



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA  
**Dipartimento di Ingegneria Industriale**  
Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

Ottimizzazione del flusso logistico di ingresso dei  
materiali a magazzino. Il caso Steelco S.p.A.

Ch.mo Prof. Roberto Panizzolo

Corr. Dott. Sara Sartori

Davide Dalla Zanna

Matricola 2014666

Anno Accademico 2021/2022



# INDICE

## SOMMARIO

CAPITOLO 1: Steelco S.p.A .....	1
1.1 Introduzione all'azienda.....	3
1.2 La logistica in Steelco .....	10
CAPITOLO 2: Principi teorici.....	15
2.1 Introduzione.....	15
2.2 Le attività di magazzino e i flussi di materiale .....	16
2.3 Il <i>pensiero snello</i> nelle operazioni di magazzino .....	21
2.4 Raccolta dei dati relativi ai tempi delle attività .....	26
2.5 Utilizzo di imballi standard riutilizzabili .....	28
2.6 Livellamento delle consegne del materiale di fornitura .....	31
CAPITOLO 3: Stato AS-IS, acquisizione e analisi dei dati.....	35
3.1 Descrizione dello stato AS – IS .....	35
3.2 Acquisizione dei Dati.....	42
3.3 Analisi dei dati raccolti e definizione dei KPIs.....	46
CAPITOLO 4: Attività migliorative .....	51
4.1 Analisi delle movimentazioni del materiale.....	51
4.2 Definizione di uno standard di imballaggio e implementazione del vuoto a rendere 55	
4.3 Analisi sull'andamento delle consegne e livellamento della fornitura.....	62
CAPITOLO 5: Conclusioni e prospettive future .....	71
5.1 Implementazioni delle soluzioni migliorative .....	71
5.2 Descrizione dello stato TO-BE .....	73
5.5 Prospettive future .....	74
Appendice A: Specifica di Imballo.....	77
Indice.....	77
Scopo.....	77
Definizioni .....	77
Specifica .....	78
Appendice B: Codice e risultati del modello di livellamento .....	81
Indice delle Figure .....	5

Capitolo 1: Steelco S.p.A .....	5
CAPITOLO 2: Principi teorici .....	5
CAPITOLO 3: Stato AS-IS, acquisizione e analisi dei dati.....	6
CAPITOLO 4: Attività migliorative .....	6
Indice delle Tabelle .....	9
Bibliografia .....	86
Ringraziamenti .....	1

# Indice delle Figure

## Capitolo 1: Steelco S.p.A

- Figura 1.1: Logo di Steelco S.p.A, azienda membro del gruppo Miele & Cie. KG.
- Figura 1.2: Diagramma che rappresenta il fatturato di Steelco comparato a quello del Gruppo Miele.
- Figura 1.3: Collocazione del mercato di Steelco. A sinistra si può osservare la suddivisione geografica delle vendite, mentre a destra viene indicata la destinazione del prodotto Steelco.
- Figura 1.4: Modelli di DS1000, a sinistra e di DS 50 a destra.
- Figura 1.5: Macchine della gamma ARES: EPW 100 a sinistra per il prelavaggio, la EW 1 S RACK, al centro, per il lavaggio e disinfezione e l'armadio di asciugatura, ED 200 S, a destra. Dettaglio in basso del sistema OCS per una rapida connessione dell'endoscopio.
- Figura 1.6: Lavapadelle della serie BP 100 HE.
- Figura 1.7: Crescita del fatturato e del personale impiegato da Steelco dalla sua fondazione ad oggi.
- Figura 1.8: Disposizione mondiale delle filiali di Steelco.
- Figura 1.9: Dettaglio sulla provenienza del materiale di acquisto di Steelco.
- Figura 1.10: Planimetria dello stabilimento Washer e dettaglio dei magazzini.

## CAPITOLO 2: Principi teorici

- Figura 2.1: Schematizzazione dei flussi del materiale relativi alla logistica esterna (frecche nere) a cui si aggiungono le movimentazioni del materiale interne all'azienda. Tramite il riquadro rosso si evidenzia il tema di questo studio, ossia il flusso in ingresso, le cui parti coinvolte sono l'azienda e il fornitore.

- Figura 2.2: Schematizzazione dei flussi del materiale nelle normali attività aziendali.
- Figura 2.3: Suddivisione ideale di una campata di magazzino in funzione dell'indice di rotazione dei codici. I codici altorotanti sono posizionati per agevolare il prelievo e il versamento del materiale.
- Figura 2.4: Esempi di carrelli elevatori impiegati nelle operazioni di magazzino: a sinistra, un esempio di carrello retrattile e a destra un esempio di commissionatore.

### CAPITOLO 3: Stato AS-IS, acquisizione e analisi dei dati

- Figura 3.1: In ordinata vengono riportati il numero di DDT caricati a gestionale al mese, dal 2016 al 2022. In azzurro viene mostrata la linea di tendenza.
- Figura 3.2: Utilizzo delle zone di passaggio e delle corsie di magazzino per lo stazionamento del materiale in attesa di essere processato.
- Figura 3.3: Pianta della zona di accettazione e dettaglio dei flussi di materiale.
- Figura 3.4: Esempio di una Bolla di Entrata Merci (BEM).
- Figura 3.5: Istogramma delle frequenze del tempo di stoccaggio per codice.
- Figura 3.6: Esempio di imballaggio del materiale non adatto allo svolgimento delle attività di accettazione.
- Figura 3.7: Andamento giornaliero del tempo di attraversamento nell'arco della settimana.

### CAPITOLO 4: Attività migliorative

- Figura 4.1: Confronto tra i percorsi del materiale nel caso di flusso unificato (in alto) e flusso differenziato, con scarico del materiale diverso per i due magazzini (in basso).
- Figura 4.2: Esempio di imballaggio non adeguato dovuto al mescolamento di più codici nello stesso collo.

- Figura 4.3: Esempio di imballaggio non adeguato al trasporto. Si noti l'apertura di una scatola e il conseguente mescolamento del materiale.
- Figura 4.4: Esempio di etichettatura poco funzionale per le operazioni di ricezione del materiale.
- Figura 4.5: Modello di etichetta richiesto al fornitore, conforme al formato standard utilizzato in Steelco.
- Figura 4.6: UDC per il trasporto e lo stoccaggio del materiale di fornitura.
- Figura 4.7: Numero di righe d'ordine caricate a sistema, raggruppate per settimana.
- Figura 4.8: Dettaglio di anticipi e ritardi degli ordini di fornitura.
- Figura 4.9: Dettaglio di anticipi e ritardi per settimana dell'anno.
- Figura 4.10: Andamento del dato medio di righe d'ordine consegnate nella settimana.
- Figura 4.11: Risultato ottenuto tramite il modello di livellamento delle consegne.





# Indice delle Tabelle

- Tabella 3.1: Schematizzazione dei flussi paralleli del materiale e della documentazione
- Tabella 3.2: Modulo per la segnalazione delle cause di rallentamento delle operazioni



# SOMMARIO

Nella presente tesi di laurea si tratta il progetto di efficientamento del flusso logistico di ingresso a magazzino del materiale di acquisto nel contesto dell'azienda Steelco S.p.A. di Riese Pio X (TV), presso la quale ho svolto un periodo di stage extracurricolare a partire da dicembre 2021.

Inizialmente, verrà raccontata la storia dell'azienda e illustrata la gamma di prodotti nel catalogo di Steelco. Inoltre, verrà analizzata nel dettaglio la logistica in Steelco, andando ad illustrare la distribuzione fisica dei magazzini all'interno dei vari stabilimenti e il flusso dei materiali.

In seguito, si andranno a descrivere nel dettaglio le operazioni correlate alla fase di accettazione, con particolare attenzione verso le inefficienze che caratterizzano il processo. Verranno esposte le attività correlate alla creazione della base dati per lo studio delle operazioni e l'analisi dei dati raccolti.

Infine, verranno esposte le principali attività volte al miglioramento dello stato AS-IS, in particolare, all'efficientamento della movimentazione del materiale e degli operatori, all'utilizzo di imballaggi standard riutilizzabili per il trasporto e lo stoccaggio del materiale di acquisto e al livellamento delle consegne da parte dei fornitori, al fine di garantire un carico di lavoro uniforme nel tempo.

In conclusione, esporranno i risultati derivati delle attività fin qui svolte, mostrando un potenziale totale di miglioramento del 50% sul tempo medio di svolgimento delle attività e si considereranno le future prospettive di efficientamento, nell'ottica di un miglioramento che non si conclude, ma che progredisce in maniera continua.



# INTRODUZIONE

Il contesto di analisi di questo studio riguarda l'analisi e l'efficientamento del processo di accettazione del materiale di fornitura.

L'esigenza di uno studio dedicato a questo particolare flusso del materiale nasce dal fatto che la crescita generale dell'azienda va inevitabilmente a ripercuotersi sui flussi del materiale, rendendo non più sufficienti le risorse messe a disposizione, sia in termini di personale impiegato, che da un punto di vista dello spazio fisico. L'obiettivo è di analizzare le attività coinvolte nel processo, con particolare attenzione rivolta alle inefficienze e agli sprechi. A tal fine, è stata creata una base dati, relativa ai tempi e alle quantità elaborate durante le operazioni, al fine di creare un sistema di analisi e monitoraggio delle prestazioni.

Infine, verranno analizzati i potenziali miglioramenti derivati dall'implementazione di soluzioni migliorative, quali l'ottimizzazione della movimentazione degli operatori e del materiale, l'utilizzo di imballaggi standard per il materiale di fornitura da gestire in collaborazione con i fornitori e l'implementazione di un sistema con finestre temporali di consegna con i fornitori, al fine di garantire un carico di lavoro al processo che sia uniforme nel tempo.

Si riporta in seguito un breve riassunto dei contenuti di questo scritto, suddivisi per capitolo.

Al capitolo primo, si espone l'azienda Steelco S.p.A., protagonista del caso in studio. In seguito, al capitolo 2 viene fornita una panoramica sullo sfondo teorico riguardante i temi trattati. All'interno del capitolo 3, vengono invece analizzate le attività che costituiscono lo stato AS-IS, tramite un campionamento dei tempi riguardanti le operazioni e la definizione di KPIs, volte a dare una descrizione oggettiva al processo. Nel capitolo 4 vengono, verranno esposte una serie di iniziative volte al miglioramento del processo. In particolare verrà analizzata la fattibilità di una differenziazione del flusso del materiale già dalla fase di scarico,

volto all'efficientamento della movimentazione del materiale e degli operatori; inoltre, verrà progettata una gestione di imballaggi standard riutilizzabili per il trasporto e lo stoccaggio del materiale di acquisto, con l'obiettivo di ridurre il volume di rifiuti e limitare le operazioni di travaso del materiale nella fase di stoccaggio; infine verrà illustrato un modello di livellamento delle consegne da parte dei fornitori, al fine di garantire un carico di lavoro uniforme nel tempo.

In conclusione, nel quinto e ultimo capitolo, si esporranno i risultati derivati delle attività fin qui svolte, mostrando un potenziale totale di miglioramento del 50% sul tempo medio di svolgimento delle attività. Inoltre, verranno presi in considerazione le future prospettive di efficientamento.

# CAPITOLO 1: Steelco S.p.A

*Nel presente capitolo si introduce l'azienda Steelco S.p.A., presso la quale ho svolto un periodo di stage extracurricolare a partire da dicembre 2021. Verrà raccontata la storia dell'azienda e illustrata la gamma di prodotti nel catalogo di Steelco. Infine, verrà analizzata nel dettaglio la logistica in Steelco, andando ad illustrare la distribuzione fisica dei magazzini all'interno dei vari stabilimenti e il flusso dei materiali.*

## 1.1 Introduzione all'azienda

Steelco S.p.A. è l'azienda di Riese Pio X (Tv) presso la quale ho svolto uno stage all'interno del reparto *Supply Chain*, dove ho avuto l'opportunità di seguire in prima persona il progetto di cui tratta questo elaborato.

L'azienda, fondata nel 2001, a partire dal 2017 fa parte del gruppo tedesco Miele & Cie. KG.



*Figura 1.3: Logo di Steelco S.p.A, azienda membro del gruppo Miele & Cie. KG.*

Il gruppo Miele, protagonista a livello mondiale nella produzione di elettrodomestici, conta più di 20.000 dipendenti e un fatturato annuo che ammonta a oltre 4,16 Mld €. In questo contesto, come mostra *Figura 1.1.2*, Steelco, con il suo fatturato di 158 mln di euro nel 2020, contribuisce agli oltre 621 mln di euro di fatturato annui della Divisione Miele Professional.

Steelco è leader nella progettazione, realizzazione e commercializzazione di sistemi di lavaggio, disinfezione e sterilizzazione in ambito medico, dentale, per



Figura 1.4: Diagramma che rappresenta il fatturato di Steelco comparato a quello del Gruppo Miele.

laboratori scientifici, di ricerca e nell'industria farmaceutica, settori che la vedono come una delle principali realtà nel mercato mondiale.

Nell'anno 2020, Steelco ha superato i 150 Mln € di fatturato, che, come mostrato in *Figura 1.1.3*, è decisamente proiettato all'estero, con una quota di mercato che si attesta ad oltre il 90% sul totale, mentre la restante parte, inferiore al 10%, deriva dal mercato italiano.

Il mercato di riferimento per Steelco è rappresentato dalla divisione *Healthcare*, a cui si deve il 70% del fatturato, mentre al mercato dell'industria farmaceutica e al

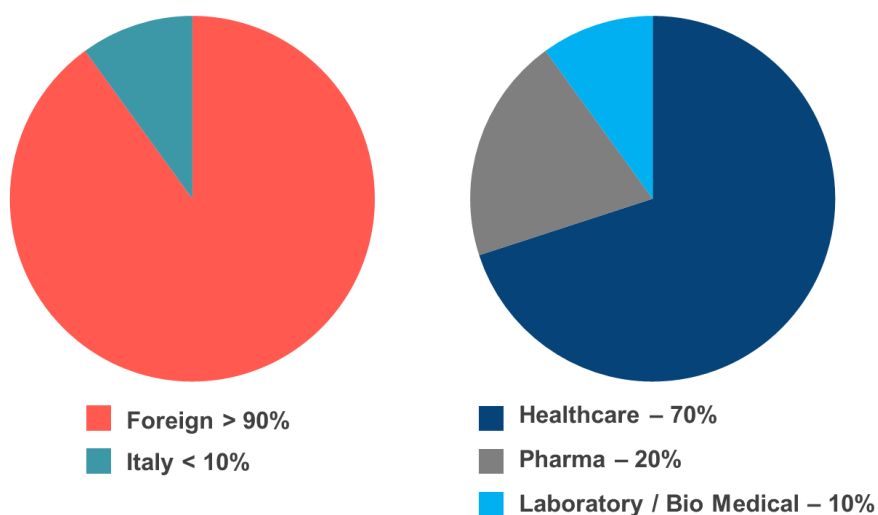


Figura 1.3: Collocazione del mercato di Steelco. A sinistra si può osservare la suddivisione geografica delle vendite, mentre a destra viene indicata la destinazione del prodotto Steelco.



settore della ricerca e di laboratorio si devono, rispettivamente, il 20% e il 10% del fatturato annuo.

Come anticipato precedentemente, Steelco è stata fondata nel 2001 con la produzione delle prime macchine per il lavaggio e disinfezione di apparecchi per i bisogni fisiologici dei pazienti di ospedali e case di degenza. Negli anni successivi, l'azienda ha saputo ampliare la propria gamma di prodotti, con l'introduzione di macchine per lavaggio e disinfezione ad alta capacità, come la DS 1000 (*Figura 1.1.4 a sinistra*), e per l'introduzione di macchine da banco, adatte ai piccoli centri medici o, ad esempio, agli ambulatori odontoiatrici, come le macchine della gamma DS 50, mostrate in *Figura 1.1.4 a destra*. Successivamente, Steelco ha ideato i sistemi di trasferimento automatico ATS (*Automated Transfer System*) per l'asservimento automatico del materiale alle macchine, al fine di saturarne la capacità produttiva.



*Figura 1.4: Modelli di DS1000, a sinistra e di DS 50 a destra.*

Negli anni, inoltre, sono stati sviluppati nuovi fronti nella tipologia di macchinari, con l'apertura del settore Steelco Pharma, per il settore farmaceutico, e della divisione ARES, per il riprocesso di strumenti per l'endoscopia. In questo campo, sono state sviluppate macchine che seguono tutte le fasi del lavaggio, da un prelavaggio manuale con il modello EPW 100 (*Figura 1.1.5 sinistra*), su banco dedicato, attraverso il lavaggio con macchina lavaendoscopi della gamma EW

(Figura 1.1.5 in centro) e, infine, con l'armadio per l'asciugatura, nella gamma degli ED (Figura 1.1.5 destra). Tutto il processo viene seguito da un sistema di rintracciabilità per garantire la massima sicurezza del paziente.



Figura 1.5: Macchine della gamma ARES: EPW 100 a sinistra per il prelavaggio, la EW 1 S RACK, al centro, per il lavaggio e disinfezione e l'armadio di asciugatura, ED 200 S, a destra. Dettaglio in basso del sistema OCS per una rapida connessione dell'endoscopio.

Un'ulteriore espansione della gamma produttiva di Steelco è avvenuta nel 2014 con l'acquisizione di ICOS PHARMA, di Cusano di Zoppola (PN), produttrice di autoclavi.

Alla gamma di prodotti Steelco fanno parte molte altre categorie di prodotto, come le sterilizzatrici a bassa temperatura a vapori di perossido di Idrogeno della gamma PLASMA o le macchine lavacarrelli della serie LC, oppure le macchine a lavaggio a ultrasuoni, oltre che la vasta gamma di accessori che permettono di soddisfare tutte le esigenze del cliente.

Lo sviluppo tecnico del prodotto Steelco non si focalizza solo sugli aspetti elencati in precedenza, ma sta tenendo sempre più conto del fattore ambientale e dell'impatto che la produzione e l'utilizzo delle macchine hanno sull'ambiente. Un esempio è la BP100 HE mostrata in Figura 1.1.6, che costituisce la versione ecologica della serie delle lavapadelle, la quale permette un risparmio del 70% del

consumo idrico durante il ciclo di lavaggio e disinfezione, oltre al minor impiego di detersivi e prodotti chimici.



*Figura 1.6: Lavapadelle della serie BP 100 HE.*

La crescita di Steelco non ha interessato solo la gamma prodotti, ma si è manifestata soprattutto in termini di crescita di fatturato e di personale impiegato. Infatti, come mostrato in *Figura 1.1.7*, negli anni l'azienda ha saputo mantenere un trend di crescita annuo di poco inferiore al 20% sul fatturato, il che si riflette in termini di occupazionali, andando ad impiegare a fine 2020 oltre 700 persone.

Un successo così marcato e costante si possono spiegare attraverso le linee guida che Steelco ha scelto fin da subito per indirizzare la propria strategia. In particolare, i principi che sono stati adottati fin dagli inizi di Steelco sono *l'INNOVAZIONE, CUSTOMIZZAZIONE ed ECCELLENZA.*



*Figura 1.7: Crescita del fatturato e del personale impiegato da Steelco dalla sua fondazione ad oggi.*

Infatti, oltre alla vastità della gamma di prodotti descritta in precedenza, l'azienda concede massima flessibilità al proprio cliente, per adattare il prodotto alle proprie esigenze, il tutto guidato da una costante ricerca per l'innovazione,

Infine, il cliente di Steelco può contare su un'assistenza costante, che inizia con prime fasi di progettazione e che prosegue durante tutta la fase di vita del prodotto, attraverso una rete di distribuzione ed assistenza che ricopre gran parte del Globo.

Ad oggi, infatti, Steelco, oltre ai due stabilimenti produttivi di Riese Pio X e Cusano di Zoppola, può contare su 14 filiali distribuite su 3 continenti, come mostrato in *Figura 1.8*.

Al cliente, in questo modo viene garantita l'assistenza non solo per l'acquisto di parti di ricambio per le macchine, ma anche per l'acquisto dei materiali di consumo, come nel caso dei detersivi e dei prodotti chimici in generale.

