

**POLITECNICO DI TORINO**

**Corso di Laurea Magistrale**

**Ingegneria della Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica**

**Tesi di Laurea Magistrale**

**Analisi dei flussi merci mediante metodi di  
simulazione: il caso studio Dayco Europe s.r.l.**



**Relatore**

Prof. Guido Perboli

**Corelatore**

Ing. Kishore Chalakkal Varghese

**Candidato**

Matteo Scimmi

**Dicembre 2021**



## Sommario

<b>Indice delle figure</b> .....	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
<b>Indice delle tabelle</b> .....	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
<b>Abstract</b> .....	<b>9</b>
<b>Introduzione</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Dayco</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 Descrizione dell'azienda</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 Stabilimento di San Bernardo d'Ivrea</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Analisi dei flussi merce lungo tutta la supply chain con focus su area spedizioni</b> ...	<b>20</b>
<b>3 Analisi delle code</b> .....	<b>32</b>
<b>3.1 Teoria delle code</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2 Definizione della coda secondo la notazione di Kendall</b> .....	<b>35</b>
3.2.1 Analisi del caso in esame .....	37
3.2.2 Determinazione della distribuzione associata ai tempi di arrivo .....	41
3.2.3 Determinazione della distribuzione associata ai tempi di servizio .....	47
<b>3.3 Definizione della coda</b> .....	<b>50</b>
<b>4 Modello di simulazione</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1 Struttura del modello</b> .....	<b>54</b>
<b>Gestione del timing</b> .....	<b>64</b>
<b>Gestione degli arrivi dei camion, check-in, attesa in coda</b> .....	<b>65</b>
<b>5 Risultati e Soluzioni future</b> .....	<b>80</b>
<b>5.1 Risultati</b> .....	<b>80</b>
<b>5.2 Soluzioni future</b> .....	<b>91</b>
5.2.1 PMWC (priority management with colours) .....	91
5.2.2 Logintegra .....	94
<b>6 Conclusioni</b> .....	<b>106</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>109</b>



Figura 1.1: Rappresentazione su scala mondiale delle sedi Dayco .....	14
Figura 1.2: Rappresentazione su scala mondiale delle sedi Dayco .....	14
Figura 1.3: Rappresentazione su scala mondiale delle sedi Dayco .....	14
Figura 1.4: Rappresentazione su scala mondiale delle sedi Dayco .....	19
Figura 1.5: Rappresentazione su scala mondiale delle sedi Dayco .....	14
Figura 1.6: Rappresentazione su scala mondiale delle sedi Dayco .....	20
Figura 2.1 : Diagramma BPMN area spedizioni.....	21
Figura 2.2 : Categorie di eventi .....	21
Figura 2.3 :Rappresentazione di un'attività in un BPMN .....	21
Figura 2.4 : Categorie di Gateway .....	21
Figura 2.5 : Diagramma area spedizioni.....	21
Figura 2.6 : BPMN packaging .....	21
Figura 3.1: Registro tempi di arrivo dei camion nell'area spedizione.....	42
Figura 3.2: Istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo mattutini.....	43
Figura 3.3: Distribuzione associata all'istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo mattutini .....	43
Figura 3.4: Istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo pomeridiani.....	44
Figura 3.5: Distribuzione associata all'istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo pomeridiani .....	44
Figura 3.6 Calcolo di $O_i$ (numero di osservazioni della classe $i$ -esima) ed $E_i$ (valore atteso delle osservazioni della classe $i$ ).....	46
Figura 3.7: Calcolo di $O_i$ (numero di osservazioni della classe $i$ -esima) ed $E_i$ (valore atteso delle osservazioni della classe $i$ ).....	47
Figura 3.8: Registro raccolta dati.....	47
Figura 3.9: Istogramma relativo ai tempi di servizio.....	48
Figura 3.10: Distribuzione associata all'istogramma relativo ai tempi di servizio .....	48
Figura 3.11: Calcolo di $O_i$ (numero di osservazioni della classe $i$ -esima) ed $E_i$ (valore atteso delle osservazioni della classe $i$ ).....	50
Figura 4.1: Modello di simulazione Area di carico Parte 1 .....	54
Figura 4.2: Modello di simulazione area di carico Parte 2 .....	55
Figura 4.3: Modulo di Create.....	57
Figura 4.4: Modulo di Assign.....	58
Figura 4.5: Modulo di Seize .....	58
Figura 4.6: Modulo di Delay.....	58

