispetto ai processi di *picking*, *packing* e *carico*, rappresentano operazioni fondamentali per l'operatività complessiva e, infine, il processo di gestione dei ricambi, svolto in un'area dedicata del magazzino.

In Figura 6.1 è riportato un *diagramma di Gantt*, rappresentativo della tempistica prevista per l'implementazione delle funzionalità sopra descritte. Questo strumento di pianificazione aiuta a visualizzare le tappe e gli obiettivi del progetto.

Attività	2024				2025													
	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Aggiornamento dei coefficienti di picking	■	■																
Integrazione "attività extra" Manipolatore			■	■	■	■	■	■										
Integrazione processo di Inbound					■	■	■	■	■	■	■	■						
Integrazione processo di Compattazioni										■	■	■	■					
Integrazione processo di Abbassamenti										■	■	■	■					
Integrazione flusso Ricambi														■	■	■	■	■

Figura 6.1: Gantt rappresentativo dei next step da integrare nello strumento

L'obiettivo finale è rendere disponibile uno strumento completo e integrato, che supporti in modo efficace l'intera gestione delle attività operative all'interno del Centro di Distribuzione.

6.2. Progetto SPOC

Parallelamente alla creazione e all'implementazione dello strumento, è stata avviata anche una ulteriore iniziativa, che avrà un impatto significativo sulle attività operative del Centro di Distribuzione. A partire dal mese di settembre 2024, è stato avviato il progetto denominato **SPOC** (*Single Point of Contact*). Nel contesto europeo, sono presenti tre Centri di Distribuzione, situati in Francia, Svezia e Italia (a Montecchio Maggiore), e ciascuno di essi gestisce lo stoccaggio e la spedizione dei prodotti provenienti esclusivamente dal proprio stabilimento produttivo.

Tale struttura operativa influenza il livello di servizio offerto ai clienti. Basti pensare che un cliente italiano che ordina un prodotto fabbricato in Svezia, deve attendere che l'articolo venga spedito dalla Svezia e arrivi in Italia, e ciò allunga ulteriormente i tempi di attesa.

Il progetto SPOC mira a superare questa lacuna, offrendo un singolo punto di contatto per i clienti: l'obiettivo è rendere disponibile, in ciascun Centro di Distribuzione, una gamma di articoli provenienti da tutti gli stabilimenti produttivi, contribuendo, in questo modo, a ridurre sensibilmente i tempi di attesa, garantendo una maggiore tempestività nelle consegne e migliorando, pertanto, l'efficienza complessiva del servizio.

L'implementazione di questa nuova struttura comporta, tuttavia, la necessità di gestire un insieme di articoli aggiuntivi nel Centro di Distribuzione di Montecchio Maggiore, oltre alla creazione di processi operativi specifici per il loro trattamento. Al fine di rendere sempre affidabile e aggiornato lo strumento sviluppato, sarà quindi fondamentale integrare questi nuovi processi nel sistema di calcolo dei tempi operativi. Saranno identificate e mappate le attività aggiuntive legate alla gestione degli articoli provenienti dagli altri stabilimenti, e per ciascuna di esse sarà necessario definire nuovi tempi di esecuzione, in aggiunta alle tempistiche *standard* già descritte nel Paragrafo 5.6.

L'integrazione del progetto SPOC rappresenta quindi un passaggio essenziale in ottica di miglioramento della gestione delle operazioni di distribuzione, e il suo allineamento con lo strumento creato permetterà di rispondere in modo più efficace alle esigenze dei clienti, offrendo al contempo un supporto concreto all'organizzazione interna del Centro di Distribuzione.

6.3. Risultati e Benefici conseguiti

Il progetto sviluppato ha permesso di sviluppare una visione chiara e dettagliata delle attività svolte all'interno del magazzino. Uno degli obiettivi principali tra quelli identificati è stato soddisfatto proprio attraverso la fase iniziale di *mappatura*, che ha consentito di esaminare nel dettaglio le operazioni eseguite dagli operatori e identificare i punti critici interni ai processi. La mappatura ha permesso di evidenziare eventuali inefficienze e/o colli di bottiglia intrinseche al sistema che, se ulteriormente analizzate, ove possibile, possono essere eliminati, con l'obiettivo di rendere il flusso operativo più snello e ottimizzato.

Il progetto, inoltre, si è concentrato sulla definizione dei tempi necessari per ciascuna attività, quantificando il carico di lavoro non solo in termini di numero di righe o di valore economico delle spedizioni, ma anche in termini di tempo effettivo richiesto.

Il miglioramento nella gestione delle risorse è dato dall'utilizzo delle *ore* come unità di misura, e ciò assicura una pianificazione operativa ben più precisa e semplificata.