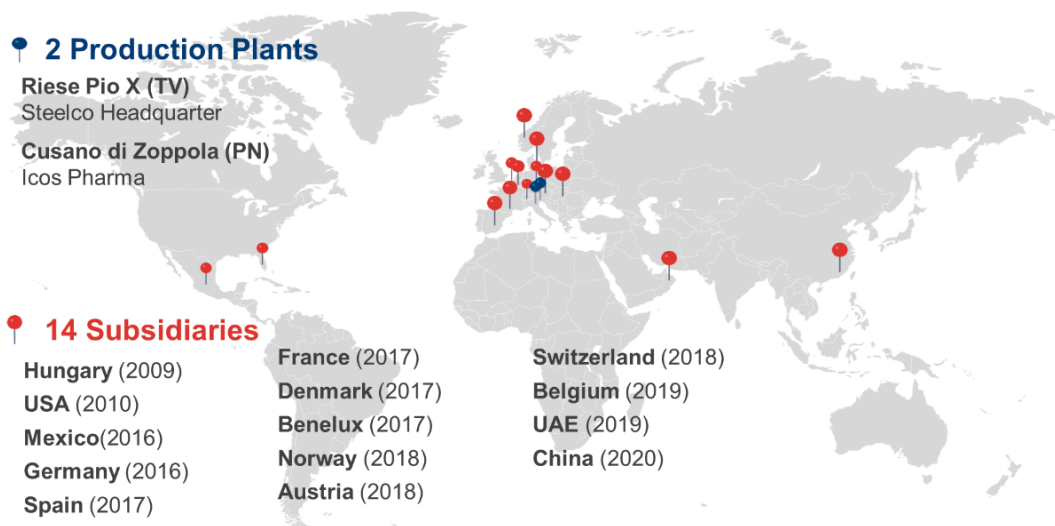


Figura 1.8: Disposizione mondiale delle filiali di Steelco.

Un ultimo aspetto degno di nota è l'indotto generato da Steelco. Infatti, la crescita dell'azienda non ha avuto influenze solo in termini di occupazione diretta e della ricchezza che genera in termini di fatturato, ma ha anche importanti ripercussioni sul tessuto economico - sociale del territorio. Basti pensare che tra i circa 500 fornitori da cui Steelco acquista i componenti dei propri macchinari, il 43% sono veneti, mentre l'88% sono italiani. Come mostrato in *Figura 1.1.9*, il quadro cambia radicalmente se lo si rapporta al volume di acquistato, dove nel 2021 la quota di materiale di provenienza veneta rappresenta il 76% del totale, mentre l'acquistato

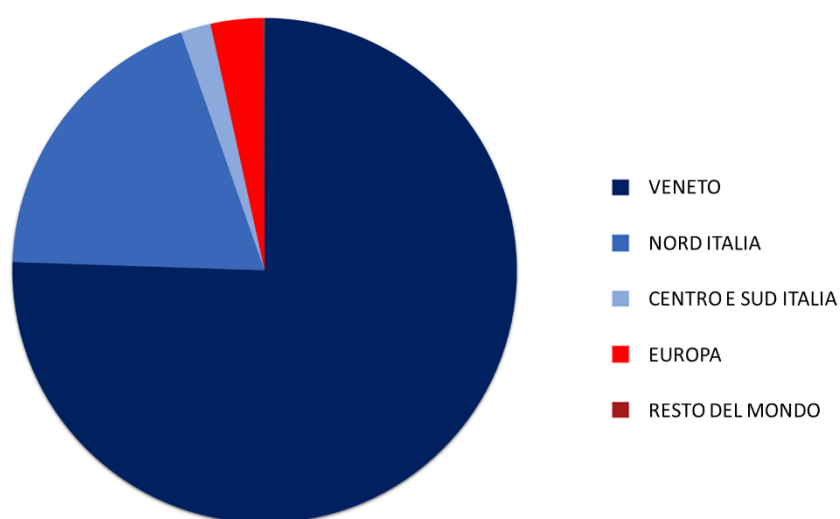


Figura 1.9: Dettaglio sulla provenienza del materiale di acquisto di Steelco.

proveniente dal resto d'Italia raggiunge il 21% e solo il restante 3% ha origine europea. Al mercato extra-europeo si deve solo lo 0.06% del volume totale.

Come si vedrà nei capitoli successivi, la vicinanza dei fornitori strategici di Steelco costituisce un grande punto di forza per la realizzazione di questo progetto, in quanto le attività di accettazione del materiale sono strettamente correlate al modo di lavorare dei singoli fornitori. Infatti, saranno molte le attività che coinvolgeranno in modo diretto i fornitori, andando ad accrescere e a rafforzare il rapporto di collaborazione con Steelco. Inoltre, questo importante aspetto sarà in grado di fornire non poche possibilità per ulteriori sviluppi futuri.

## 1.2 La logistica in Steelco

Durante la mia esperienza di stage sono stato inserito all'interno del dipartimento Supply Chain, nello specifico nell'Ufficio Logistica, dove mi sono occupato di attività di controllo del flusso dei materiali di acquisto e dell'asservimento dei componenti alle linee.

In particolare, focus centrale del mio lavoro in Steelco è stato il progetto di cui è oggetto questo elaborato, riguardante il flusso in ingresso al magazzino principale del materiale di acquisto.

Per comprendere appieno il contesto in cui il mio progetto si inserisce è opportuno avere una panoramica sulla logistica in Steelco, della suddivisione dei vari magazzini relativi ai vari dipartimenti e alle diverse famiglie di prodotto e sulla gestione dei materiali in generale.

Come visto nel paragrafo precedente, in pochi anni Steelco ha vissuto uno sviluppo molto marcato, che l'ha trasformata da azienda di dimensioni contenute a multinazionale, il che ha portato con sé un'inevitabile complicazione dei flussi e delle attività, specie per quanto riguarda i flussi logistici.

Ad oggi, la sede principale di Steelco conta 10 stabilimenti, di cui 7 sono sede di attività produttive, suddivise per classe di prodotto, mentre i restanti 3 sono dedicati interamente a magazzino.

Nel dettaglio, gli stabilimenti sono:

- *Washer*: sede di Steelco e principale stabilimento produttivo con una superficie di circa 10.000 mq dove vengono prodotte macchine per il lavaggio di dispositivi vari: lavaendoscopi, lavapadelle, armadi di asciugatura, macchine per il lavaggio multistazione e altri. All'interno dello stabilimento *Washer*, come mostrato in *Figura 1.2.1*, sono presenti diversi magazzini:
  - M01, magazzino principale, riservato ai componenti di piccole dimensioni, specifici per lo stabilimento e per tutti componenti comuni due o più stabilimenti;
  - M02, magazzino per lamiere e componenti di medie dimensioni, dove sono presenti anche due magazzini verticali;
  - M03, magazzino per le strutture di dimensioni ridotte;
  - M04, magazzino imballi, per cartoni e polistiroli;
  - M05, magazzino bancali;
  - M17, magazzino ricambi, per la preparazione e l'imballaggio dei kit componenti.
- M07 e M08: magazzino di stoccaggio di strutture di grandi dimensioni e di cesti, carrelli e rulliere manuali
- Officina, dove vengono realizzati gli articoli di produzione interna, come pannelli in lamiera e vari assiemi saldati
- *Steelco Pharma*, dove nei suoi due stabilimenti avviene la realizzazione delle macchine dedicate all'industria farmaceutica.
- ATS, per la realizzazione di sistemi a movimentazione automatica e per la produzione delle passacarrelli.
- Impianti, per la produzione delle lavacarrelli e macchine destinate al settore dell'animalario.

- *Feeder Factory*, per la realizzazione dei subassemblati e premontaggi
- Magazzino chimici, per lo stoccaggio in ambiente controllato dei prodotti chimici utilizzati nel normale funzionamento delle macchine.
- Magazzino prodotto finito, per lo stoccaggio delle macchine in attesa di spedizione.

La gestione del flusso dei materiali di acquisto è suddivisa in due macrocategorie: la prima è quella dei componenti impiegati in più stabilimenti, che vengono consegnati e stoccati nello stabilimento *Washer* e trasferiti su punto di riordino nei vari magazzini, mentre la seconda è la categoria dei

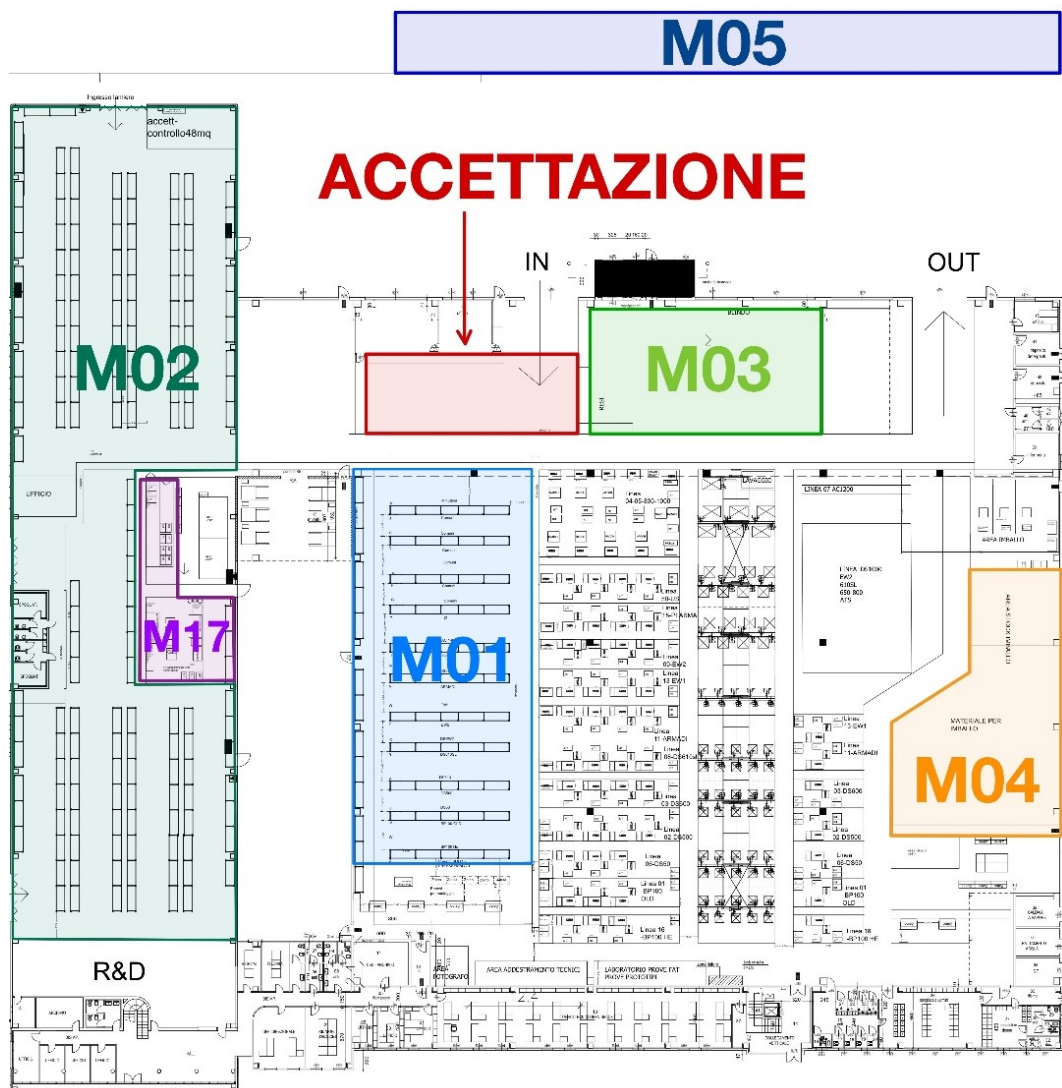


Figura 1.10: Planimetria dello stabilimento Washer e dettaglio dei magazzini.



componenti specifici impiegati in un unico impianto. In questo caso la consegna e lo stoccaggio del materiale avviene nel magazzino di competenza dell'impianto in cui il componente viene utilizzato.

Data la complessità dei prodotti di Steelco e data la varietà di articoli che vengono prodotti, il risultato è un flusso che interessa il magazzino principale che è composto da oltre 50.000 codici, reperiti da una platea di centinaia di fornitori diversi.



# CAPITOLO 2: Principi teorici

*Nel presente capitolo verrà fornita una panoramica generale relativa ai flussi del materiale e alle attività di magazzino.*

*In seguito, verranno trattati alcuni principi e strumenti che sono stati utilizzati nel contesto del progetto aziendale. In particolare, verranno esposti alcuni spunti tratti dal concetto di lean warehousing e verrà analizzato il pensiero proposto da Womack e Jones nel loro Lean Thinking.*

*Infine, verranno analizzati i fondamenti teorici alla base delle attività svolte nel contesto di questo progetto, relativi, ad esempio, all'utilizzo di imballaggi standard riutilizzabili per il trasporto e lo stoccaggio del materiale di acquisto e al livellamento delle consegne da parte dei fornitori, al fine di garantire un carico di lavoro uniforme nel tempo.*

## 2.1 Introduzione

L'obiettivo del presente elaborato è quello di ottimizzare il flusso di ingresso del materiale di fornitura in azienda.

In un'ottica incentrata sulle operazioni di magazzino, l'obiettivo di questo progetto si inserisce perfettamente in una logica *Lean Production*, in quanto l'efficientamento delle attività degli operatori e, di conseguenza, l'incremento delle prestazioni dell'intero processo porta a ragionare sui concetti di identificazione del flusso di valore e riconoscimento ed eliminazione degli sprechi.

Inoltre, il progetto volge ad estendere il controllo del flusso di materiale al di fuori dell'azienda, a partire dall'imballaggio, fino al controllo dei criteri di consegna, coinvolgendo in modo diretto il fornitore.

In altre parole, si vuole uscire dal concetto di "logistica" che fino a questo momento si è applicata in Steelco, andando ad inserirsi in un contesto di *Supply Chain Management* (abbreviato, *SCM*). Infatti, stando alla definizione proposta da

Mentzer et al. (2001)<sup>1</sup>, il *SCM* può essere definito come il “*sistemico e strategico coordinamento delle tradizionali funzioni aziendali e delle tattiche, prima all'interno dell'azienda e poi lungo i vari membri della catena di distribuzione, con l'obiettivo di migliorare le prestazioni di lungo periodo dei singoli membri e dell'intera catena*”.

## 2.2 Le attività di magazzino e i flussi di materiale

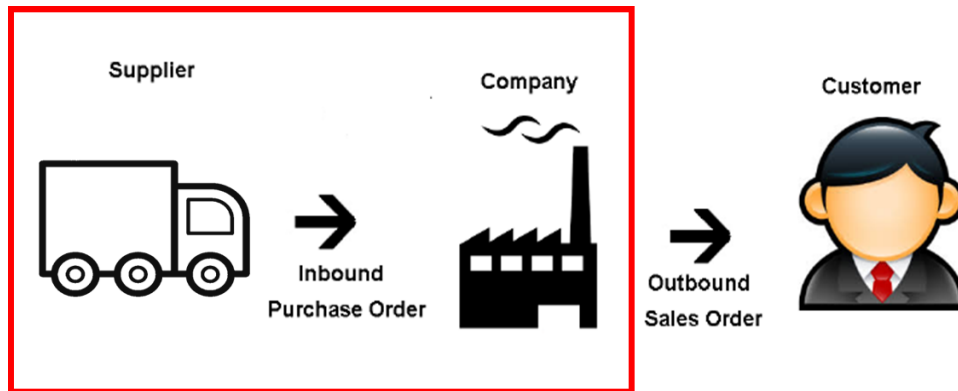
L'ingresso del materiale in azienda è solo una piccola parte delle attività che compongono i flussi e la gestione del magazzino.

Con flusso del materiale si intende una movimentazione degli articoli stoccati a magazzino e delle relative unità di carico. Tipicamente, come viene mostrato in *Figura 2.1*, tra i flussi del materiale che solitamente si trovano in azienda, si possono riconoscere tre tipologie principali, che sono:

- Flussi in ingresso o, in inglese, *Inbound flow*. Ne fanno parte tutti i flussi che comportano l'entrata di materiale in azienda, tra cui il flusso del materiale di acquisto di cui è oggetto di questo studio.
- Flussi interni all'azienda, che possono essere verso la produzione, dove i componenti vengono prelevati dal magazzino e portati verso i reparti produttivi, ad esempio mediante carrelli Kit, oppure attraverso l'utilizzo di Kanban vuoto-per-pieno. Un altro esempio è la movimentazione del materiale tra i vari stabilimenti dell'azienda, ad esempio per ripristinare i livelli di scorta degli altri magazzini.
- Flussi in uscita o *Outbound Flow*, che comprende il flusso del prodotto finito che esce dall'azienda per essere trasportato verso il cliente finale.

---

[1] Mentzer, J.T. et al (2001): *Defining Supply Chain Management*, *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, No. 2, 2001, pp. 1–25



*Figura 2.1: Schematizzazione dei flussi del materiale relativi alla logistica esterna (freccie nere) a cui si aggiungono le movimentazioni del materiale interne all'azienda. Tramite il riquadro rosso si evidenzia il tema di questo studio, ossia il flusso in ingresso, le cui parti coinvolte sono l'azienda e il fornitore.*

In aggiunta, alcuni flussi logistici possono inserirsi tra quelli citati in precedenza, fra i quali si possono considerare:

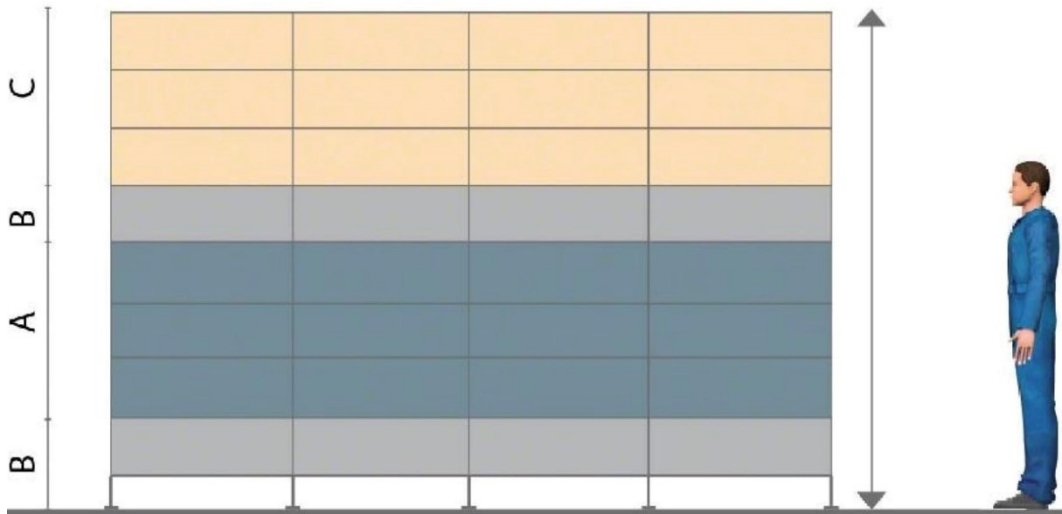
- Flusso del materiale in conto lavoro, dove i componenti vengono prelevati dal magazzino e inviati verso un terzista, il quale svolge le dovute lavorazioni e riconsegna il materiale sottoforma di subassemblato o prodotto finito
- Flusso del materiale derivato da problemi di qualità, che raggruppa al suo interno sia il reso verso fornitori, che quello da parte dei clienti
- Flusso delle parti di ricambio, che escono dal magazzino come componenti, oppure da diverse fasi della produzione per essere spediti ai clienti

Tenendo conto dei flussi appena elencati il quadro che si delinea, mostrato in *Figura 2.2*, è decisamente più complicato di quello di partenza.

In un contesto aziendale come quello di Steelco, data l'entità dei volumi del materiale movimentato e data la presenza di numerosi stabilimenti, si crea un insieme di flussi che nel complesso possono risultare difficili da gestire in maniera efficiente.



Considerando l'indice di rotazione è intuibile come i codici altorotanti debbano essere posizionati in modo da favorire da un punto di vista ergonomico le operazioni di magazzino, sia di prelievo che di versamento del materiale, come mostrato in *Figura 2.3*.