Figura 4.7: Modulo di Release.....	59
Figura 4.8: Modulo di Decide.....	59
Figura 4.9: Modulo di Process.....	60
Figura 4.10: Modulo di Hold.....	61
Figura 4.11: Modulo di Record.....	61
Figura 4.12: Modulo di Station.....	62
Figura 4.13: Modulo di Route.....	62
Figura 4.14: Modulo di Pickup.....	63
Figura 4.15: Modulo di Dropoff.....	63
Figura 4.16: Modulo di Dispose.....	64
Figura 4.17: Gestione del timing.....	64
Figura 4.18: Gestione degli arrivi dei camion, del check-in e dell'attesa in coda.....	65
Figura 4.19: Gestione della movimentazione interna.....	65
Figura 4.20: Gestione del prelievo del camion dalla coda, attività di carico e check-out ...	66
Figura 4.21: Gestione della movimentazione in uscita dei vettori.....	66
Figura 4.22: Setup del modello di simulazione.....	68
Figura 5.1:Flow time Benchmark    Figura 5.2:Flow time Caso 1.....	82
Figura 5.3: Flow time Caso 2    Figura 5.4: Flow time Caso 3.....	82
Figura 5.5: Flow time Caso 4    Figura 5.6: Flow time Caso 5.....	83
Figura 5.7: Vettori soddisfatti Benchmark    Figura 5.8: Vettori soddisfatti Caso 1.....	83
Figura 5.9: Vettori soddisfatti Caso 2    Figura 5.10: Vettori soddisfatti Caso 3.....	84
Figura 5.11: Vettori soddisfatti Caso 4    Figura 5.12: Vettori soddisfatti Caso 5.....	84
Figura 5.13: % utiliz. Carr. Benchmark    Figura 5.14: % utiliz. Carr. Caso 1.....	85
Figura 5.15: % utiliz. Carr. Caso 2    Figura 5.16: % utiliz. Carr. Caso 3.....	85
Figura 5.17: % utiliz. Carr. Caso 4    Figura 5.18: % utiliz. Carr. Caso 5.....	85
Figura 5.19: Vettori insoddisfatti Benchmark    Figura 5.20: Vettori insoddisfatti Caso 1.....	86
Figura 5.21: Vettori insoddisfatti Caso 2    Figura 5.22: Vettori insoddisfatti Caso 3.....	87
Figura 5.23: Vettori insoddisfatti Caso 4    Figura 5.24: Vettori insoddisfatti Caso 5.....	87
Figura 5.25: Vettori soddisfatti 30 gg Benchmark    Figura 5.26: Vettori soddisfatti Caso 1.....	88
Figura 5.27: Vettori soddisfatti Caso 2    Figura 5.28: Vettori soddisfatti Caso 3.....	88
Figura 5.29: Vettori soddisfatti Caso 4    Figura 5.30: Vettori soddisfatti Caso 6.....	88
Figura 5.31: Tempo di attesa Benchmark    Figura 5.32: Tempo di attesa Caso 1.....	89
Figura 5.33: Tempo di attesa Caso 2    Figura 5.34: Tempo di attesa Caso 3.....	89
Figura 5.35: Tempo di attesa Caso 4    Figura 5.36: Tempo di attesa Caso 5.....	90

Figura 5.37: Rappresentazione PMWC .....	92
Figura 5.38: Prima pagina piattaforma web Logintegra .....	95
Figura 5.39: Schermata stesura transport.....	96
Figura 5.40: Schermata stesura Delivery .....	97
Figura 5.41: Schermata stesura Own Collection .....	98
Figura 5.42: Schermata stesura Contractor delivery.....	99
Figura 5.43: Schermata di archivio delle prese.....	100
Figura 5.44: Schermata riassuntiva dei prodotti .....	100
Figura 5.45: Schermata degli utenti che hanno accesso alla piattaforma .....	101
Figura 5.46: Schermata riassuntiva delle società.....	101
Figura 5.47: Schermata delle impostazioni.....	102
Figura 6.1:Confronto Benchmark e Caso 4 .....	107
Tabella 3.1: KPI coda M/M/1/K/SIRO.....	51
Tabella 4.14.1: Risultati Caso 5.....	79
Tabella 5.2: Tabella relativa alle voci di costo e al payback .....	103