Un ulteriore beneficio è stato dato dallo sviluppo, in collaborazione con il reparto IT, dei programmi informatici necessari per l'assegnazione automatica dei tempi alle righe d'ordine future. Ciò rende possibile l'integrazione di nuovi *standard* temporali all'interno delle operazioni quotidiane, assicurando la disponibilità dei dati relativi ai tempi di lavorazione ai fini della pianificazione e della gestione operativa.

Tuttavia, come già segnalato, il progetto non può definirsi concluso e, pertanto, non è ancora possibile eseguire un'analisi quantitativa dettagliata dei benefici ottenuti con tale implementazione.

Sarà necessario, come già accennato, monitorare per un periodo di 3-6 mesi, successivi all'implementazione nei programmi LOR390 e LOR155, l'andamento della riduzione della percentuale di errore giornaliero tra il valore economico delle spedizioni pianificate e quello effettivamente evaso. Solo attraverso tale analisi sarà possibile definire l'effettiva efficacia dello strumento sviluppato.

Ad oggi, la percentuale di errore viene quotidianamente aggiornata e si prevede che il monitoraggio proseguirà anche nei prossimi mesi, al fine, infatti, di assicurare una raccolta dati sufficiente per le verifiche di raggiungimento del target definito nel *Goal Statement*.

I potenziali benefici derivanti dal progetto riguardano una migliore gestione delle risorse operative, che permette di assegnare un numero di addetti *corretto* per le attività di *picking*, *packing* e *carico*. Fino ad oggi, infatti, il calcolo della forza lavoro ottimale ha sempre rappresentato una sfida.

La riduzione dell'errore tra il valore pianificato e quello effettivamente spedito consentirà all'azienda di diminuire le spedizioni in ritardo rispetto alla data di consegna prevista. Questo si tradurrà in un miglioramento in termini di servizio offerto ai clienti, con un forte impatto positivo sulla soddisfazione e la fidelizzazione dei clienti stessi, rafforzando il rapporto di fiducia con l'azienda.

Bibliografia e Sitografia

- [1] Centro di Distribuzione efficiente. URL: <https://www.terya.com/blog-sistemi-centrali/centro-di-distribuzione-efficiente-tutti-i-suggerimenti#1>
- [2] Arnold, J. R., Chapman, S. N., & Clive, L. "Introduction to materials management." (2019)
- [3] Layout e progettazione del magazzino. URL: <https://www.mecalux.it/manuale-logistica-magazzino/organizzazione-magazzino/layout-magazzino-progettazione>
- [4] WMS. URL: <https://news.beta80group.it/wms-che-cos-e-e-perche-e-fondamentale-per-la-logistica>
- [5] Logistica inbound. URL: <https://www.mecalux.it/blog/logistica-in-entrata>
- [6] Logistica inbound e outbound. URL: <https://www.esselogistics.it/blog/logistica-inbound-e-outbound-cosa-sono-vantaggi-e-differenze/>
- [7] Tecniche di stoccaggio. URL: <https://www.mecalux.it/blog/tecniche-di-stoccaggio>
- [8] Imballaggio. URL: <https://it.wikipedia.org/wiki/Imballaggio>
- [9] Tipi di imballaggio. URL: <https://www.mecalux.it/blog/tipi-di-imballaggio-primario-secondario-terziario>
- [10] DMAIC. URL: <https://www.headvisor.it/dmaic#3>
- [11] SIPOC. URL: <https://it.wikipedia.org/wiki/SIPOC>
- [12] Diagramma Ishikawa. URL: https://it.wikipedia.org/wiki/Diagramma_di_Ishikawa
- [13] 5 Whys. URL: https://it.wikipedia.org/wiki/Cinque_Perché

Ringraziamenti

Giunto al termine di questo percorso di studi, ci tengo a ringraziare di cuore tutte le persone che sono per me fonte di supporto e guida.

In primo luogo, un grazie speciale va alla mia famiglia, a mamma Marina, papà Valter e a mia sorella Giovanna. Vi ringrazio per l'amore che mi avete dato e per aver sempre avuto fiducia nelle mie capacità. Senza di voi, nulla di tutto questo sarebbe stato possibile.

Un enorme grazie agli amici che mi sono sempre stati accanto, condividendo con me i momenti felici ma anche le difficoltà che ho affrontato.

Un sincero ringraziamento va a Lowara, azienda presso la quale ho avuto la possibilità di svolgere il progetto di tesi. Un'enorme grazie per avermi accolto con entusiasmo e per avermi fatto crescere a livello professionale e personale. In particolare, tengo a riservare un ringraziamento speciale a Lara ed Elena. Le loro competenze e la loro disponibilità hanno reso questo percorso un'esperienza preziosa di apprendimento.

Infine, tengo a ringraziare tutti i colleghi conosciuti durante questo percorso in azienda. La loro collaborazione e il clima di lavoro stimolante hanno reso ogni giorno un'occasione unica per imparare e migliorarmi.

A tutti voi, un grazie di cuore per avermi accompagnato verso il raggiungimento di questo importante traguardo.

Alessandro