*Figura 2.3: Suddivisione ideale di una campata di magazzino in funzione dell'indice di rotazione dei codici. I codici altorotanti sono posizionati per agevolare il prelievo e il versamento del materiale.*

[Fonte: Mecalux S.A. - <https://www.mecalux.it/manuale-logistica-magazzino/organizzazione-magazzino/flussi-di-magazzino>]

Un altro approccio che si può applicare per determinare la disposizione del materiale a magazzino è invece orientato all'organizzazione dell'intero layout, creando diverse zone, ognuna dedicata ad una classe di rotazione del materiale, al fine di posizionare i codici altorotanti nella zona di magazzino che ottimizza gli spostamenti degli addetti per le operazioni di stoccaggio e di prelievo. In *Figura 2.4* viene mostrato un esempio nel quale viene applicata la logica appena descritta.



*Figura 2.5: Esempio di distribuzione delle aree di magazzino in funzione della classe di rotazione dei codici.*

*[Fonte: Mecalux S.A. - <https://www.mecalux.it/manuale-logistica-magazzino/organizzazione-magazzino/flussi-di-magazzino>]*

In questo caso, la disposizione del materiale nei vari livelli degli scaffali può avvenire in base alla dimensione dell'articolo, rendendo disponibili ai livelli inferiori i codici che richiedono un minor spazio per lo stoccaggio, andando a massimizzare il numero di articoli che possono essere gestiti manualmente ad altezza uomo, sia per lo stoccaggio, che per il prelievo. Al contrario, ai livelli più alti verranno posizionati tutti quei codici il cui lotto risulta più ingombrante, per i quali lo stoccaggio e il trasporto avviene mediante l'utilizzo di pallet. Le movimentazioni e le operazioni di stoccaggio e prelievo avvengono mediante l'utilizzo di carrelli elevatori, come commissionatori e carrelli retrattili, di cui ne vengono mostrati degli esempi in *Figura 2.4*.





Figura 2.4: Esempi di carrelli elevatori impiegati nelle operazioni di magazzino: a sinistra, un esempio di carrello retrattile e a destra un esempio di commissionatore.

### 2.3 Il pensiero snello nelle operazioni di magazzino

Condurre un'analisi delle operazioni di magazzino secondo un approccio *lean production* non è scontato, in quanto risulta più immediato ricondurlo ad operazioni di trasformazione del materiale, partendo dalla materia prima, fino ad arrivare al prodotto finito.

Come suggerito da F. C. Garcia, alcuni potrebbero pensare che i termini "*lean production*" e "magazzino" siano "*mutuamente esclusivi*" (Garcia, 2004)<sup>2</sup>, dove un concetto come il *Just in Time*, ad esempio, è volto proprio alla riduzione delle scorte e all'eliminazione del materiale in eccesso.

---

[2] Frank C. Garcia: *Applying Lean Concepts in a Warehouse Operation*, IIE Annual Conference and Exhibition, 2004

Tuttavia, F.C. Garcia afferma poi che: *“indipendentemente dalla velocità di rotazione delle scorte, il magazzino esisterà sempre per consentire all’azienda di far fronte alle variabilità della domanda del mercato”* e la chiave resta sempre l’eliminazione degli sprechi, al fine di evitare inutili manipolazioni del materiale e promuovendo la velocità e lo scorrimento del flusso.

Da questo punto di vista, risulta interessante la sintesi offerta da Andelkovic et al. (2016)<sup>3</sup> nel loro studio, dove affermano che *“accanto alla produzione, il magazzino può essere una perfetta area per l’implementazione della lean strategy e per ottenere i risultati aspettati”*. Gli autori mostrano come, secondo alcuni studi, l’applicazione dei principi *lean* possa permettere il raggiungimento di risultati straordinari:

- Riduzione del 71 % del tempo ciclo delle attività di accettazione, riduzione del livello di scorta del 76% e riduzione dello spazio di stoccaggio del 51%
- Incremento della produttività di magazzino di almeno un 5%
- Miglioramento complessivo della produttività del magazzino del 9.43%
- Riduzione del 60% del tempo di risposta, riduzione del costo per il lavoro del 28% e riduzione del 40% delle ristampe dovute agli errori.

Secondo gli autori, *“Si tratta di ridurre al minimo le attività non a valore aggiunto in tutte le operazioni di stoccaggio: ricezione, stoccaggio, prelievo degli ordini, imballaggio e spedizione”*. Per farlo: *“è necessario ridurre al minimo le attività non a valore aggiunto e, di conseguenza, identificare le fonti di spreco”*.

In tal senso, analogamente al contesto di analisi delle operazioni di produzione, sette tipologie di spreco possono essere riconosciute nelle operazioni di magazzino, che Andelkovic et al. riassumono come segue:

1. **Difetti:** comprendono le attività connesse alla restituzione del materiale, dovuti a difetti, danni o ad errori nelle attività di prelievo e imballaggio.

---

[3]Andelkovic A., Radosavljevic M., Panic D. S. (2016) - *Effects of lean tools in achieving lean warehousing – Economic Themes, 2016-0026*

Inoltre, costituiscono difetto anche l'imballaggio non adeguato del materiale, discrepanze nelle giacenze e mancanza di materiali.

2. **Sovraproduzione:** prelievo o imballaggio di materiali non necessari.
3. **Attesa:** per operazioni di ispezione e controllo, per dati e informazioni.
4. **Movimentazioni non necessarie** degli operatori, dovute ad una cattiva ottimizzazione dei percorsi.
5. **Scorte non necessarie:** includono tutte le situazioni che creano un eccesso di scorte, andando ad occupare inutilmente lo spazio disponibile ed immobilizzando del capitale che l'azienda potrebbe impiegare diversamente.
6. **Trasporto** non necessario del materiale (o del prodotto finito) all'interno dell'azienda.
7. **Lavorazioni non adeguate:** attività svolte senza una reale necessità, come prelievo e imballaggio di ordini non necessari.

Tuttavia, identificare e combattere gli sprechi non è sufficiente per applicare la logica *lean* ad un processo; pertanto, risulta necessario allargare il contesto di analisi ed esaminare nel complesso l'approccio al "pensiero snello", suggerito da Womack e Jones nel loro *Lean Thinking* (1996)<sup>4</sup>.

Gli autori affermano che "gli elementi base per effettuare una efficace lotta allo spreco" sono cinque: *value, value stream, flow, pull, perfection*, cioè definire il valore, ricercare il flusso di valore, far scorrere il flusso, far tirare il flusso e la ricerca della perfezione.

Il punto di partenza di un approccio basato sul pensiero snello è quindi **definire il valore**. Chi definisce il valore può essere solo il cliente finale, "e assume significato solo nel momento in cui lo si esprime in uno specifico prodotto (bene o servizio [...]) in grado di soddisfare le esigenze del cliente [...] in un dato momento".

---

[4]Womack J., Jones D. (1996) – *Lean thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*, Free Press, Simon & Schuster Inc.

Considerando lo specifico caso in oggetto, il cliente finale è il magazzino, dove il valore creato durante il processo è rappresentato sì dalla disponibilità del materiale a magazzino, ma soprattutto dalla rapidità con la quale viene reso disponibile.

Infatti, secondo Andelkovic et al (2016) *“il valore può essere incrementato [...], con importanti vantaggi per il cliente, come con tempi più brevi e che non comportano costi aggiuntivi”*.

Identificato dove risiede il valore, il secondo passo fondamentale del pensiero snello, consiste nell'**identificare il flusso di valore**, vale a dire definire quali siano le attività che portano valore al cliente finale. Detto questo, nel contesto in analisi, si possono considerare a valore aggiunto:

- Lo scarico del materiale dai vettori di trasporto
- Il trasporto a magazzino
- Il trasferimento del materiale, o dell'Unità di Carico (di seguito UDC) che lo contiene, verso la posizione a magazzino ad esso dedicata
- Il flusso di informazioni, dal ricevimento della merce, fino al termine delle operazioni

Uno spunto interessante offerto sempre da Womack e Jones nel loro *Lean thinking* (1996), suggerisce di non circoscrivere all'azienda la ricerca del flusso di valore, bensì di *“guardare al complesso: l'intero insieme di attività implicato nella creazione di valore di uno specifico prodotto”*. Applicando questo principio al contesto della catena di fornitura, una ricerca del flusso di valore accurata va condotta coinvolgendo direttamente i fornitori, parte integrante della creazione del valore. Ne è un esempio l'attività che verrà descritta in dettaglio nel capitolo successivo circa la standardizzazione dei criteri di imballaggio quale modalità per l'eliminazione degli sprechi.

Come anticipato in precedenza, è opportuno considerare che alcuni aspetti evidenziati da Womack e Jones relativi all'identificazione del flusso di valore, così

come alcuni concetti di Taiichi Ohno<sup>5</sup> (1912 – 1990) riportati dagli stessi, non riguardano il caso in oggetto, in quanto sono strettamente correlati ad operazioni di trasformazione, che quindi non riguardano le operazioni di magazzino oggetto di questo studio. Pertanto, non saranno considerati in questa analisi del pensiero snello. Ne sono un esempio *“la risoluzione dei problemi dall’ideazione al lancio in produzione attraverso la progettazione di dettaglio e l’ingegnerizzazione”* come elemento che costituisce flusso di valore, oppure alcuni esempi di *muda*, come la sovrapproduzione o lavorazioni non necessarie.

Preso atto di quanto possa essere di interesse per il caso in oggetto e quanto non lo riguardi in modo diretto, si vedrà nel capitolo successivo come sarà fondamentale ragionare sulla riduzione, o preferibilmente eliminazione, delle attività non a valore, al fine di ridisegnare l’intero processo.

Il terzo punto del modello proposto da Womack e Jones è far **scorrere il flusso** di valore. Questa fase è subordinata all’eliminazione degli sprechi, infatti: *“Una volta che il valore è stato definito con precisione, che il flusso di valore [...] è stato ricostruito [...] e che le attività chiaramente inutili sono state eliminate, si arriva al passo successivo del pensiero snello [...]: far sì che le restanti attività creatrici di valore fluiscono”*. Come vedremo in seguito, nel contesto di questo progetto non sarà facile eliminare tutte le attività fonte di spreco, dato il gran numero di parti coinvolte; tuttavia, è interessante analizzare la logica che sta dietro al concetto di scorrimento del flusso. Infatti, Womack e Jones ragionano sul fatto che *“Henry Ford e i suoi soci sono stati i primi a comprendere appieno il potenziale dei flussi”*. Con questa frase, gli autori si riferiscono al modello fordista di produzione in serie, dove Ford *“cercò di costruire dei flussi lungo tutto il percorso”*.

Per concludere lo schema logico del pensiero snello proposto da Womack e Jones, dopo aver fatto in modo che il flusso scorra, lo step successivo prevede **l’implementazione di una logica pull**.

---

[5] Taiichi Ōno (1988) - *Toyota Production System - Productivity Press*

Il principio alla base della logica pull prevede *“che nessuno a monte produca un bene o un servizio finché il cliente a monte non lo richieda”* (Womack e Jones, 1996)<sup>3</sup>.

Ma nello specifico caso in esame, dove il cliente è il magazzino, non ha senso considerare il flusso “tirato”, cioè attivato da una esigenza a valle del processo: infatti le operazioni di stoccaggio sono incontrovertibilmente conseguenza della consegna del materiale al magazzino, e questa è l’unica strada perseguibile. Piuttosto, la logica pull si può riscontrare nel contesto più ampio della fornitura del materiale, dove l’approvvigionamento - acquisto, consegna e sistemazione - sono “tirati” tramite le normali tecniche di funzionamento di MRP e kanban, dove l’acquisto è attivato dall’esigenza di ripristino della scorta.

Quindi si può affermare che questo specifico step del pensiero snello non è pertinente al contesto in analisi.

Infine, l’ultimo passo previsto dal pensiero snello, **la ricerca della perfezione**, richiede in realtà che questo non sia l’ultima fase di un processo lineare ma implichi un’attenzione continua orientata all’identificazione degli sprechi: *“i diretti interessati si accorgono che non c’è fine al processo di riduzione degli sforzi, del tempo, degli spazi, dei costi e degli errori se si vuole offrire un prodotto che sia sempre più vicino a quello che il cliente vuole veramente [...] perché i primi quattro principi interagiscono tra loro in un circolo virtuoso”* (Womack e Jones, 1996)<sup>3</sup>.

## 2.4 Raccolta dei dati relativi ai tempi delle attività

Come si vedrà nel capitolo successivo, sarà analizzato nel dettaglio l’intero processo, al fine di determinare un tempo medio di durata per ogni attività e per stabilirne la capacità oraria.

A tal proposito, bisogna impostare un'analisi dei tempi che possa da una parte dare una stima del dato statistico in maniera sufficientemente accurata e, dall'altra, che non abbia un impatto rilevante sulle attività degli operatori e della figura che conduce l'analisi.

In letteratura, le tecniche di analisi dei tempi vengono raggruppate in tre categorie principali (Battini et al., 2011)<sup>6</sup>. In particolare, si possono identificare tecniche:

- **Cronometriche:** con campionamento tramite osservazione diretta della durata delle attività, con l'utilizzo di cronometri o mediante strumenti audiovisivi più complessi.
- **Tempi Predeterminati:** ossia scomponendo ogni attività in azioni elementari, a cui viene assegnato un tempo mediante l'utilizzo di tabelle che al loro interno contengono dei tempi standard
- **Tecniche di Work Sampling:** tecniche che prevedono l'interruzione delle attività in maniera casuale, ad esempio ad intervalli di tempo regolari, al fine di indicare l'attività in corso di svolgimento. In questo modo, si può definire in maniera statistica la percentuale di tempo che ogni attività occupa all'operatore e stabilire la durata del *task* in maniera indiretta.

Considerando il caso aziendale che si sta analizzando, risulta più idonea una tecnica cronometrica, tramite osservazione diretta delle attività. In particolare, come verrà mostrato nel capitolo successivo, verrà data particolare attenzione alle attività di stoccaggio e smistamento del materiale, in quanto rappresenta l'attività che incide in maggior misura sull'efficienza del processo e, al contempo, è l'attività che presenta il maggior numero di sfaccettature. A tal proposito, verrà creata una base dati ad hoc per questo tipo di operazione.

---

[6] Battini, D., Faccio, M., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2011) - *New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design* - *International Journal of Industrial Ergonomics*.

In base a questi strumenti, sarà possibile conoscere nel dettaglio il processo in fase di studio e, in aggiunta, si potrà colmare l'assenza di dati che prima dell'inizio di questo progetto caratterizzava le attività di accettazione.

Inoltre, i dati raccolti potranno fornire degli importanti indicatori, che permetteranno di tenere monitorate nel tempo le prestazioni del processo e, auspicabilmente, mostrare i miglioramenti derivati dalle scelte operative che verranno effettuate.

In tal senso, è opportuno sottolineare come il campionamento dei dati, e soprattutto dei tempi, non dovrà essere circoscritto alla fase iniziale del progetto, bensì dovrà essere implementato un sistema di monitoraggio costante, al fine di verificare nel tempo il mantenimento delle prestazioni ottenute. A tal proposito, avrà un ruolo fondamentale il software di gestione del magazzino (*WMS, Warehouse Management System*) attualmente in corso di implementazione in Steelco, attraverso il quale si potranno estrarre molti, se non tutti, i dati necessari in maniera del tutto automatica. Nel software, infatti, verrà assegnato un magazzino contabile all'accettazione, dove verrà caricato il materiale una volta registrato il Documento di Trasporto (di seguito DDT). A seguito del posizionamento dei componenti a magazzino, verrà previsto un trasferimento da parte dell'operatore addetto, che verrà registrato a sistema, conservando tutti i dati necessari. Finché l'implementazione del sistema non sarà completata, sarà necessario condurre un'analisi più rudimentale e più onerosa in termini di impiego di risorse, sia da parte degli operatori, che da parte di chi condurrà le analisi.

## 2.5 Utilizzo di imballi standard riutilizzabili

Un altro aspetto che verrà analizzato nel capitolo successivo e che potrà contribuire significativamente al miglioramento del processo è l'utilizzo di un imballaggio standard, unificato per tutti i fornitori, dove l'utilizzo di scatole in



cartone potrebbe essere sostituito da scatole riutilizzabili, di pochi modelli e dimensioni, al fine di migliorare la qualità dell’imballaggio ed incrementare la standardizzazione.

In questo modo si potrebbero trarre numerosi benefici, come ad esempio:

- **la riduzione del volume dei rifiuti**, dando un beneficio in termini di costi di smaltimento dei rifiuti e diminuendo l’impatto ambientale della catena di fornitura, come esposto da Monirehalsadat et al. (2020)<sup>7</sup>
- **riduzione dei tempi di stoccaggio del materiale**, dovuto all’eliminazione di alcune attività, tra le quali il travaso del materiale dall’UDC di trasporto a quella di magazzino e il trasporto dell’imballo a perdere verso il punto di raccolta dei rifiuti.
- Possibilità di operare una **razionalizzazione dello spazio a magazzino**, andando a dimensionare l’altezza dei vari livelli in base alle dimensioni dell’UDC e raggruppando le mappature dei codici con stesso modello di contenitore

L’implementazione di un flusso di contenitori con i fornitori richiede una serie di analisi preliminari che spaziano diverse tematiche, come lo studio di fattibilità in relazione alla gestione contabile del vuoto a rendere, oppure considerazioni di tipo economico-finanziario sul tempo di rientro dell’investimento.

In particolare, in questo ultimo punto si dovranno applicare alcuni concetti di matematica finanziaria, al fine di determinare con precisione la convenienza economica dell’investimento. Per farlo risulta utile il metodo del Valore Attuale Netto (VAN), oppure, in inglese, *Present Net Value (PNV)*.

Tale metodologia si basa sul fatto che un investimento industriale “*può essere visto come un contrapposizione, in tempi diversi, di esborsi e di disponibilità*”

---

[7] Monirehalsadat Mahmoudi, Irandokht Parviziomran (2020) - *Reusable packaging in supply chains: A review of environmental and economic impacts, logistics system designs, and operations management - International Journal of Production Economics - Int. J. Production Economics 228 (2020) 107730*

*finanziarie, destinate alla copertura e alla remunerazione degli esborsi iniziali”,* come riportato dal Pareschi<sup>8</sup>.

I flussi di cassa possono essere in uscita, sottoforma di esborsi, e in entrata, come disponibilità finanziarie. Tali flussi di cassa dovranno essere determinati con precisione. In primis, si dovrà calcolare l’ammontare totale dell’investimento, andando a definire con il fornitore un prezzo di acquisto per le UDC e calcolando il numero totale di articoli da acquistare.

In seguito, sarà necessario stimare la disponibilità di risorse derivata dai benefici correlati all’investimento messo in atto. Per farlo, si dovrà calcolare il tempo delle operazioni correlato a questo sistema e riportarlo in termini economici in base al costo orario del personale.

Come elencato precedentemente all’interno dei benefici che si potrebbero trarre, si dovrà considerare anche il risparmio sul costo di smaltimento dei rifiuti.

Definiti i flussi di cassa, è necessario attualizzarne il valore, al fine di cautelarsi da molteplici fattori, come eventuali rischi finanziari, la perdita del valore del denaro dovuta all’inflazione, oppure per tenere conto del tasso di interesse di un prestito, nel caso in cui si ricorra a capitali di terzi (Muffatto, 2020)<sup>9</sup>.

Il Valore Attuale, si calcola secondo la relazione

$$PV = \frac{FV}{(1 + d)^y}$$

dove il *Present Value (PV)* è calcolato sul rapporto tra *Future Value (FV)*, definito come il flusso di cassa futuro, e il termine al denominatore, dove *d* rappresenta

---

[8]Pareschi A. (1994) - *Impianti industriali - Criteri di scelta, progettazione e realizzazione* – Società Editrice Esculapio

[9] Muffatto M. (2020) – *Dispense del corso di gestione strategica di impresa* – Università degli Studi di Padova

un “tasso di sconto”, mentre  $y$  rappresenta l’intervallo di tempo espresso in anni tra il flusso di cassa futuro e il momento dell’analisi.

Attualizzato il valore dei flussi di cassa futuri, si può calcolarne la somma, ottenendo così il Valore Attuale Netto, come

$$W_0 = \sum_{i=0}^n PV_i$$

Se:

- $W_0 = 0$ , l’investimento servirà unicamente a restituire il capitale investito
- $W_0 > 0$ , l’investimento è profittevole
- $W_0 < 0$ , l’investimento è in perdita

In alternativa, il metodo può essere utilizzato al rovescio, al fine di calcolare un tempo di rientro dell’investimento. Per farlo, si deve seguire la stessa procedura e calcolare per via iterativa quale sarà il primo flusso di cassa che rende il valore  $W_0$  positivo. Il tempo necessario per ottenere il flusso di cassa desiderato è il tempo di rientro dell’investimento.