## Abstract

La presente trattazione si propone di fornire, sulla base delle analisi condotte, uno studio sui flussi merci lungo tutta la supply chain soffermandosi in particolar modo sul flusso merce nell'area spedizioni. L'analisi verrà applicata ad un caso studio reale svolto presso Dayco s.r.l, stabilimento di San Bernardo d'Ivrea, azienda leader globale nella ricerca, progettazione, produzione e distribuzione di sistemi di trasmissione di motori e servizi aftermarket per automobili, camion, macchinari edili, agricoli e industriali, con l'obiettivo di identificare e analizzare le problematiche che interessano la merce nell'ultimo step del suo percorso.

Inizialmente, dopo una breve presentazione dello stabilimento d'Ivrea, si studiano e si analizzano i flussi merce all'interno dell'area spedizione disegnando, a tal proposito, un diagramma di processo tramite linguaggio BPMN; nell'ultima sezione di questo capitolo si evidenziano le criticità che interessano il flusso e le si analizzano nel dettaglio individuando i colli di bottiglia e fornendo al lettore una spiegazione degli stessi.

Nel terzo capitolo si passa quindi all'analisi delle code relativamente all'arrivo dei camion: un'intera sezione viene dedicata alla nomenclatura della coda utilizzando la notazione di Kendall; nell'ultima parte del capitolo vengono infine definiti e calcolati gli indicatori di performance.

Il capitolo successivo propone un modello di simulazione riguardo il flusso di operazioni che interessano il processo di carico del camion: nella prima parte si descrive come si realizza il modello, fornendo, in aggiunta, una spiegazione teorica degli strumenti utilizzati; nella sezione centrale vengono discussi e definiti i KPI utilizzati per misurare le prestazioni del modello ed infine, nell'ultima parte del capitolo, si analizzano gli esiti ottenuti della simulazione mettendo a confronto i risultati ricavati su quattro lunghezze di simulazione differenti. Questa analisi permette di avere un prospetto a lungo raggio delle performance dell'area e trasmette al lettore una chiara evidenza dei principali problemi che emergono dallo studio.

L'ultimo capitolo argomenta le possibili soluzioni, di medio lungo termine, adottabili da Dayco per risolvere i problemi emersi nei capitoli precedenti: PMWC (Priority Management With Colours, metodologia di gestione degli arrivi che sfrutta i colori per assegnare il grado di priorità di carico ai vettori e, Logintegra, piattaforma gestionale per il management dell'assegnazione delle fasce di carico e scarico dei vettori.

### Introduzione

Le imprese si trovano in un turbolento evolversi dei processi e diventa sempre più complesso soddisfare le aspettative del cliente, il quale diventa sempre di più l'ago della bilancia nella concorrenza tra le imprese. Infatti, è il cliente che indirizza le sue preferenze verso quelle imprese che si dimostrano maggiormente abili nel soddisfare a pieno le sue aspettative, non più espressione del solo prezzo, ma anche di altri aspetti legati alla qualità del prodotto e al servizio offerto al cliente. Questo ha spinto le imprese verso una maggiore attenzione alla personalizzazione della propria offerta, al fine di incontrare le specifiche aspettative della domanda.

Per migliorare l'offerta, le imprese sono costrette a giocare sia sulla qualità sia sul prezzo finale del prodotto; l'unico modo per farlo è quello di monitorare costantemente le performance lungo tutta la supply chain e cercare di rendere il più efficiente possibile l'intero ecosistema che circonda il prodotto.

Fino ad oggi, in Dayco, nessuno si era mai posto il problema di tenere traccia dei flussi merce lungo la supply chain; dopo alcuni rinnovamenti di strategie e di innovazione, l'azienda ha deciso di intraprendere questo percorso.