## 2.6 Livellamento delle consegne del materiale di fornitura

Una parte importante del lavoro svolto nel contesto di questo progetto è rappresentata dalla creazione di un modello volto al livellamento nel tempo delle consegne del materiale di fornitura.

L’esigenza di un lavoro di questo tipo nasce dal fatto che nel tempo si è osservata un’oscillazione periodica dei livelli di coda del materiale in attesa di essere

processato, indice del fatto che, probabilmente, non c'è una continuità nel livello delle consegne.

Nel capitolo successivo verrà illustrata nel dettaglio l'analisi dei dati disponibili per verificare empiricamente il fenomeno osservato e, in seguito, la ricerca delle cause. In questo paragrafo, invece, si andranno a valutare i criteri matematici che meglio si prestano alla creazione di un modello da condividere con i fornitori atto a creare il livellamento voluto.

L'obiettivo è quello di assegnare ad ogni fornitore una finestra di consegna nell'arco della settimana, che può essere un giorno, oppure una mezza giornata lavorativa.

La scelta della finestra da assegnare a ciascun fornitore verrà presa sulla base di alcune variabili, che possono essere individuate in fase di creazione del modello oppure tramite elaborazione statistica dei dati estratti dal sistema gestionale di Steelco. Ad esempio, i principali dati che saranno indispensabili per la modellizzazione delle finestre di consegna sono:

- **Frequenza di fornitura:** ossia la frequenza con la quale ogni fornitore consegna il proprio materiale in azienda. La frequenza di fornitura verrà scelta per ogni fornitore sulla base di un dato storico, sulla base di accordi pregressi oppure tramite ulteriori valutazioni che verranno esposte nel dettaglio nel capitolo successivo.
- **Quantità media di codici consegnati a settimana:** questo dato, che rappresenta il carico di ogni fornitore sulle attività di accettazione, verrà ricavato estraendo un dato storico dal sistema gestionale.
- **Tempo medio di elaborazione del materiale:** che potrà essere considerato come uniforme per tutti i fornitori oppure potrà essere considerato un dato medio specifico per ogni fornitore, al fine di avere una valutazione più precisa.
- **Numero di fornitori coinvolti nel modello:** che potranno essere, ad esempio, i fornitori di classe A in un'analisi ABC di Pareto, ossia i fornitori che contribuiscono a circa l'80% del flusso del materiale di accettazione. In

alternativa, si può optare per una diversa soluzione, cercando un compromesso tra il numero dei fornitori coinvolti e la percentuale di flusso di materiale coinvolta nel modello.

Sulla base delle scelte, il modello consiste nella creazione di una matrice dove le colonne saranno le finestre di consegna, mentre le righe rappresenteranno i fornitori coinvolti. Il generico elemento della matrice

$$a_{i,j} = \{0; 1\} \quad \forall i, j$$

sarà uguale a 1 se il fornitore  $i$  dovrà consegnare il materiale nella finestra temporale  $j$ , altrimenti sarà uguale a zero.

Per ogni finestra di consegna si calcola un peso, definito come:

$$Peso = a_{i,j} \times \text{Quantità Media di Codici} \times \text{Tempo Medio}$$

Tale prodotto rappresenta il peso che ogni consegna esercita sulla finestra temporale. Calcolate le somme dei pesi per ogni finestra, si dovrà cercare la combinazione per cui vi sia una minor differenza possibile tra una finestra e l'altra.

Per poter raggiungere questo scopo, è necessario un algoritmo di risoluzioni per problemi di tipo min-max, dove una funzione obiettivo, opportunamente definita, vuole essere minimizzata.

Come riportato da De Giovanni e Brentegani<sup>10</sup>, *“nella formulazione di problemi sotto forma di modelli di programmazione lineare, potremmo incontrare problemi in cui, come obiettivo, si vuole minimizzare o massimizzare il massimo tra un insieme di valori (min-max). [...] allora la funzione obiettivo sarà della forma*

$$\text{Min max } \{e_1, \dots, e_n\}$$

*Che non è un'espressione lineare. Questo tipo di funzioni obiettivo può essere linearizzata introducendo una variabile  $y$ , maggiore o uguale a ciascun elemento*

---

[10] De Giovanni Luigi, Brentegani Laura – *Modelli di Programmazione Lineare, Ricerca Operativa – Università degli Studi di Padova*

*dell'insieme [...]. Minimizzando  $y$  come funzione obiettivo, si spingerà tale variabile ad assumere esattamente il valore del massimo e lo si massimizza.”*

Al modello, possono essere aggiunti alcuni vincoli, che per il caso in oggetto verranno adeguatamente trattati nel capitolo successivo, al fine di adattare il risultato ad esigenze specifiche.

# CAPITOLO 3: Stato AS-IS, acquisizione e analisi dei dati

*In questo capitolo si andranno a descrivere nel dettaglio le operazioni correlate alla fase di accettazione. In seguito, verranno esposte le attività correlate alla creazione della base dati per lo studio del processo e l'analisi dei dati raccolti.*

## 3.1 Descrizione dello stato AS – IS

Come anticipato nei capitoli precedenti, il progetto che mi ha visto coinvolto in Steelco e che verrà descritto nel dettaglio di questo capitolo riguarda l'analisi e l'ottimizzazione del flusso in ingresso a magazzino del materiale di acquisto.

L'esigenza di condurre un'analisi specifica per questo flusso di materiale nasce dal fatto che la crescita dell'azienda descritta al Capitolo 1, porta con sé un aumento del volume dei materiali di acquisto, il che, negli anni, ha reso le risorse a disposizione non più sufficienti, sia in termini di spazio fisico, sia in termini di personale impiegato. Basti pensare che, come mostrato in *Figura 3.1*, ad inizio del 2016 il numero di DDT caricati a sistema in un mese era inferiore a 1000, mentre a fine del 2021 il numero ha superato i 2500.

In aggiunta, bisogna tenere conto che alla fase di accettazione non è mai stata dedicata un'analisi approfondita che andasse a studiare nel dettaglio le varie attività, analizzando la capacità produttiva e i tempi in gioco. Inoltre, le modalità di svolgimento delle operazioni da parte degli operatori non sono mai state concordate nel dettaglio con i responsabili, il che implica che ognuno di essi ha sempre svolto le operazioni secondo la propria esperienza, nel modo ritenuto più opportuno.

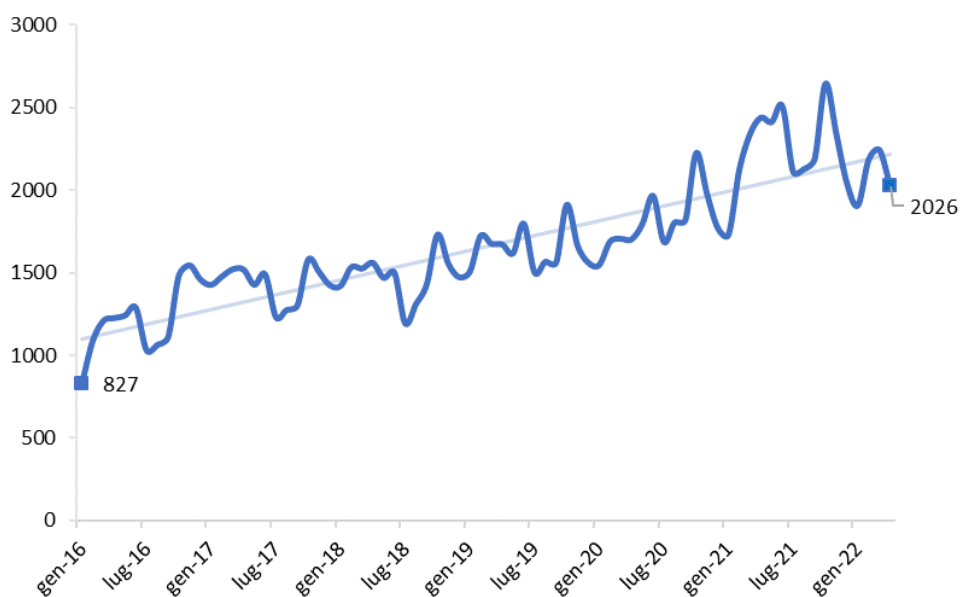


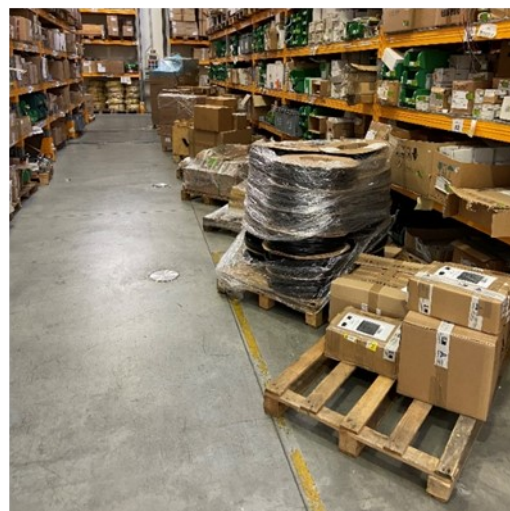
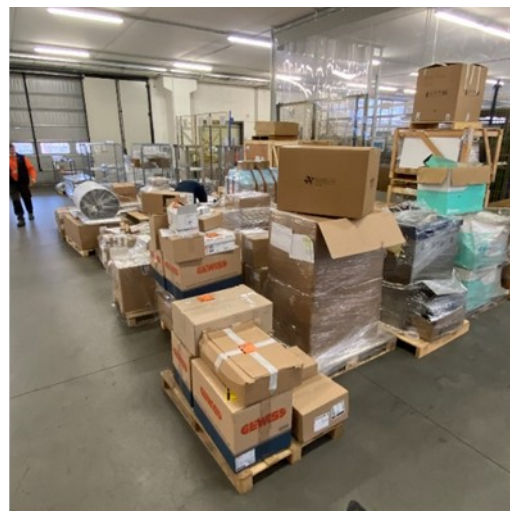
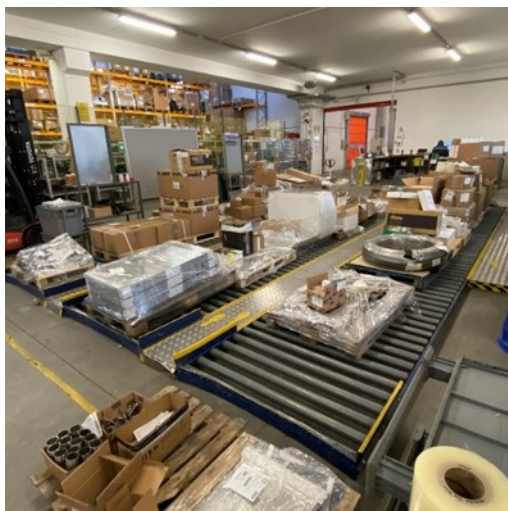
Figura 3.1: In ordinata vengono riportati il numero di DDT caricati a gestionale al mese, dal 2016 al 2022. In azzurro viene mostrata la linea di tendenza.

Il risultato che ne consegue è che spesso la capacità di smistamento del materiale da parte degli operatori non fosse sufficiente rispetto al materiale consegnato, con il conseguente accumulo di lavoro in arretrato nel corso della settimana, che doveva poi essere smaltito nel sabato oppure ricorrendo ad ore di straordinari. Inoltre, lo spazio originariamente dedicato all'accettazione non era più sufficiente per ospitare il materiale in attesa (Figura 3.2, in alto a SX). Inizialmente, veniva occupato lo spazio limitrofo alla zona di accettazione (Figura 3.2, in alto a DX), la cui destinazione non sarebbe stata propriamente quella di deposito del materiale, fino ad arrivare ad occupare diverse corsie del magazzino (Figura 3.2, in basso) e le zone di passaggio dei veicoli, creando ostacolo e disordine, che decisamente non potevano più essere tollerati.

A rimetterci non era solo l'efficienza del lavoro, ma anche l'umore del personale coinvolto e il clima che si respirava nell'ambiente di lavoro, dato che l'accumularsi del materiale, portava un deciso aumento dei livelli di tensione e di stress.

È ora opportuno analizzare nel dettaglio il movimento del materiale, a partire dalle operazioni di scarico fino alla posa a magazzino, con particolare attenzione per le





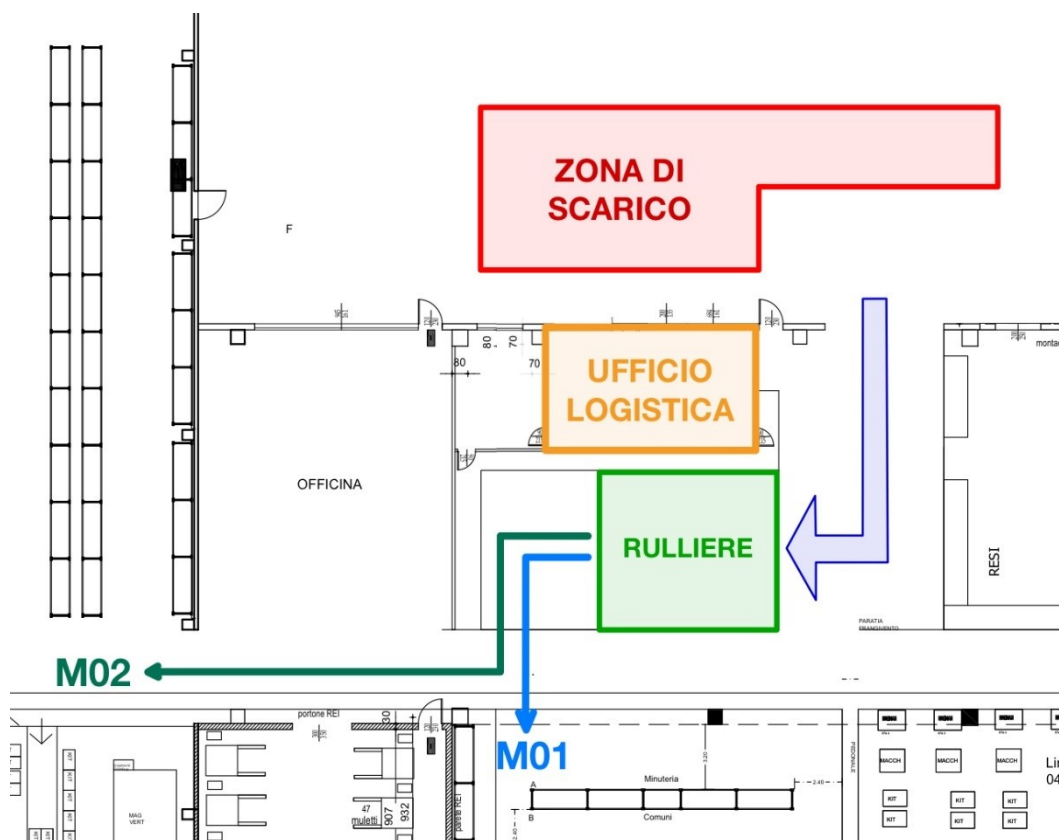
*Figura 3.2: Utilizzo delle zone di passaggio e delle corsie di magazzino per lo stazionamento del materiale in attesa di essere processato.*

diverse fasi del processo. In particolare, come mostrato in *Figura 3.3*, viene riportata una planimetria dello stabilimento di interesse, dove sono rappresentati i flussi del materiale e vengono evidenziate le zone interessate dalle operazioni. In particolare, la sequenza delle operazioni può essere descritta come segue:

1. **Scarico della merce dal vettore di trasporto** tramite un carrello elevatore e posa del materiale a terra, nella zona di scarico antistante al gate del magazzino (*mostrata in rosso in Figura 3.3*). Il materiale resta all'esterno dello stabilimento finché non viene liberato spazio nella zona interna. A fine giornata, il materiale che non trova spazio nelle zone pertinenti, verrà

accumulato in zone non del tutto idonee, come è stato mostrato in precedenza in *Figura 3.2*.

2. **Trasporto della merce all'interno del capannone** e posa sulle rulliere (*evidenziate in verde in Figura 3.3*), la cui capacità è di circa 21 posti pallet. Le rulliere hanno la funzione di buffer intermedio per concedere il tempo per il disbrigo di altre operazioni, come il carico del DDT a sistema. Inoltre, permettono una logica di prelievo *FIFO (First In First Out)*, dando una giusta priorità al materiale che è in attesa da più tempo.
3. **Produzione della documentazione** interna al magazzino necessaria agli operatori, che viene generata in automatico con carico del DDT a sistema, che avviene in ufficio logistica (*riportato in giallo in Figura 3.3*).
4. **Trasporto del materiale verso il magazzino di destinazione**, che per la maggior parte del materiale si tratta di M01 e M02. Nel caso dei telai delle macchine il magazzino di destinazione è M03, al primo piano, che necessita



*Figura 3.3: Pianta della zona di accettazione e dettaglio dei flussi di materiale.*

l'utilizzo di un ascensore, mentre per il materiale di imballo, il magazzino principale è il magazzino M04. La disposizione dei magazzini è stata illustrata al capitolo precedente.

5. **Controllo del materiale**, al fine di verificare la correttezza del codice e della quantità riportata nel DDT.
6. **Posizionamento del materiale** nella relativa locazione a magazzino. Questa operazione implica nella maggior parte dei casi il travaso del materiale dalla UDC di trasporto, che molto spesso è in cartone, all'UDC di stoccaggio presente a magazzino.
7. **Trasporto dei rifiuti nei punti di raccolta** presenti in testa ad ogni scaffale dei vari magazzini e trasporto del bancale sul quale viene consegnata la merce nell'apposito punto di raccolta.

A supporto delle attività dei magazzinieri, in Steelco viene utilizzata una Bolla di Entrata Merci (in seguito BEM) che è un documento di produzione interna che ricalca i dati presenti nel DDT sui codici e quantità, aggiungendo altre informazioni utili all'operatore, come la mappatura del materiale a magazzino.

In particolare, all'arrivo della merce in azienda, il DDT viene ritirato dall'operatore addetto allo scarico, il quale lo consegna in ufficio logistica, dove viene caricato in AS400, gestionale in uso in Steelco, per caricare contabilmente il materiale a sistema. A seguito del carico del DDT, la BEM viene generata automaticamente, della quale ne viene mostrato un esempio in *Figura 3.4*, fornendo tutte le informazioni necessarie, che nello specifico sono:

- Codice degli articoli
- Descrizione degli articoli
- Magazzino di destinazione
- Mappatura a magazzino
- Quantità
- Note per la gestione del controllo qualità o per la consegna all'attenzione di persone specifiche

- Riferimenti del fornitore (Codice fornitore, ragione sociale)
- Riferimento di data e numero del DDT

La BEM, dopo essere generata, viene stampata e collocata sul collo corrispondente da parte dell'operatore di magazzino. Una volta che queste azioni preliminari vengono completate, gli operatori possono prelevare il materiale e sistemarlo a magazzino.

**STEELECO S.p.A.** BOLLA DI ENTRATA MERCI ST\_001.01

Fornitore: 4694 Provenienza: MD10#03 Rev.00  
Data rev. 01/10/2011

31039 RIESE PIO X (TV) Pagina 1 di 1

Data Bolla e Numero		Data Riferimento e Numero		Nr. Colli:	
26/07/2022	529	29/07/2022	22 005979		

Articolo	Descrizione	Mg.Ord.	ARRIVO IN	Pref.	UM	Posizione	Da DDT	Quantità	CONTROLLO QUALITÀ
021261	TUBO 2-1/2 (73x5,16)A304 ASINB36,10	01	VIA BALEGANTE N.27 GATE 2	01	ML	M02 A 0702	5,00		

Visto Magazzino

-----

Visto Qualità

-----

Annotazioni: -----

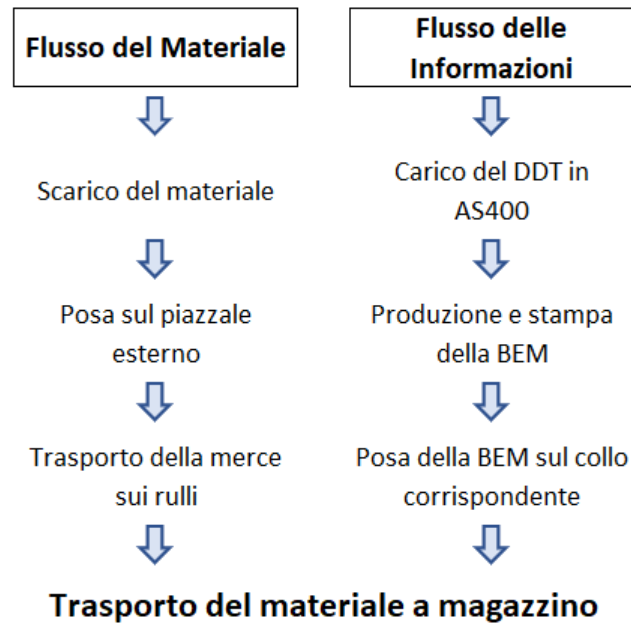
-----

-----

Figura 3.4: Esempio di una Bolla di Entrata Merci (BEM).

In sintesi, in *Tabella 3.1* vengono schematizzati il flusso dei materiali e il flusso della documentazione che scorre in parallelo. Solo al termine di tutte le operazioni preliminari, il materiale può essere trasportato a magazzino.

Tabella 3.1: Schematizzazione dei flussi paralleli del materiale e della documentazione



Entrando nel dettaglio sulle problematiche del processo, si può affermare che l'accumulo del materiale sulle rulliere, e non solo, descritto in precedenza è indice del fatto che le operazioni di sistemazione del materiale a magazzino (nello specifico, i punti 4, 5, 6, e 7 dell'elenco posto ad inizio paragrafo) hanno una capacità inferiore rispetto alle attività a monte. Pertanto, questo gruppo di operazioni, che viene svolto in serie da un unico operatore, costituisce il collo di bottiglia del processo.

Alla luce di queste considerazioni, risulta indispensabile raccogliere un dato oggettivo per descrivere nel dettaglio del processo. Per farlo, si è deciso di:

- **Acquisire dei dati relativi ai tempi delle attività**, con particolare attenzione alle operazioni che costituiscono il collo di bottiglia
- Identificare le maggiori **cause di rallentamento**, per isolare le cause che contribuiscono con maggior incidenza nelle inefficienze delle operazioni di stoccaggio

## 3.2 Acquisizione dei Dati

La prima fase operativa di questo progetto riguarda l'acquisizione di dati statistici, al fine di analizzare in maniera oggettiva il processo e, successivamente, monitorarne l'andamento, al fine di valutare l'efficacia delle soluzioni migliorative che verranno implementate.

Allo stato iniziale, gli unici dati disponibili riguardanti l'accettazione erano rappresentati da un report nel quale veniva contato il numero di BEM generate in un mese e un report che confrontava il numero di righe d'ordine di acquisto che entravano in azienda mensilmente. Questo dato è molto importante per capire la crescita del volume del materiale nel corso degli anni, come mostrato in *Figura 3.1* al paragrafo precedente. Tali dati sono utili, ma non sono sufficienti per poter condurre un'analisi sufficientemente approfondita.

Di conseguenza, serve analizzare nel dettaglio le attività di smistamento del materiale a magazzino, in quanto attività critica, con particolare attenzione ai dati relativi ai tempi e alle quantità di materiale che ogni operatore è in grado di processare in un giorno. Per farlo, si è deciso di utilizzare le BEM, dove ad ogni operatore è stato chiesto di indicare:

- Data del giorno corrente
- Orario di inizio delle attività, in cui il magazziniere prende in carico il materiale
- Orario di fine delle operazioni
- Numero dei colli corrispondenti ai codici riportati in BEM, indipendentemente dal fatto che si trattasse di pallet, scatola, scatolone, bobina, ecc...

Questi dati saranno poi trasferiti quotidianamente in una tabella Excel, compilando una riga per ogni BEM processata.

A questi dati è stato possibile aggiungere altre informazioni ricavate da AS400, tra cui il numero di righe d'ordine, corrispondente al numero di codici distinti presenti nella consegna, e la data di registrazione, ossia la data di carico del materiale a sistema, corrispondente alla data di arrivo del materiale in azienda.

Ciò è possibile avvalendosi di una chiave che possa identificare univocamente un DDT, creando una stringa di testo, concatenando il *codice fornitore*, il *numero del DDT* e la *data del DDT*.

In questo modo è possibile ricavare per ogni ordine di fornitura i seguenti dati:

- Tempo totale per lo smistamento del materiale, come differenza tra orario di inizio e orario di fine delle operazioni
- Tempo di elaborazione di un singolo codice, come rapporto del tempo totale per il numero di codici
- Corrispondenza numero di codici – numero di colli, per estrarre un dato sulla gestione dell'imballaggio dei fornitori, al fine di comprendere se ci fosse o meno una corrispondenza codice – collo
- Tempo di attraversamento totale del processo, come differenza tra data di registrazione, estratta da AS400, e data di stoccaggio, riportata dall'operatore.

Per arricchire ulteriormente la base dati si è deciso di dare spazio alla segnalazione di situazioni specifiche che causano un rallentamento delle operazioni e che quindi determinano le cattive prestazioni del processo.

Per farlo, tramite un confronto con gli operatori di magazzino, si sono identificate le problematiche che ostacolo maggiormente il normale svolgimento delle operazioni e sono state riassunte in quattro macrocategorie:

- ***Materiale non correttamente identificato***, per segnalare il caso in cui un collo non riporta un'etichetta o una scritta che possa identificare agevolmente il materiale contenuto.

- **Presenza di più codici nello stesso imballo**, nel caso in cui più articoli diversi vengano consegnati in uno stesso imballo senza essere adeguatamente separati.
- **Cambio UDC in stoccaggio**, quando il trasferimento del materiale dalla UDC di trasporto alla UDC di stoccaggio presente nella relativa posizione a magazzino comporta la manipolazione di ogni singolo pezzo, come ad esempio per i componenti più delicati.
- **UDC in locazione piena – Cambio UDC in stoccaggio**, per segnalare il caso in cui l'UDC presente a magazzino è piena, pertanto, il materiale residuo deve essere posizionato altrove, causando un'ingente perdita di tempo per trovare lo spazio necessario, identificare una nuova UDC e per segnalare adeguatamente la presenza della scorta, al fine di favorire le azioni di prelievo future.

Per effettuare questo tipo di segnalazioni è stata creata una tabella apposita (*Tabella 3.2*) su cui l'operatore, assieme alla data e al proprio nome, deve annotare i codici da segnalare nel campo relativo alla problematica riscontrata. In questo modo, la segnalazione risulta molto rapida ed efficace per l'operatore, fornendo al contempo tutte le informazioni necessarie per l'identificazione del fornitore, del DDT con cui è stato consegnato il materiale interessato, il tempo impiegato per elaborare il materiale problematico, eccetera.



Tabella 3.2: Modulo per la segnalazione delle cause di rallentamento delle operazioni

NOME OPERATORE		
DATA		
1	MATERIALE NON IDENTIFICATO	
2	CAMBIO UDC IN STOCCAGGIO	
3	UDC IN LOCAZIONE NON PRESENTE	
4	UDC IN LOCAZIONE PIENA - CREAZIONE SCORTA	
5	PRESENZA DI PIU' CODICI NELLO STESSO IMBALLO	
6	ALTRO (SPECIFICARE)	

Già da questa prima indagine sui fattori che causano le cattive prestazioni delle operazioni di accettazione, si può notare come il problema risieda in parte in fattori interni, di gestione del magazzino, e in parte in fattori esterni, imputabili ai fornitori. Nello specifico, il principale fattore interno è la creazione di una scorta a causa di un'UDC in locazione piena, dovuta all'eccessivo livello di saturazione del magazzino. Questo problema, data la sua complessità, non lascia molto spazio di manovra nel contesto di questo magazzino. Servirebbe ad esempio una revisione del sistema di gestione delle scorte, oltre che un ampliamento del magazzino, oppure all'implementazione di un WMS che, come anticipato nel capitolo precedente, è in corso di implementazione in Steelco. In ogni caso, questi sono aspetti che di certo escono dalla trattazione di questo scritto.

Al contrario, altre problematiche, come quelle rappresentate dai primi due punti dell'elenco, sono risolvibili in maniera differente, dal momento che sono imputabili alle modalità di imballaggio del materiale da parte dei fornitori. In

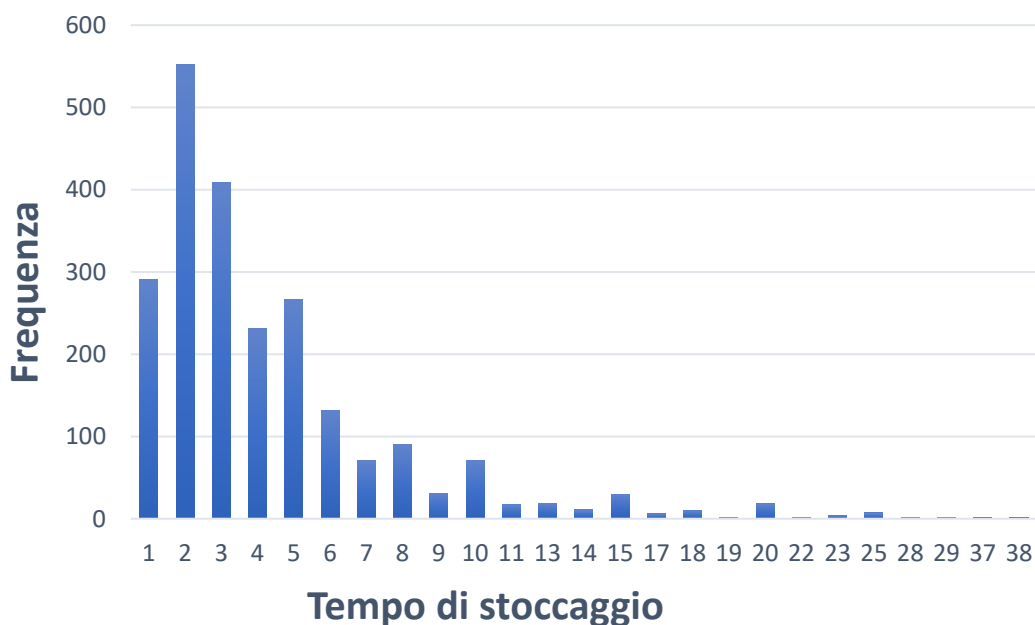
quest'ottica, verrà redatta una specifica di imballo da condividere con i fornitori di cui si tratterà nel capitolo successivo.

### 3.3 Analisi dei dati raccolti e definizione dei KPIs

La raccolta dei dati è durata complessivamente più di 6 mesi, dal 20 gennaio 2022, fino al 5 agosto successivo. In questo arco di tempo sono state raccolte circa 4000 BEM.

Tramite l'elaborazione dei dati raccolti, è possibile definire degli indici di prestazione, o *KPIs* (dall'inglese *Key Performance Indicator*), che saranno fondamentali per valutare l'andamento nel tempo delle prestazioni del processo.

Per ogni BEM consegnata, è stato calcolato il tempo medio per codice, come semplice rapporto tra il tempo impiegato e il numero di codici. Il dato così ottenuto può essere visualizzato tramite un istogramma con classi di frequenza, rappresentato in *Figura 3.5*, dove si può osservare come la durata dello stoccaggio di ciascun codice, nella maggior parte delle volte, sia compresa tra gli 1 e i 4 minuti.



*Figura 3.5: Istogramma delle frequenze del tempo di stoccaggio per codice.*

Tuttavia, la presenza di diversi valori di durata maggiore, che possono raggiungere anche i 15 – 25 minuti a codice, spostano il valore medio intorno ai 4,5 minuti per codice. La presenza di questi dati fuori dalla media, può essere spiegata andando ad osservare i casi specifici segnalati dagli operatori tramite l'apposito modulo, attraverso il quale si può constatare come la maggior parte delle volte una cattiva prestazione è dovuta alla presenza di materiale non idoneamente identificato o dalla presenza di più codici nello stesso imballo.

Di particolare interesse è il caso di un fornitore, del quale in un mese è stata segnalata la presenza di materiale non identificato ben 7 volte, mentre 10 volte è stata segnalata la mancanza di un'adeguata identificazione del materiale. In *Figura 3.6* si possono osservare l'immagine associata ad uno dei casi segnalati.



*Figura 3.6: Esempio di imballaggio del materiale non adatto allo svolgimento delle attività di accettazione.*

È facile immaginare come le caratteristiche scadenti di un imballaggio del materiale vadano a compromettere la regolarità del lavoro degli operatori. L'insieme dei due fattori porta a un dato medio della durata di stoccaggio a oltre

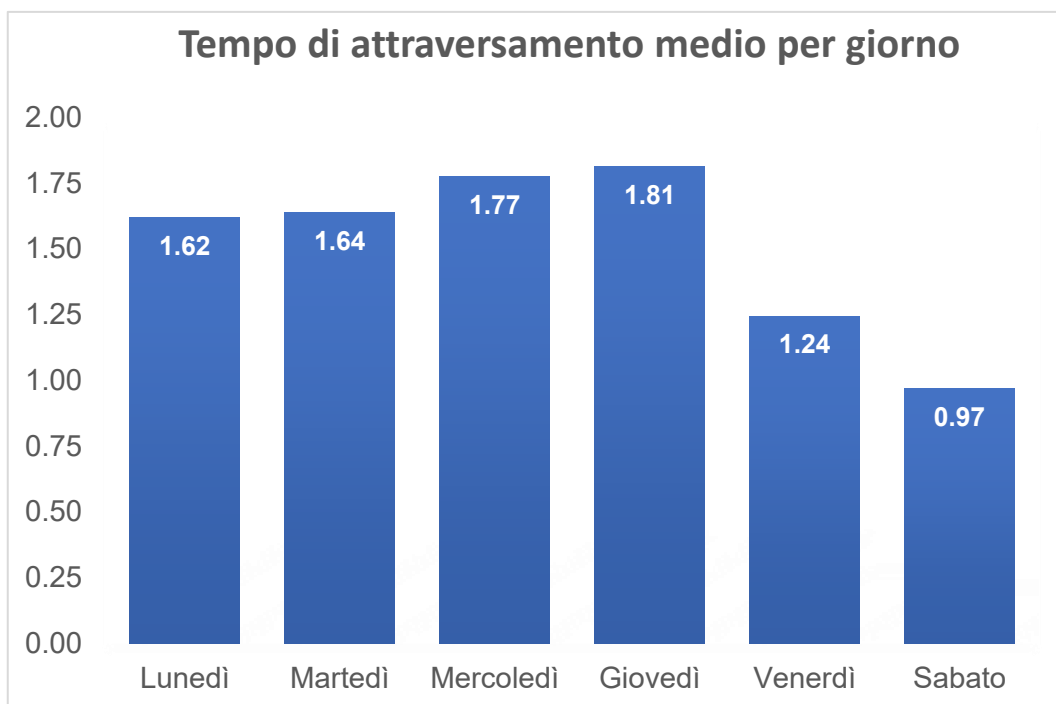
7 minuti per codice, fattore che porterà ad un'azione puntuale sui fornitori più critici nella definizione di uno standard per l'imballaggio.

Un altro importante dato che è stato ricavato attraverso la raccolta dati è il tempo di attraversamento totale del processo di accettazione, calcolato attraverso la differenza tra la data di carico del DDT a sistema e la data di stoccaggio del materiale, indicata in BEM dagli operatori. In prima battuta è opportuno considerare che una stima attendibile di questo dato non è semplice, in quanto in AS400 viene registrata solo la data di carico del materiale; pertanto, l'orario di consegna non risulta disponibile. In base ai dati disponibili, si può stimare un tempo di attraversamento medio di 2.11 giorni.

Tuttavia, il dato ricavato è maggiore di quello reale, a causa dell'assenza di un orario di carico del DDT a sistema, in quanto è come se si assumesse che tutte le consegne del giorno avvengano simultaneamente alle 8:00, ad inizio giornata. Per migliorare la stima del dato, si potrebbe ipotizzare una correzione del risultato ottenuto, cosa che è ammessa dalla teoria sull'inferenza statistica, dove un errore che ricorre in ogni misurazione, detto errore sistematico, può essere opportunamente stimato e corretto.

In tal senso, si può assumere che l'orario in cui avviene la consegna del materiale sia del tutto casuale, pertanto, la probabilità che una consegna avvenga ad una certa ora è la stessa per qualsiasi altro orario. Una distribuzione di probabilità di questo tipo è detta uniforme e il valore medio può essere calcolato come la media aritmetica dei due estremi dell'intervallo, che in questo caso corrispondono all'orario di inizio e fine della giornata lavorativa. Pertanto, l'errore di misura può essere stimato al valore di 0,5 giorni lavorativi. Stando a queste considerazioni, si può stimare che il tempo di attraversamento reale sia di 1.61 giorni lavorativi.

Dall'osservazione dei dati raccolti è interessante osservare come il tempo di attraversamento medio vari all'interno della settimana. In *Figura 3.7* è riportato il dato medio del tempo di attraversamento suddiviso per giorno della settimana. In altre parole, viene mostrato l'andamento del tempo di attesa medio del materiale



*Figura 3.7: Andamento giornaliero del tempo di attraversamento nell'arco della settimana.*

nel momento in cui viene stoccato. Per fare un esempio, il materiale che viene sistemato a magazzino nel mercoledì è in attesa, mediamente, da 1.77 giorni. Il grafico mostra come nei primi giorni della settimana il tempo di attraversamento cresce pressoché linearmente dal lunedì fino al giovedì, mentre decresce decisamente nelle giornate di venerdì e di sabato. Questo risultato dimostra come nei primi giorni della settimana venga consegnato più materiale di quanto non si riesca ad immagazzinare, mentre verso fine settimana il quantitativo di materiale consegnato cala, favorendo un immagazzinamento più rapido, arrivando a toccare il minimo settimanale nella giornata di sabato, dove si riesce a recuperare tutto il lavoro in arretrato ricorrendo a dei turni straordinari. A conferma di ciò, si osserva che il dato relativo al lunedì è in linea con il dato medio globale. Un'ultima osservazione riguarda la discontinuità che si osserva tra il dato di sabato e di lunedì. Questa differenza si può spiegare tenendo in considerazione il fatto che il materiale che arriva sul finire della settimana trova spazio per lo stazionamento in zone non dedicate all'accettazione (si veda *Figura 3.2* del paragrafo precedente), pertanto sarà il materiale che riceverà la massima priorità

per l'immagazzinamento. La combinazione del fatto che il materiale che giunge in azienda per ultimo sia anche quello che viene stoccato per primo, porta al valore relativo al tempo di attraversamento mostrato nel grafico.

# CAPITOLO 4: Attività migliorative

*In questo capitolo verranno esposte le principali attività volte al miglioramento dello stato AS-IS, descritto al capitolo precedente.*

## 4.1 Analisi delle movimentazioni del materiale

Un fattore che ha un grosso impatto sull'accettazione, e in particolar modo sulle attività che costituiscono il collo di bottiglia dell'intero processo, è costituito dal fatto che tutto il materiale di acquisto relativo allo stabilimento Washer transita attraverso il gate principale, attiguo al magazzino M01, compreso tutto il materiale destinato anche agli altri magazzini.

Una possibilità per migliorare questo aspetto potrebbe essere differenziare il flusso del materiale a seconda del magazzino di stoccaggio già dalla fase di scarico.

I magazzini interessati sono quindi M02, M03 e M04; tuttavia, è opportuno fare delle considerazioni differenti per ogni caso specifico:

- M02 si presta ad un'attività di questo tipo data la presenza di un gate dedicato e di una zona già predisposta per lo stazionamento dei camion
- M03 non necessita un'azione simile, dato che, essendo al primo piano, per accedervi è necessario un ascensore che è posto a fianco del gate relativo a M01
- M04 presenta un gate nelle vicinanze, che è dedicato all'uscita del prodotto finito. Pertanto, implementare lo scarico e l'ingresso del materiale comporterebbe un incrocio dei flussi in entrata e in uscita. Per questo motivo si è deciso di non valutare la fattibilità di differenziare lo scarico per questo magazzino.