Attualmente in Dayco la merce segue il seguente flusso:

- Arrivo della materia prima al magazzino ricevimento merci;
- Controllo qualità prima di essere immagazzinato;
- Immagazzinamento;
- Prelievo da scaffali e movimentazione della materia prima in produzione;
- Assemblaggio prodotto finale e imballaggio in linea;
- Movimentazione in magazzino prodotto finito;
- Immagazzinamento;
- Presa cliente e prelievo da scaffale;
- Movimentazione presso area spedizione e accatastamento in zone apposite;
- Prelievo e carico su camion.

La tesi in oggetto è finalizzata allo studio e all'analisi dei flussi merci mediante metodi di simulazione; in particolare verrà analizzato il flusso della merce relativamente all'area spedizioni dello stabilimento Dayco di San Bernardo d'Ivrea.

Gli obiettivi prefissati per tale ricerca sono:

- Tracciare i flussi operativi riguardanti la merce all'interno dell'area spedizioni tramite l'ausilio di un linguaggio BPMN;
- Studiare e definire la coda relativa agli arrivi dei vettori in stabilimento analizzando poi nel dettaglio le misure di performance associate ad essa;
- Studiare e costruire un modello di simulazione che rappresenti l'intero ciclo di attività relative al carico della merce sul vettore del cliente e che fornisca una prospettiva della migliore combinazione di performance tra le casistiche analizzate.

Nel dettaglio, la tesi è strutturata come segue:

- Il Capitolo 1 descrive la realtà Dayco su scala mondiale impostando poi un focus sulla realtà di San Bernardo di Ivrea; nel capitolo viene fatto riferimento anche al lavoro di tirocinio con chiaro richiamo al capitolo successivo;
- Nel Capitolo 2 viene illustrato il lavoro di mappatura del flusso delle operazioni associate al prodotto lungo la supply chain con focus sull'area spedizioni;
- Il Capitolo 3 si pone l'obiettivo di inquadrare il problema relativo ad una corretta gestione delle code relativamente all'arrivo dei camion nello stabilimento: viene definita prima la nomenclatura della coda e poi le misure di performance ad essa associate;
- Nel Capitolo 4 viene spiegato il modello di simulazione relativo all'area spedizioni; viene inoltre confrontato il caso benchmark con le altre configurazioni derivanti da una modifica dei parametri utilizzati per descrivere il modello di simulazione;
- Il Capitolo 5 illustra i risultati ottenuti nei capitoli precedenti ed espone le soluzioni, di medio e lungo periodo ai problemi di gestione evidenziati nei capitoli precedenti;
- Il Capitolo 6 presenta le conclusioni allo studio condotto e racchiude anche dei suggerimenti proposti in prima persona dall'analista.



# 1 Dayco

## 1.1 Descrizione dell'azienda

La Dayco, acronimo di Dayton Corporation, fondata il 17 maggio 1905 a Dayton, Ohio, USA con il nome di Dayton Rubber Manufacturing Company, attualmente con sede a Troy, nello Stato del Michigan, progetta, produce e distribuisce tubi flessibili e cinghie dentate in gomma, tenditori, pulegge, raccordi e adattatori per automobili, mezzi pesanti e macchine industriali, offre anche kit di componenti pronti per il montaggio finale, oltre a tutta l'attrezzatura e la documentazione per l'installazione, il montaggio e la taratura dei componenti.[1]

In base agli accordi, per i primi cinque anni dalla cessione, i prodotti avevano il doppio marchio congiunto, Dayco-Pirelli o Dayco-Isoran; dopo tale periodo tutti i prodotti hanno marchio Dayco e/o Isoran o hanno il solo marchio del committente. La Dayco possiede 18 stabilimenti, di cui 5 in Italia, 12 centri di distribuzione, di cui 2 in Italia, e 6 centri di ricerca e sviluppo, di cui 2 in Italia, con una forza lavoro superiore ai 4.000 dipendenti. Dayco è azienda leader globale nella ricerca, progettazione, produzione e distribuzione di sistemi di trasmissione di motori e servizi aftermarket per automobili, camion, macchinari edili, agricoli e industriali.