Analizzando nello specifico il flusso di materiale verso M02, lo scarico avveniva al gate principale, per poi essere portato all'interno dello stabilimento e depositato sulle rulliere. Da qui, il materiale veniva prelevato e portato verso M02. Si può osservare come una movimentazione interna di questo tipo comporti un ingente dispendio di tempo, data la distanza fisica tra i due magazzini. In aggiunta, bisogna tenere conto del fatto che il materiale il più delle volte veniva trasportato mediante transpallet manuali, andando a dilatare ulteriormente il tempo impiegato.

Per verificare la fattibilità di separare lo scarico tra M01 e M02, il primo step consiste nel trovare un criterio con cui suddividere il materiale.

La scelta ottimale potrebbe essere tenendo in considerazione la mappatura a magazzino, indirizzando ogni codice verso una o l'altra zona di scarico in base al magazzino di destinazione. In questo modo, il fornitore dovrebbe effettuare un doppio scarico nel momento in cui consegna contemporaneamente codici stoccati in più magazzini. Il risultato sarebbe una totale separazione del flusso tra i due magazzini e, di fatto, ottimizzerebbe al massimo la movimentazione del materiale, andando ad eliminare qualsiasi movimentazione non strettamente necessaria.

Per implementare una soluzione di questo tipo basterebbe creare delle nuove tecniche di approvvigionamento da assegnare ad ogni codice stoccato nel magazzino M02, indicando il gate attiguo come punto di scarico. In realtà, una soluzione di questo tipo non è fattibile, in quanto, in AS400, l'indirizzo di consegna non dipende dalla tecnica di approvvigionamento, bensì dal magazzino contabile in cui il materiale viene caricato. Dato che il magazzino contabile è un magazzino che identifica lo stabilimento, per M01 ed M02 è lo stesso.

Per ovviare questo problema bisognerebbe creare, e di conseguenza popolare, un nuovo campo "*Gate di scarico*", il che risulterebbe troppo oneroso da un punto di vista informatico. Infatti, si dovrebbero mantenere molte tabelle e schermate di AS400, come, solo per citarne alcune, la pagina di interrogazione degli ordini di fornitura, l'anagrafica del prodotto, la schermata di gestione dei DDT e molte altre,



senza considerare l'architettura della documentazione cartacea, come nel caso dei DDT di uscita, le BEM e altre ancora.

Non essendo fattibile l'adozione di un criterio basato sul singolo codice, l'idea che sorge spontanea è di separare il flusso in base al fornitore, ossia spostare lo scarico dei fornitori i cui codici sono stoccati in tutto o in larga parte in M02. In questo modo sarebbe sufficiente comunicare al fornitore la modifica del gate di scarico e informare gli addetti di magazzino della modifica, in modo che possano ogni volta indirizzare correttamente i trasportatori.

Per stabilire quali siano i fornitori da dirottare è necessario estrarre tutte le anagrafiche dei codici da AS400 e suddividerli opportunamente per fornitore e per magazzino di stoccaggio.

Per aggiungere dettaglio all'analisi bisogna considerare il volume in termini di movimenti di magazzino, al fine di escludere i codici basso rotanti. L'idea è quella di voler evitare lo spostamento di un fornitore che abbia, da una parte, molti codici stoccati in M02 caratterizzati da un basso indice di rotazione e, dall'altra, pochi codici altorotanti in M01. Pertanto, è stato calcolato per ogni  $i$  – esimo fornitore la sommatoria:

$$\sum_i \text{Numero di codici consegnati} \times \text{Numero di consegne per codice}$$

relativa all'anno 2021. Sono stati selezionati i fornitori per cui più del 75% del valore calcolato è relativo a M02. In questo modo sono stati selezionati 63 fornitori a cui corrispondono 548 codici sui totali 2881 stoccati nel magazzino.

Riportando il calcolo in termini di flusso di materiale, prendendo la media di 600 codici stoccati a settimana, i codici relativi a M02 sono mediamente 150, pari al 23,0% sul totale.

Il risparmio in termini di tempo si riscontra osservando il percorso del materiale, come mostrato in *Figura 4.1*, dove si può vedere come si riducano le distanze dai

circa 70m (*in alto*) attuali ai circa 20m della nuova configurazione (*in figura, in basso*). Tenendo conto della possibilità di utilizzare il carrello retrattile in M02, tale modifica garantisce un risparmio di circa 80 secondi a codice; con la vecchia configurazione ciò non era possibile, dato che il materiale veniva preso in carico dalle rulliere. Riportando il risparmio di risorse all'intera settimana, il tempo totale ammonta ad oltre 3 ore.

In aggiunta, implementando una zona di scarico esterna al magazzino M02 si evita lo stazionamento del materiale tra le corsie. In questo modo si riduce notevolmente il disordine, recando meno ostacolo alle altre attività di magazzino.

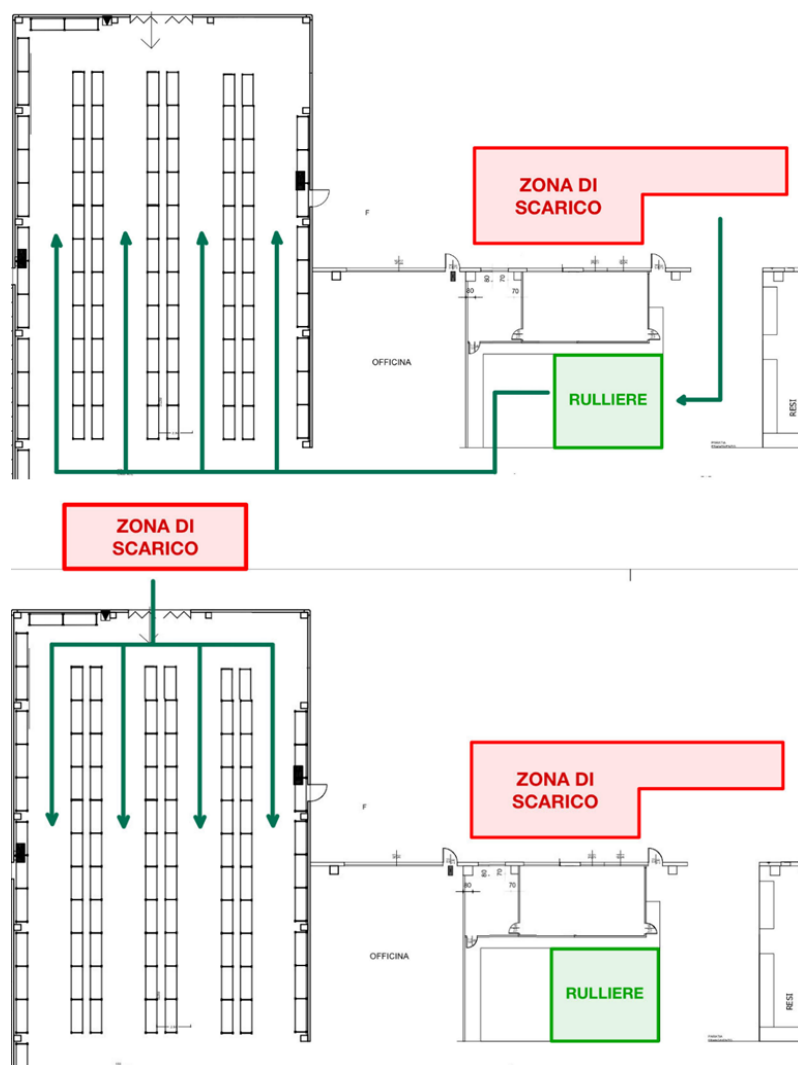


Figura 4.1: Confronto tra i percorsi del materiale nel caso di flusso unificato (*in alto*) e flusso differenziato, con scarico del materiale diverso per i due magazzini (*in basso*).

## 4.2 Definizione di uno standard di imballaggio e implementazione del vuoto a rendere

Dall'osservazione del materiale consegnato da parte dei fornitori, è subito emersa una qualità dell'imballaggio a dir poco scadente, non tanto da un punto di vista del mantenimento della qualità e dell'integrità del contenuto, quanto più per lo svolgimento delle attività di accettazione. Infatti, come mostrato in *Figura 4.2*, spesso venivano consegnati imballaggi al cui interno venivano riposti diversi articoli, tutti mescolati tra di loro. In una situazione di questo tipo è facilmente intuibile come distinguere i diversi codici, identificarli e sistemarli uno per uno nella relativa posizione di magazzino sia un'attività che comporta un ingente spreco di risorse.



*Figura 6.2: Esempio di imballaggio non adeguato dovuto al mescolamento di più codici nello stesso collo.*

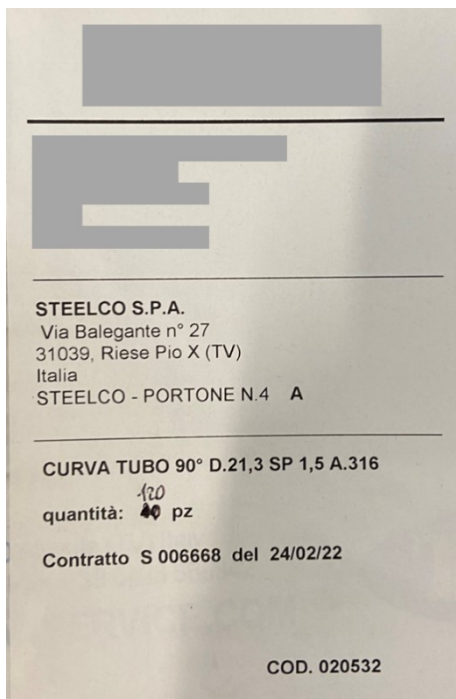
In altri casi riscontrati con una certa frequenza, invece, gli articoli venivano consegnati all'interno di una UDC dedicata, che, tuttavia, non era adeguata al trasporto, essendo aperta o facilmente apribile. Per questo motivo, avveniva una fuoriuscita dei pezzi che finivano con il mescolarsi ad altri codici, come nel caso mostrato in *Figura 4.3*.



*Figura 4.3: Esempio di imballaggio non adeguato al trasporto. Si noti l'apertura di una scatola e il conseguente mescolamento del materiale.*

Infine, è emersa la diffusa mancanza di un'adeguata etichettatura dei colli. Come mostrato in *Figura 4.4*, infatti, alcuni fornitori utilizzavano delle etichette in cui venivano riportate molte informazioni, alcune delle quali superflue, che rendevano la visualizzazione sovrabbondante, non evidenziando adeguatamente le informazioni più importanti.

In altre etichette, invece, le informazioni riportate non erano funzionali alle operazioni di accettazione, ad esempio per il fatto che veniva riportato il codice di gestione del fornitore e non in codice Steelco.



*Figura 4.4: Esempio di etichettatura poco funzionale per le operazioni di ricezione del materiale.*

Dai casi riportati, risulta evidente come lo standard dell'imballaggio che veniva adottato dai fornitori fosse totalmente inadeguato per lo svolgimento delle attività di accettazione in maniera efficiente. Pertanto, si è resa necessaria la stesura di un documento ufficiale di specifica di imballo per il materiale di fornitura da condividere con i fornitori.

I punti principali trattati nella specifica sono due: il primo riguarda la necessità di avere ogni codice all'interno di una UDC dedicata, mentre il secondo riguarda l'etichettatura dei colli.

In merito al primo punto, è stato specificato che non sono consentiti imballaggi contenenti più di un codice, mentre è stata data la possibilità di inserire più imballaggi in un collo secondario, ad esempio nel caso di consegna di molte scatole di piccole dimensioni.

Relativamente all'etichettatura, invece, è stato richiesto l'utilizzo di una struttura che sia il più possibile simile ad un modello proposto, che rappresenta quello di uso interno in Steelco. Questo per garantire, da una parte, la presenza di tutte le informazioni essenziali in un formato ottimale per lo svolgimento delle operazioni, dall'altra per aumentare il livello di standardizzazione e favorire in questo modo una gestione più efficiente. L'etichetta proposta, mostrata in *Figura 4.5*, è caratterizzata dalla presenza di due codici a barre, relativi al codice articolo e alla quantità, per poter essere letti dai dispositivi in utilizzo agli operatori. Inoltre, sono richieste diverse informazioni:

- Codice di identificazione in uso in Steelco
- Descrizione dell'articolo
- Quantità, espressa nell'unità di misura specificata
- Riferimento dell'ordine di fornitura
- Codice del fornitore per l'articolo
- Denominazione o logo del fornitore
- Lotto di riferimento dell'articolo e/o altro identificativo di rintracciabilità, salvo il caso in cui non sia già specificato altrove
- Data di Scadenza, dove pertinente

<b>LOGO FORNITORE e/o</b> <b>NOME FORNITORE</b>	Rif.Ordine	Numero/Anno
	Lotto N.	00000/00
<b>CODICE</b> INSERIRE DESCRIZIONE CODICE	Cod.Art.Forn.	00000000
	Data di Scadenza	Mese/Anno
<b>*CODICE*</b> Codice a Barre	Qtà Imballo:	<b>00</b>
	<b>*QUANTITÀ*</b> Codice a Barre	

*Figura 4.5: Modello di etichetta richiesto al fornitore, conforme al formato standard utilizzato in Steelco.*

La specifica di imballo che è stata redatta viene riportata per intero in Appendice A.

Una volta definito lo standard di imballo, è stato condiviso con i fornitori, secondo una priorità che è stata definita tenendo in considerazione, da una parte, il dato ottenuto dal modulo di segnalazione delle cause di rallentamento e, dall'altra, una rilevazione quotidiana dei colli presenti sulle rulliere.

Questa prima attività rappresenta solo il raggiungimento dei requisiti minimi di qualità e di funzionalità relativa all'imballaggio del materiale.

Come anticipato nei capitoli precedenti, un ulteriore step evolutivo del processo di miglioramento della qualità dell'imballaggio è rappresentato dall'utilizzo di UDC standard, mostrate in *Figura 4.6*. Lo scopo è di consegnare al fornitore delle scatole riutilizzabili, affinché vengano riempite con il materiale di acquisto, per poi essere consegnate in Steelco ed utilizzate anche per l'immagazzinamento. Nel momento della consegna, al fornitore verrà restituito lo stesso quantitativo di UDC impiegate, da destinare alle forniture successive.



*Figura 4.6: UDC per il trasporto e lo stoccaggio del materiale di fornitura.*



L'idea alla base è semplice, anche se l'implementazione di un sistema del tutto nuovo richiede numerose valutazioni e necessita dell'appoggio di tutti i fornitori che verranno coinvolti nel processo.

Il primo passo per lo studio di fattibilità di questa attività è l'identificazione dei codici per i quali risulta idonea la gestione di un imballaggio con i fornitori. Per farlo, è stato estratto da AS 400 il numero di consegne relative all'anno 2021 per tutti i codici stoccati nel magazzino principale, al fine di suddividere gli articoli secondo una classificazione ABC di Pareto. In questo modo sono stati isolati i codici che hanno rappresentato il 70% delle consegne dell'anno, per un totale di 3321 articoli.

Per determinare il numero di UDC necessarie, si deve considerare che, per ogni codice viene utilizzato un contenitore per lo stoccaggio, un contenitore dal fornitore per essere riempito, mentre un terzo contenitore può essere idealmente suddiviso da una parte per riempire dei buffer di disaccoppiamento, dall'altra come coefficiente di sicurezza per scongiurare eventuali imprevisti. Da questo calcolo si possono quantificare circa 10.000 contenitori necessari.

L'ammontare totale del numero di UDC da acquistare rende l'investimento considerevole (non si forniscono i dati economici per questioni di riservatezza). In ogni caso, è necessario calcolare adeguatamente il risparmio in termini di minor impiego di personale che si avrebbe implementando la soluzione ipotizzata.

Per farlo, viene utile considerare il flusso del materiale che già avviene in Steelco secondo questa modalità, dedicato ai subassemblati provenienti dal *Feeder Factory*. In questo caso, il materiale viene trasportato dallo stabilimento di produzione al magazzino principale tramite le stesse UDC che si vorrebbero utilizzare con i fornitori. Tramite un campionamento cronometrico del tempo di stoccaggio degli articoli provenienti dalla *Feeder Factory*, è emerso un tempo medio di stoccaggio di circa 1,5 minuti a codice, dato inferiore al tempo medio rilevato per i codici "normali" di circa il 65%.



Moltiplicando il risparmio di tempo per singolo codice per il costo orario del personale, si ottiene il ritorno economico per la singola consegna di un codice. Moltiplicando per il numero di consegne dei codici di classe A nell'anno di riferimento, si ottiene il risparmio totale di risorse ottenibile nell'arco di un anno.

In questo modo si può calcolare un tempo di rientro dell'investimento di circa 2,1 anni, il che rende l'attività di particolare interesse.

Inoltre, implementando questa soluzione si avrebbero altri benefici che fino ad ora non sono stati tenuti in considerazione, data la stima sul tornaconto economico non semplice. In particolare, si garantirebbe la:

- riduzione del volume di rifiuti, a beneficio del costo di smaltimento e rendendo la fornitura del materiale meno impattante dal punto di vista ambientale
- maggior saturazione del vettore di trasporto, data la possibilità di sfruttare maggiormente l'altezza, in virtù dell'impilabilità delle UDC
- minor impiego di risorse durante i turni straordinari del sabato per le attività di accettazione

Per concludere la trattazione sul tema, è necessario considerare alcune criticità nell'implementazione di un flusso di UDC con i fornitori. In primis, impostare una gestione contabile del contenitore non è immediato, sia da un punto di vista propriamente logistico, che da un punto di vista amministrativo e finanziario. Infatti, una prima ipotesi che è stata avanzata è quella di vendere il contenitore vuoto al fornitore ad un prezzo rigonfiato nel momento in cui glielo si consegna e acquistarlo nuovamente nel momento in cui ritornerà in azienda con il materiale all'interno. In questo modo si scongiurerebbero smarrimenti dei contenitori, dato l'interesse da parte del fornitore di riconsegnare le UDC fornitegli. Di contro, si dovrebbe emettere una fattura relativa ai contenitori ogni volta che il fornitore effettua una consegna. Inoltre, data la struttura informatica degli ordini di fornitura, si dovrebbe implementare la possibilità di acquistare i contenitori dal fornitore senza il collegamento ad un numero d'ordine, dato che le UDC non

rientrerebbero nella normale pianificazione degli acquisti relativa agli articoli convenzionali. Ad ogni modo, tali aspetti escono dal perimetro di competenza di questo progetto, pur essendo fondamentali per le considerazioni interne all'azienda.

### 4.3 Analisi sull'andamento delle consegne e livellamento della fornitura

Un'ultima attività svolta nel contesto di questo progetto che merita particolare attenzione è la creazione di un modello per garantire un livellamento del carico di lavoro sull'accettazione del materiale.

L'esigenza di implementare un modello di questo tipo nasce dall'osservazione di una totale mancanza di livellamento nel tempo della quantità di materiale che viene consegnato in azienda.

Infatti, nei mesi si è potuto osservare un picco di consegne ad inizio mese, che poi andava scemando nel corso delle settimane. Per poter risolvere questo problema serve analizzare i dati relativi alla gestione degli ordini di acquisto e alle modalità di consegna da parte dei fornitori, al fine di confermare empiricamente il dato osservato e, successivamente, ricercare le cause.

Per farlo, è bastato estrarre da AS 400 i dati su ordini e righe di acquisto, al fine di incrociarli con l'estrazione relativa ai movimenti di magazzino, creando un collegamento tramite la codifica dell'ordine. In questo modo, è stato possibile ricavare l'andamento nel tempo delle consegne del materiale.

Il dato ricavato può confermare il fenomeno osservato. Infatti, riportando il conteggio delle righe d'ordine consegnate per settimana, come mostrato in *Figura 4.7*, si può osservare come il dato vari considerevolmente da una settimana all'altra.

Basti pensare che il dato relativo alla prima settimana maggiore di circa il 70% rispetto alla seconda. Inoltre, si può notare una certa periodicità dell'andamento mostrato. Infatti, nella settimana corrispondente al primo giorno del mese si può osservare un'impennata del dato rispetto alla settimana precedente, mentre per la seconda e terza settimana del mese si osserva una progressiva decrescita.

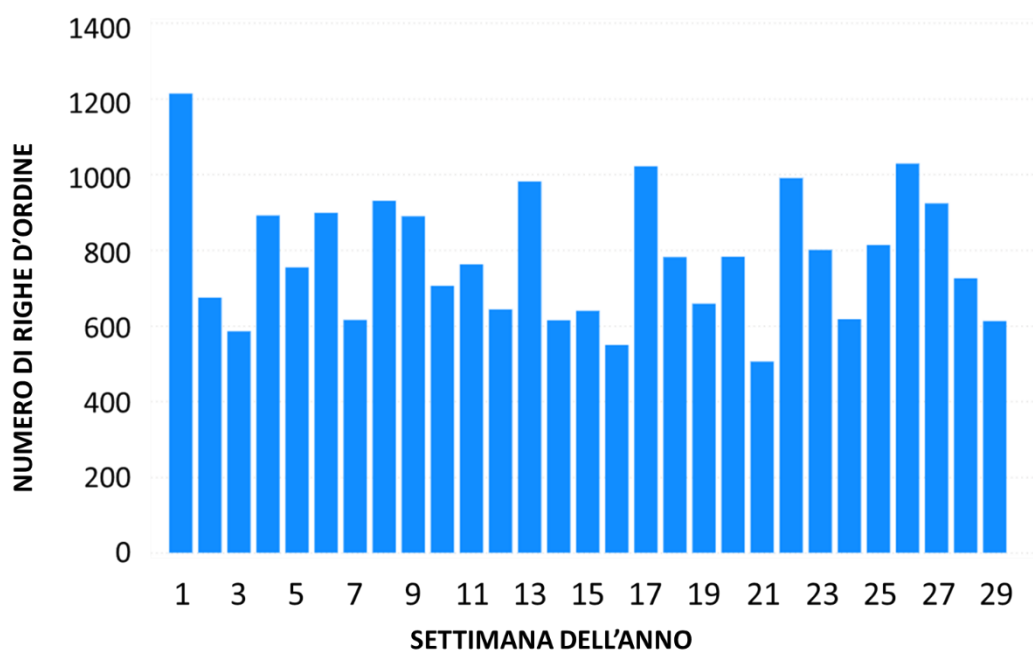


Figura 4.7: Numero di righe d'ordine caricate a sistema, raggruppate per settimana.

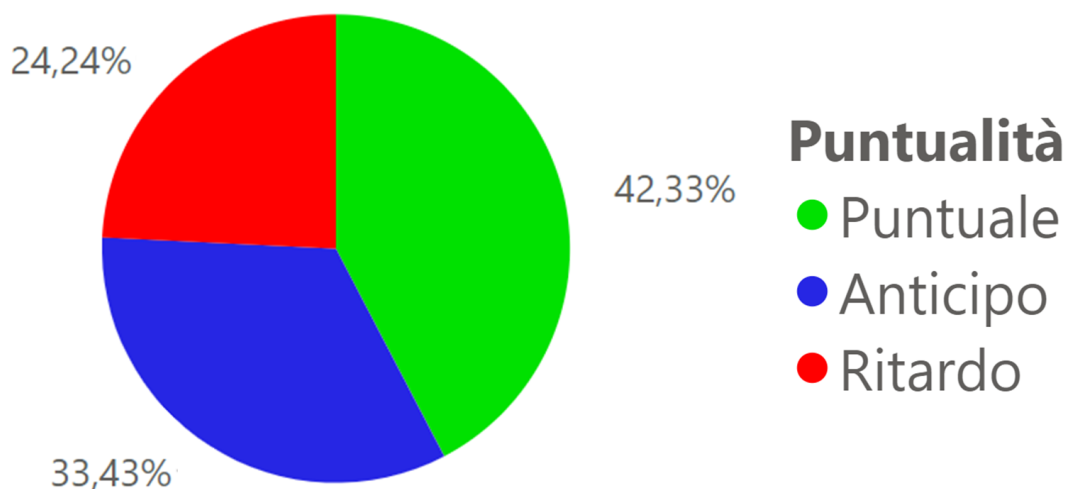
Una prima idea sulla possibile origine del problema si può trovare osservando le BEM attraverso le quali è stata svolta l'analisi dei tempi descritta al Capitolo 3. Infatti, le BEM al di sotto del codice articolo riportano una nota che indica l'eventuale anticipo o ritardo della consegna rispetto alla data dell'ordine di fornitura. Dall'osservazione di questo tipo di note si è notata una presenza diffusa sia di ordini consegnati in anticipo, che di ordini consegnati in ritardo, mentre la presenza di ordini consegnati nel giorno richiesto erano relativamente pochi.

Per approfondire questo aspetto, sono state confrontate la cosiddetta data confermata, ossia la data in cui Steelco e il fornitore accordano la consegna, e la data di registrazione, corrispondente a data di carico del DDT a sistema. Per

precisione, nell'analisi è stato consesso un margine di tolleranza di  $\pm 2$  giorni al fornitore, pertanto un ordine consegnato con un giorno o due di ritardo verrà conteggiato come puntuale; analogamente per la stessa situazione nel caso di un anticipo.

Così facendo, è stato possibile determinare quante e quali fossero le righe d'ordine consegnate in anticipo o in ritardo e, in aggiunta, sapere di quanto fosse l'entità dello scostamento.

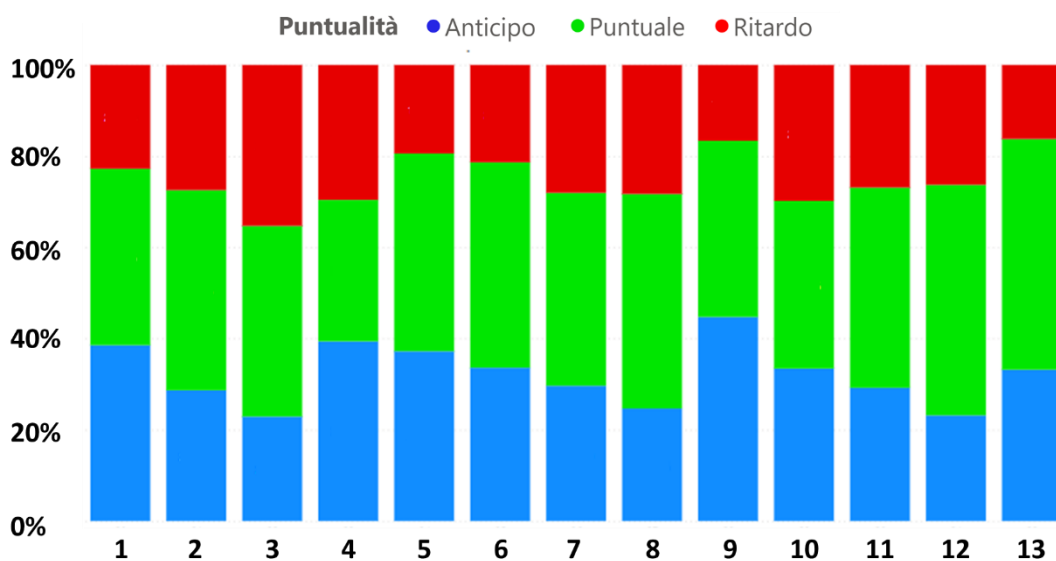
Da questo confronto è emerso come le righe d'ordine consegnate puntualmente siano solo il 42% del totale, come mostrato in *Figura 4.8*, mentre quelle in ritardo costituiscono il 25% circa. La restante parte, pari al 33%, sono ordini consegnati in anticipo.



*Figura 4.8: Dettaglio di anticipi e ritardi degli ordini di fornitura.*

L'origine del problema si può ricondurre all'esigenza di fatturare il più possibile da parte del fornitore entro la fine del mese. Perciò, il materiale viene consegnato nei primi giorni del mese, creando il picco rilevato. Questo si può confermare analizzando l'andamento della quota di anticipi o ritardi nel tempo. Infatti, creando un confronto tra i dati mostrati in *Figura 4.7* e in *Figura 4.8* si può ottenere

un dato, spacchettato per settimana, relativo agli anticipi e ai ritardi. Il grafico in *Figura 4.9* mostra come nella settimana in cui cade il primo giorno del mese si registra una crescita della quota parte di anticipo.



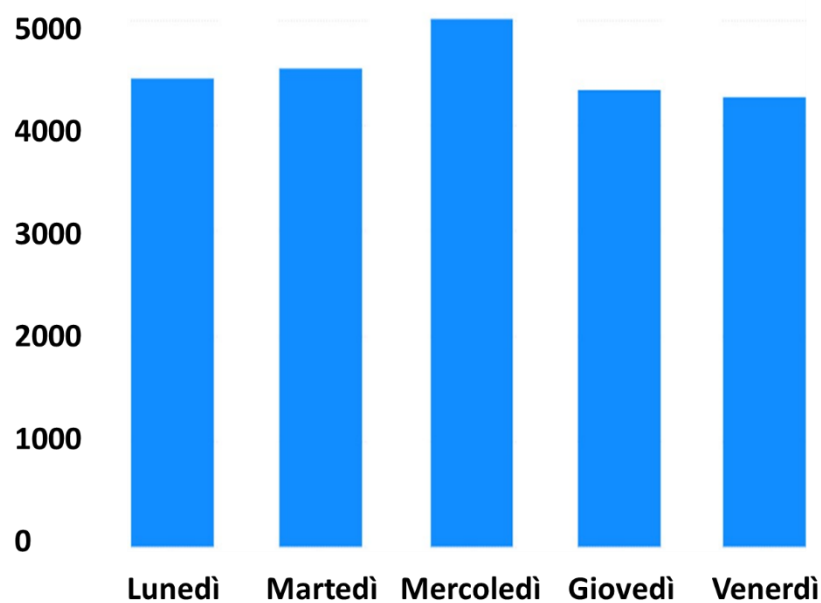
*Figura 4.9: Dettaglio di anticipi e ritardi per settimana dell'anno.*

L'analisi fin qui condotta indica una mancanza di livellamento tra una settimana e l'altra, mentre non rileva eventuali differenze tra il quantitativo consegnato in un giorno e il quantitativo consegnato in un altro giorno della stessa settimana.

Per approfondire questo aspetto, in *Figura 4.10* viene riportato l'andamento per giorno della settimana del numero medio di righe d'ordine caricate a sistema.

Il dato evidenzia che, oltre alla marcata mancanza di livellamento tra le settimane, si aggiunge una mancanza di livellamento tra i vari giorni della settimana, dove le consegne avvengono più frequentemente nella giornata di mercoledì, maggiori del 15% rispetto al lunedì e al venerdì, che rappresentano i giorni della settimana con meno consegne.

Una quota così importante di anticipi degli ordini di fornitura non è mai stata rilevata dal momento che il monitoraggio della puntualità dei fornitori da parte



*Figura 4.10: Andamento del dato medio di righe d'ordine consegnate nella settimana.*

dell'ufficio competente considera solo il ritardo. Pertanto, attraverso questo sistema, la componente di anticipo rientra nella puntualità, non venendo considerata.

Un ragionamento di questo tipo, lecito in quanto riguardante la percentuale di materiale resa disponibile da parte del fornitore entro i tempi accordati, concede al fornitore una libertà che non può più essere tollerata, in virtù del problema che causa alla fase di accettazione.

Per risolvere il problema si è quindi deciso di ribadire ai fornitori l'importanza di attenersi alla data di consegna concordata. Inoltre, si è optato per procedere con l'implementazione di un sistema di monitoraggio dei fornitori, elaborando mensilmente un report nel quale riportare il dato sugli anticipi. In questo modo si potrebbe ridurre significativamente, se non addirittura eliminare, la quota parte degli ordini consegnati in anticipo, portando il dato di puntualità oltre la soglia del 75%. Tuttavia, un monitoraggio delle attività dei fornitori non sarebbe sufficiente, in quanto, da una parte, non si andrebbe ad intervenire sulla mancanza di livellamento all'interno della settimana, dall'altra una semplice comunicazione sulla puntualità di consegna potrebbe non essere sufficiente per garantire un

miglioramento della situazione, che possa dare un beneficio considerevole al processo di magazzino. Per questo motivo si è deciso di assegnare al fornitore una finestra di consegna ad hoc, in modo da vincolare quanto e quando consegnare il materiale, andando di fatto ad agire in maniera previsiva su quello che sarà il carico futuro dovuto alle consegne.

Per assegnare al fornitore una finestra di consegna è stato creato un modello di programmazione tramite il software IBM ILOG CPLEX Optimization Studio ©.

In prima battuta è stato creato un modello di prova, caratterizzato da 5 finestre di consegna, corrispondenti ai giorni della settimana, e 38 fornitori, scelti sulla base della disponibilità dei dati relativi al tempo di stoccaggio e sul dato storico sulla frequenza di fornitura, che deve essere pari almeno ad una volta alla settimana per rientrare nel modello.

La necessità di un modello di prova è unicamente finalizzata a convalidare l'efficacia teorica del risultato e permettere un confronto diretto tra il dato simulato e quello rilevato. In un secondo momento, si potrà estendere il modello ottenuto a una platea maggiore di fornitori e affinandolo, aggiungendo ad esempio la mezza giornata come finestra di consegna.

Il codice che è stato creato può essere riassunto nei seguenti punti:

**1. Definizione delle variabili:**

- Variabili che caratterizzano il modello, come il numero di fornitori coinvolti e il numero di finestre di fornitura.

```
1 /*****  
2 * OPL 22.1.0.0 Model  
3 * Author: dalla  
4 * Creation Date: 29 mar 2022 at 20:49:10  
5 *****/  
6  
7 int nfor = 38;  
8 int gsett = 5;
```

- Variabile decisionale, rappresentata dalla matrice con in riga i fornitori e in colonna le finestre di fornitura.

```
10 dvar boolean x[1..nfor][1..gsett];
```

- Variabili statistiche, campionate durante la fase di raccolta dati descritta al Capitolo 3 come nel caso del tempo medio per codice e la quantità media di codici per consegna, mentre la frequenza di fornitura settimanale è stata scelta sulla base del dato storico estratto da AS400.

```
12 int fmax[1..nfor] = ...;  
13 float tmedcollo[1..nfor] = ...;  
14 float qmed[1..nfor] = ...;
```

- Variabile epsilon, funzionale al modello di tipo min-max

2. **Definizione della funzione obiettivo:** Al programma si dà il comando di minimizzare la funzione obiettivo che è rappresentata da una variabile eps, la cui unica funzione è quella di linearizzare il modello, come esposto al Paragrafo 6 del Capitolo 2. La funzione obiettivo deve essere minimizzata.

```
15 float eps;  
16  
17 minimize (eps);
```

3. **Definizione dei vincoli:** il primo vincolo è funzionale al modello, in quanto si impone che la funzione obiettivo sia sempre maggiore o uguale di ogni variabile appartenente all'insieme di valori che si vogliono livellare. Tali valori sono definiti come la somma nell'arco della giornata dei prodotti della variabile booleana x, che rappresenta l'operatore logico "Sì/no" che indica se il fornitore x dovrà effettuare la consegna al giorno y, moltiplicati per la quantità media di codici per consegna e il tempo medio di stoccaggio



per codice. Il secondo vincolo impone che il numero delle consegne per ogni fornitore sia pari alla frequenza di consegna indicata.

Gli ultimi due vincoli, invece, sono funzionali ad affinare il modello. Infatti, escludono la possibilità che al fornitore vengano assegnate finestre di consegna tra loro consecutive.

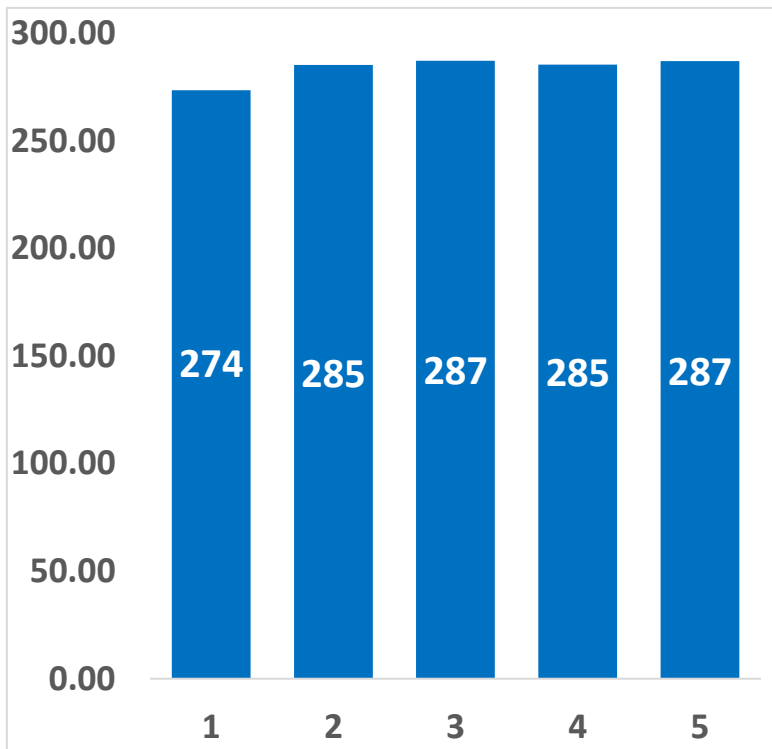
```
19 subject to
20 {
21 forall (j in 1..gset) sum(i in 1..nfor)
22     x[i][j]*tmedcollo[i]*qmed[i] <= eps ;
23
24
25 forall (i in 1..nfor) sum (j in 1..gset) x[i][j] == fmax[i];
26
27 forall (i in 1..5, j in 1..gset-1) x[i][j]*x[i][j+1]<=0;
28
29 forall (i in 6..nfor) x[i][1]*x[i][5]<=0;
30
31 }
```

Il codice in forma completa è riportato in appendice B, accompagnato dai dati ottenuti tramite il modello.

Il risultato che si ottiene viene mostrato in *Figura 4.11*, dove si può osservare una differenza inferiore al 5% tra il giorno con il carico di lavoro massimo e quello corrispondente al carico minimo.

Il modello di prova dovrà poi essere esteso a tutti i fornitori per i quali ne risulta fattibile l'applicazione, ossia quelli che consegnano il materiale con mezzi propri, dato che vincolare le consegne che avvengono tramite corriere non risulta fattibile, oppure i fornitori per cui Steelco effettua il ritiro del materiale.

In aggiunta, il modello può essere esteso in riferimento alla finestra temporale di azione, andando così ad includere tutti quei fornitori che effettuano la consegna ogni due settimane, oppure inserendo la mezza giornata nel computo delle finestre di fornitura.



*Figura 4.11: Risultato ottenuto tramite il modello di livellamento delle consegne.*

# CAPITOLO 5: Conclusioni e prospettive future

*In questo capitolo si traggono le conclusioni delle attività fin qui svolte e si considerano le future prospettive di miglioramento, nell'ottica di un miglioramento che non si conclude, ma che progredisce in maniera continua.*

## 5.1 Implementazioni delle soluzioni migliorative

Le tematiche esposte nel capitolo precedente rappresentano solo la fase di definizione e progettazione delle soluzioni migliorative, volte ad efficientare il processo di fornitura. In seguito, verranno quindi descritti gli step relativi all'implementazione delle soluzioni migliorative che sono state definite.

Nel contesto di un'azienda in crescita come nel caso di Steelco, una condizione di inefficienza relativa a un processo nasce da una moltitudine di fattori concomitanti che, giorno dopo giorno, si sommano gli uni gli altri e accrescono la portata del problema stesso. Come un problema è figlio di molte cause, la soluzione è costituita da tante piccole parti; pertanto, risulta indispensabile affrontarle una a una, in un'ottica di miglioramento continuo e incrementale.

L'implementazione delle varie iniziative di miglioramento non sono iniziate simultaneamente, ma in tempi diversi, a seconda della complessità e delle valutazioni preliminari necessarie per il singolo caso.

Infatti, la prima novità introdotta nel contesto di questo progetto è stata l'implementazione dello scarico del materiale al gate attinente al magazzino M02, a partire dal mese di marzo del 2022, tramite lo spostamento dei primi cinque fornitori per volume di materiale acquistato, per poi procedere con l'integrazione

progressiva di altri fornitori. Il 7 agosto, ultimo giorno di attività prima della chiusura estiva, il numero totale ammontava a 18. Per le motivazioni esposte nel paragrafo 4.1 non è stato possibile estendere la differenziazione dello scarico a un numero maggiore di fornitori.