Grazie all'esperienza nel trasferire potenza in maniera silenziosa ed efficiente, Dayco si propone come leader globale di soluzioni di sistema per veicoli elettrici ibridi. Con oltre cento anni di esperienza in sistemi di trasmissione di potenza, fornisce soluzioni tecniche efficienti ed innovative che rispondono alle specifiche richieste dei clienti di tutto il mondo. La potente e capillare rete distributiva globale garantisce al cliente Dayco la fornitura di servizi nel settore aftermarket con una completa offerta di kit e prodotti in grado di soddisfare tutte le esigenze in qualsiasi mercato nel mondo.

Tutto questo viene realizzato da un team globale dedicato, il cui rispetto reciproco e umiltà sono componenti fondamentali per l'apprendimento continuo, agendo come se fosse il proprietario in tutto ciò che viene svolto.[2]



**Figura 1.1: Rappresentazione su scala mondiale delle sedi Dayco**

In **Figura 1.1** sono rappresentate le principali sedi Dayco nel mondo, tra le quali troviamo:

- Distribution Center Dayco Canada Corp, Ontario;
- Distribution Center Dayco Canada Corp, Alberta;
- Distribution Center Dayco Canada Corp, British Columbia;
- Distribution Center Dayco Canada Corp, New Brunswick;
- Distribution Center Dayco Products LLC, Tennessee;
- Distribution Center Dayco Products SA de CV, Tepotzotlán;
- South American Aftermarket Office, Tech.Center and Dist. Center Dayco Power Transmission Ltda, San Paolo
- Distribution Center Dayco Argentina S.A., Córdoba;
- Distribution Center Dayco Europe S.r.l., Burolo;
- Distribution Center Dayco Europe S.r.l., Bas-Rhin;
- Distribution Center Dayco Europe S.r.l., El Prat De Llobregat, Barcellona;
- Distribution Center Dayco Europe S.r.l., Worcestershire;
- Distribution Center Dayco Singapore Pte Ltd, Singapore;
- Distribution Center Dayco (Suzhou) Co., Ltd., Jiangsu;
- Distribution Center Dayco Australia Pty Limited, Victoria.

## 1.2 Stabilimento di San Bernardo d'Ivrea

Lo stabilimento di San Bernardo d'Ivrea si sviluppa sulle ceneri dell'ormai ex stabilimento Olivetti; la Dayco sorge in un punto logistico strategico a pochi chilometri dall'autostrada Torino-Aosta; questo le permette di diminuire i rischi associati ai ritardi dovuti ad un percorso trafficato e di difficile percorrenza.