Dato che questa attività ha comportato soltanto una variazione della gestione interna all'azienda, la sua implementazione è risultata di semplice e di pressoché immediata attuazione, in quanto le attività propedeutiche consistevano solo nell'acquistare un banco di appoggio e due stampanti – una per le etichette e una standard per la stampa su carta – a supporto del magazziniere.

Al contrario, come anticipato nel capitolo precedente, altre attività che coinvolgono i fornitori risultano più laboriose in termini di tempo richiesto per l'implementazione, in quanto è fondamentale procedere uno ad uno in modo tale da trasmettere nel modo più efficace possibile lo scopo e l'ottica in cui questo progetto si inserisce. Inoltre, interfacciarsi singolarmente con ogni fornitore offre l'opportunità di rafforzare il rapporto con l'azienda, come indicato da Mentzer et al. al paragrafo 2.1.

A questo proposito, a partire dal mese di luglio 2022, abbiamo iniziato a invitare i fornitori in azienda per introdurre loro le nuove richieste in termini di:

- Imballaggio del materiale, ribadendo la necessità che ad ogni codice sia assegnata una UDC ad esso dedicata, dopo la comunicazione massima di cui si è parlato al paragrafo 4.2.
- Etichettatura conforme agli standard di Steelco, relativamente alle informazioni richieste e alla presenza di codici a barre. A supporto del fornitore è stato messo a disposizione un file Excel con il quale generare le etichette in modo automatico, in modo da permettere un'implementazione il più rapida possibile.
- Possibilità di introdurre il sistema di imballaggi standard a rendere.

- Esigenza di attenersi alla data di consegna confermata, spiegando loro che il valore aggiunto non sia nel ricevere il materiale il prima possibile quanto riceverlo nel giorno e nelle quantità concordate.
- Fattibilità nell'effettuare la consegna del materiale entro finestre temporali di consegna prestabilite.

Oltre alla comunicazione e discussione con i fornitori relativamente alle iniziative che si vogliono intraprendere, una parte fondamentale relativa al miglioramento del processo è stata la condivisione con gli operatori dei principi relativi alla definizione del valore aggiunto nelle operazioni e, di conseguenza, all'identificazione ed eliminazione degli sprechi.

In questo senso, è stato fondamentale condividere con gli operatori i concetti relativi ai sette sprechi descritti al paragrafo 3 del capitolo 2.

Al fine di ottenere una comunicazione il più diretta possibile si è deciso di condividere materialmente il lavoro insieme a loro, discutendo assieme le alternative operative e le problematiche quotidiane, cercando di trovare una soluzione che fosse il più efficace possibile.

## 5.2 Descrizione dello stato TO-BE

Alla luce di quanto esposto, è possibile definire quale possa essere il risultato finale, ottenibile grazie al completamento della fase di implementazione.

In primis, si potrà osservare un drastico miglioramento delle modalità di imballaggio del materiale, auspicando che ogni fornitore si adegui alle richieste da noi avanzate. In alternativa, si dovrà ricorrere a dei richiami formali, attraverso gli organi dedicati alla gestione della qualità oppure tramite addebitamento al fornitore dell'onere derivato dal surplus di lavoro di stoccaggio dei colli non adeguatamente imballati.

In secondo luogo, si potrà osservare un cambio di gestione delle UDC derivato dall'implementazione del flusso dei vuoti con i fornitori, andando a sostituire le attuali UDC di magazzino con quelle dedicate al flusso con i fornitori, offrendo la possibilità di razionalizzare lo spazio a magazzino, standardizzando il tipo di UDC che potrà essere posizionato in una stessa locazione. Questo aspetto, che in prima battuta verrà applicato agli articoli di classe A di Pareto per frequenza di consegna, ossia quei codici che rappresentano il 70% delle consegne totali in un anno, potrà garantire un abbattimento del tempo medio di stoccaggio per questi codici pari al 65% circa.

Inoltre, tenendo in considerazione il fatto che lo scarico del materiale avviene nel gate più pertinente in funzione dello stoccaggio, al limite delle attuali possibilità, tale processo sarà privato di una parte consistente degli sprechi che lo caratterizzavano nello stato AS-IS.

La combinazione delle varie iniziative appena considerate, ammettendo, nel peggiore dei casi, che per i codici di classe B e C di frequenza di fornitura non vi sia un significativo miglioramento delle prestazioni, permetterà un abbattimento del tempo medio di stoccaggio complessivo di circa il 50%.

Infine, si potrà contare su un carico di lavoro livellato, caratterizzato da un quantitativo giornaliero di codici complessivamente consegnati pressoché costante, in modo da poter gestire in maniera più efficiente le risorse a disposizione. In questo modo si andrà a liberare parzialmente le risorse impiegate, eliminando di fatto la necessità di ricorrere ai turni straordinari del sabato mattina per lo smaltimento del lavoro in arretrato.

## 5.5 Prospettive future

Il processo di miglioramento di certo non può dirsi concluso con l'implementazione delle migliorie sin qui esposte. Sono molte, infatti, le ulteriori

prospettive di miglioramento possibili, considerando quelle fin da subito applicabili e quelle che potrebbero seguire le novità di ultima introduzione.

In aggiunta, migliorando le operazioni di stoccaggio, sarà possibile liberare più velocemente lo spazio sulle rulliere, non rendendo più necessaria la sosta del materiale all'esterno dello stabilimento. In questo modo, sarà possibile scaricare il materiale dal vettore di trasporto e posarlo direttamente sulle rulliere, promuovendo lo scorrimento del flusso.

Inoltre, potrà essere dedicata maggior attenzione anche alle altre attività, che in questo studio non hanno ricevuto particolare interesse, dal momento che è stata analizzata nel dettaglio solamente la fase più critica dell'intero processo. Uno studio più dettagliato può essere riservato, ad esempio, alla fase di scarico del materiale, al fine di identificare la reale capacità operativa ed eventualmente migliorare le modalità di svolgimento delle operazioni.

In aggiunta, le soluzioni identificate per lo stabilimento principale potrebbero essere estese anche agli altri stabilimenti, dove, fortunatamente, lo stato dell'accettazione non è critico come quello osservato per lo stabilimento *Washer*, fattore che tuttavia non porta ad escludere una possibile attività di miglioramento.

Inoltre, potrà essere coinvolta nell'analisi anche la movimentazione interna del materiale, primo fra tutti il flusso da e per l'officina, estendendo l'utilizzo delle UDC adottate per la gestione del materiale di fornitura.

In questo contesto, potrà essere rivisto anche il sistema del *Milk Run*, che attualmente gestisce sia i trasferimenti interni, sia il ritiro del materiale presso alcuni fornitori, che il trasporto del materiale verso alcuni terzisti nel flusso dei conti lavoro.

Infine, è opportuno sottolineare come le attività svolte nel contesto di questo progetto siano strettamente correlate alla prossima implementazione del software di gestione del magazzino, in quanto queste rappresentano da una parte

delle attività propedeutiche per un'implementazione profittevole, dall'altra l'opportunità di ulteriore miglioramento del processo.

Primo fra tutti, sarà possibile guidare l'operatore nella fase di stoccaggio del materiale tramite la creazione di liste di versamento, al fine di ottimizzare le movimentazioni degli operatori e differenziare già dalla prima fase di lavoro il materiale in base alla tecnica di stoccaggio. In questo modo, sarà possibile superare di fatto la gestione dello stoccaggio per consegna, per poter passare ad una basata sulla modalità di movimentazione del materiale, creando, ad esempio, una zona di buffer per i pallet mono referenza che possono essere prelevati direttamente con il carrello retrattile e lasciando spazio nelle rulliere solo per i codici destinati ai livelli di picking manuale.



# Appendice A: Specifica di Imballo

Istruzione di Lavoro

## SPECIFICA DI IMBALLO PER MATERIALE DI FORNITURA GENERALE

Applicabilità

---

Steelco S.p.A.



Icos Pharma S.p.A.



---

### Indice

1. Scopo 77
2. Definizioni 77
3. Specifica 78

### Scopo

Lo scopo della presente specifica è di integrare la specifica generale di fornitura attualmente in vigore al fine di creare uno standard di imballo per tutti i fornitori.

### Definizioni

---

<b>Termine</b>	<b>Definizione</b>
Acquirente	La società Steelco S.p.A.
Fornitore	La persona fisica o giuridica a cui è indirizzato l'Ordine/Contratto di Acquisto e Conto Lavoro.
Imballo Primario	Imballo che ha la funzione di contenere un unico codice (Scatola, bancale, busta, contenitore generico). Un imballo primario può avere anche la funzione di imballo secondario.
Imballo Secondario	Imballo che ha come funzione quella di stoccaggio e movimentazione del materiale

---

## Specifica

È responsabilità del Fornitore realizzare un imballo adeguato al mantenimento delle caratteristiche di qualità e di integrità del materiale contenuto.

Ogni codice deve essere imballato e identificato singolarmente in un imballo primario. In nessun caso sono ammessi imballi primari al cui interno sono contenuti più codici. Un imballo secondario può contenere più imballi primari.

Qualsiasi imballo, primario o secondario, non inforcabile, non può superare i 15kg di peso.

Ogni imballo primario deve essere chiuso adeguatamente, al fine di evitare la fuoriuscita del materiale e/o il mescolamento con altri codici.

Ogni imballo primario deve essere dotato di un'etichetta al cui interno siano specificati:

- Codice prodotto dell'Acquirente (il codice deve essere in grassetto e avere una dimensione minima del carattere pari a 72)
- Descrizione dell'Articolo fornita dall'Acquirente
- Quantità, espressa nell'unità di misura specificata dall'Acquirente (Unità, metri lineari, kg, ecc...)
- Riferimento dell'ordine di fornitura (*Numero/Anno*)
- Codice del Fornitore per il prodotto
- Denominazione e/o logo del Fornitore
- Lotto di riferimento dell'articolo e/o altro identificativo di rintracciabilità, salvo il caso in cui non sia già specificato altrove
- Data di Scadenza, dove pertinente

L'etichetta deve essere provvista di due codici a barre (codice 39), uno relativo al codice articolo e uno per la quantità. L'etichetta deve essere il più possibile simile al template riportato in seguito.

<b>LOGO FORNITORE</b> e/o <b>NOME FORNITORE</b>	Rif.Ordine <i>Numero/Anno</i> Lotto N. <i>00000/00</i> Cod.Art.Forn. <i>00000000</i> Data di Scadenza <i>Mese/Anno</i>
<b>CODICE</b>	
INSERIRE DESCRIZIONE CODICE	
<b>*CODICE*</b> Codice a Barre	Qtà Imballo: <b>00</b>
	<b>*QUANTITÀ*</b> Codice a Barre

Si specificano i seguenti casi particolari:

- **Contratto di fornitura a Kanban:** all'etichetta sopra specificata deve essere aggiunta la copia del cartellino fornito dall'Acquirente. Ogni scatola deve contenere la quantità di un Kanban.
- **Codici stoccati su Pallet:** l'etichetta di identificazione del materiale deve essere posta al di sotto del cellophane di rivestimento adiacente al lato corto del pallet.
- **Materiale consegnato su più Imballi (sia secondari che primari):** deve essere posta un'etichetta su ognuno di essi, recante il numero progressivo dell'imballo sul totale. (Ad es.: *Collo 1 di 2*)
- **Utilizzo di un Imballo Secondario:** nel caso di utilizzo di un imballo secondario, questo deve essere dotato di un'etichetta recante il riferimento all'ordine di fornitura.

Nel caso di utilizzo di pallet, questi devono essere interscambiabili marcati EUR o EPAL con dimensioni tali per cui il materiale non sporga dal perimetro del pallet. Dove possibile, è richiesto l'utilizzo di pallet 1200×800 mm.

Se per il Fornitore non fosse possibile applicare la presente specifica deve essere preventivamente comunicarlo all'Acquirente al fine di concordare una soluzione alternativa.

Nel caso di riscontro da parte dell'Acquirente di non conformità dalla presente specifica, verrà addebitato al fornitore il costo orario relativo al lavoro di sistemazione del materiale.



# Appendice B: Codice e risultati del modello di livellamento

In questa appendice viene riportata in forma completa il codice relativo alla creazione del modello per il livellamento delle consegne. Nel testo si possono distinguere i punti seguenti:

- Definizione delle variabili
- Definizione della variabile decisionale, rappresentata dalla matrice booleana
- Definizioni delle variabili relative alle consegne
- Definizione della variabile *eps*, funzionale al modello
- Minimizzazione della funzione obiettivo, secondo il metodo min-max
- Definizione dei vincoli

Il codice così strutturato è il seguente.

---

```
/* *****  
 * OPL 22.1.0.0 Model  
 * Author: Davide Dalla Zanna  
 * Creation Date: 29 mar 2022 at 20:49:10  
 * ***** */  
  
int nfor = 38;  
int gsett = 5;  
  
dvar boolean x[1..nfor][1..gsett];  
  
int fmax[1..nfor] = ...;  
float tmedcollo[1..nfor] = ...;  
float qmed[1..nfor] = ...;  
  
float eps;  
  
minimize (eps);
```

```

subject to
{
  forall (j in 1..gsett) sum(i in 1..nfor)
x[i][j]*tmedcollo[i]*qmed[i] <= eps ;

  forall (i in 1..nfor) sum (j in 1..gsett) x[i][j] == fmax[i];

  forall (i in 1..5, j in 1..gsett-1) x[i][j]*x[i][j+1]<=0;

  forall (i in 6..nfor) x[i][1]*x[i][5]<=0;

}

```

---

Nella tabella riportata in seguito verranno, vengono indicati i dati alla base del modello di livellamento:

*Tabella A1: Base dati del modello di livellamento delle consegne*

Codice Fornitore	Nf Frequenza Fornitura	Nc Numero Codici Medi	Tf Tempo Medio Collo
218	3	18.5	4.18
1013	3	16.25	4.51
1022	3	22.43	6
712	3	11.29	3.51
878	3	11.86	3.35
758	2	8.5	4.5
3072	2	21	3.22
189	2	11.25	3.39
3015	2	4.57	3.56
46	2	19.25	4.86
1394	2	3.38	2.7
1591	2	4.14	4.03
26	2	16.57	5.49
3960	2	22.71	0

4246	2	2.71	3.9
74	1	7	5.05
947	1	18.33	3.81
1111	1	3	3.79
103	1	14.5	2.32
628	1	4	4.62
1232	1	7.33	5.11
1340	1	2.5	4.67
1641	1	7	5.25
2025	1	3.5	4
2097	1	6.29	3.75
1786	1	2.67	5.06
2405	1	5.33	2.33
3495	1	2.8	2.25
78	1	7.6	7.23
154	1	7	8.31
179	1	3	8.17
209	1	5.2	3.83
549	1	2.4	5.44
698	1	7.57	5.5
1144	1	13	5.44
1351	1	3.25	0
1889	1	4	2.76
2580	1	1.17	3.67

Nella tabella riportata sotto vengono invece riportati i risultati del livellamento. Il dato è espresso in minuti di lavoro per lo stoccaggio del materiale consegnato.

*Tabella A2: Risultato ottenuto tramite il modello di livellamento*

Codice Fornitore	L	M	M	G	V
218		25.8	25.8	25.8	25.8
1013		24.4	24.4	24.4	24.4
1022		44.9	44.9	44.9	
712		13.2	13.2	13.2	
878	13.2	13.2	13.2		
758	19.1	19.1			
3072	33.8	33.8			
189	19.1	19.1			
3015	8.1	8.1			

46	46.8			46.8	
1394		4.6		4.6	
1591			8.3	8.3	
26	45.5			45.5	
3960					
4246	5.3	5.3			
74				35.4	
947	69.8				
1111					11.4
103			33.6		
628			18.5		
1232		37.5			
1340			11.7		
1641				36.8	
2025		14.0			
2097			23.6		
1786	13.5				
2405			12.4		
3495		6.3			
78					54.9
154					58.2
179			24.5		
209			19.9		
549		13.1			
698					41.6
1144					70.7
1351					
1889			11.0		
2580		4.3			
<b>SOMMA</b>	<b>274.3</b>	<b>286.6</b>	<b>285.1</b>	<b>285.5</b>	<b>287.0</b>





# Bibliografia

Andelcovic A., Radosavljevic M., Panic D. S. (2016) - Effects of lean tools in achieving lean warehousing – Economic Themes, 2016-0026

Battini, D., Faccio, M., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2011) - New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design - International Journal of Industrial Ergonomics.

De Giovanni Luigi, Brentegani Laura – Modelli di Programmazione Lineare, Ricerca Operativa – Università degli Studi di Padova

Garcia Frank C.: Applying Lean Concepts in a Warehouse Operation, IIE Annual Conference and Exhibition, 2004

Mentzer, J.T. et al (2001): Defining Supply Chain Management, Journal of Business Logistics, Vol. 22, No. 2, 2001, pp. 1–25

Monirehalsadat Mahmoudi, Irandokht Parviziomran (2020) - Reusable packaging in supply chains: A review of environmental and economic impacts, logistics system designs, and operations management - International Journal of Production Economics - Int. J. Production Economics 228 (2020) 107730

Muffatto M. (2020) – Dispense del corso di gestione strategica di impresa – Università degli Studi di Padova

Pareschi A. (1994) - Impianti industriali - Criteri di scelta, progettazione e realizzazione – Società Editrice Esculapio

Taiichi Ōno (1988) - Toyota Production System - Productivity Press

Womack J., Jones D. (1996) – Lean thinking - Banish waste and create wealth in your corporation, Free Press, Simon & Schuster Inc.



# Ringraziamenti

La realizzazione di questo progetto rappresenta l'epilogo di un percorso durato molti anni che mi ha visto crescere, certamente sotto un punto di vista nozionistico, ma soprattutto dal punto di vista personale. Il percorso che in questo momento si conclude non sarebbe stato lo stesso senza le persone che mi hanno accompagnato, aiutato e sostenuto. Per questo motivo ritengo doveroso concludere questo scritto dedicando ad ognuno di essi lo spazio che merita.

In primis, voglio ringraziare Steelco per avermi regalato l'opportunità di svolgere questo progetto, dando prova di essere una realtà che valorizza i giovani e che promuove lo sviluppo di idee. Ringrazio soprattutto i miei colleghi Alice, Elena, Giulia, Matteo D., Matteo F., Nicol, Riccardo e Sara per essere persone prima che professionisti, grazie perché con voi mi sento parte di una squadra, senza di voi questo progetto non sarebbe stato lo stesso.

Vorrei poi dire grazie ai fedeli compagni di avventura con cui ho condiviso questa esperienza durata più di cinque anni. A Filippo, Riccardo, Sofia ed Elena sono grato per aver condiviso con loro gli anni dell'università, dando perfetta dimostrazione che un percorso, per quanto arduo possa essere, è più facile se svolto insieme.

Agli amici di una vita, nominarli tutti sarebbe impossibile. A loro che hanno sempre creduto in me e nelle mie possibilità, dandomi aiuto e conforto nei momenti più difficili e regalandomi la gioia dei momenti migliori, negli anni più belli della nostra vita.

Infine, il ringraziamento più importante va alla mia famiglia. A mio fratello Marco, che con la intelligenza e la sua sensibilità ha sempre saputo essere il perfetto confidente, sempre fianco a fianco, mio riferimento certo e sicuro. A mia sorella, che ha sempre rappresentato l'esempio perfetto da imitare, l'aspirazione al migliorarsi ogni giorno, la fonte di consiglio nei momenti di incertezza.

A mia mamma, che con il suo affetto e la sua dolcezza è sempre stata aiuto e sostegno nella mia crescita. Mi ha insegnato cosa vuol dire essere forti, mi ha dimostrato cosa significa dedicarsi con tutto se stessi alle persone amate. A lei devo la felicità dello stare in famiglia, la serenità del sentirsi a casa.

Alla memoria di mio padre, alla persona che mi ha sempre insegnato a credere nella vita, quella vita che per quanto a volte possa essere incomprensibile, prima o poi saprà per rivelarsi qualcosa di meraviglioso. Mi hai insegnato il sacrificio, la dedizione e la perseveranza, sei esempio di vita. Per questo motivo, è a te che voglio dedicare questo percorso che si sta per concludere, nella speranza che da oggi in poi io possa dimostrarmi la persona che mi hai insegnato ad essere, con il sogno che un giorno, guardando all'uomo che sarò diventato, potrò sentirmi all'altezza di quello che sei stato.

*A tutti voi, a cui sarò per sempre grato*

*Davide*