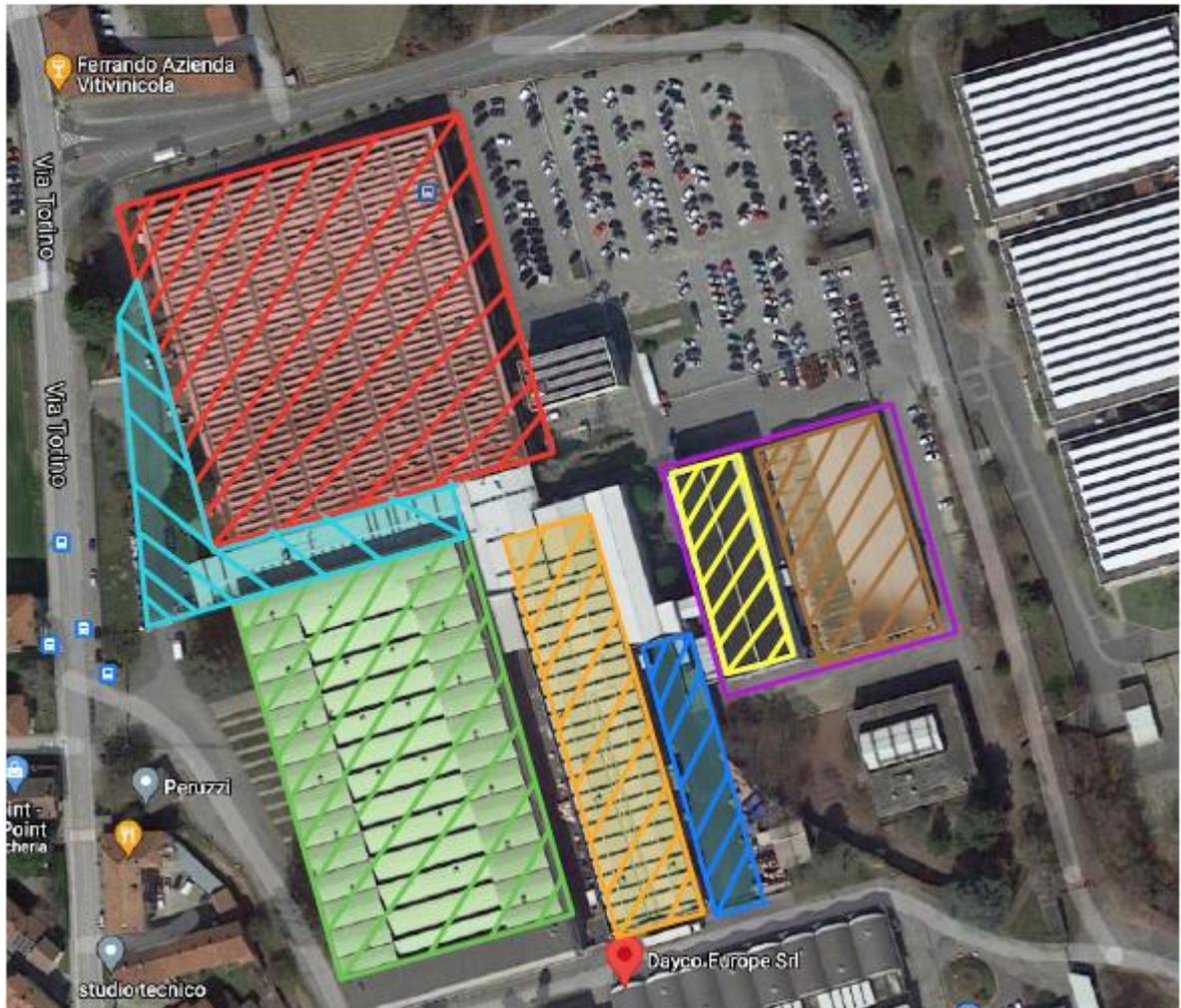


Figura 1.2: Stabilimento Dayco di San Bernardo D'ivrea

La **Figura 1.2** rappresenta lo stabilimento Dayco di San Bernardo d'Ivrea nel suo complesso dove lavorano circa 520 dipendenti tra operai ed impiegati.

L'azienda si estende su una superficie complessiva di 5000 m<sup>2</sup> e si divide in 4 macroaree:

- L'area delimitata da una linea rossa racchiude tutta l'area relativa agli uffici, logistica, qualità, R&D, produzione e servizi accessori come mensa, spogliatoi e reception;

- L'area delimitata da un rettangolo verde racchiude magazzino materia prima, magazzino prodotto finito e alcuni uffici degli acquisti e dell'IT;
- L'area in arancione racchiude tutta l'area spedizioni e una parte di produzione;
- L'area in blu invece rappresenta il piazzale di carico dei vettori con una piccola zona di accatastamento dei pallet;
- L'area delimitata da una linea viola, racchiude una zona chiamata Dayco 4 (in giallo), dove è stata dislocata parte della produzione di alcuni pezzi e, un magazzino dove vengono depositati tutti gli imballi (in marrone).
- Infine, l'area tratteggiata di celeste rappresenta il piazzale di scarico dei camion dei fornitori.

Lo studio di tesi si rivolge in particolar modo all'area spedizioni, rappresentata sotto.



**Figura 1.3:** Area spedizioni e piazzale di carico

La **figura 1.3** rappresenta l'intera superficie lungo la quale si estende l'area spedizioni nello stabilimento Dayco di San Bernardo d'Ivrea. L'area si estende per 100 metri in lunghezza e 50 in larghezza e si compone di un ufficio spedizioni, come si può vedere nella **figura 1.4**, da un'area, antistante all'ufficio, adibita, come si può vedere dalla **figura 1.5**, allo stock di

materiale, diviso per cliente, pronto per essere consegnato ed infine è presente, all'esterno, un piazzale di carico (Figura 1.5), supervisionato dal carrellista di competenza.



Figura 1.4: Ufficio spedizioni

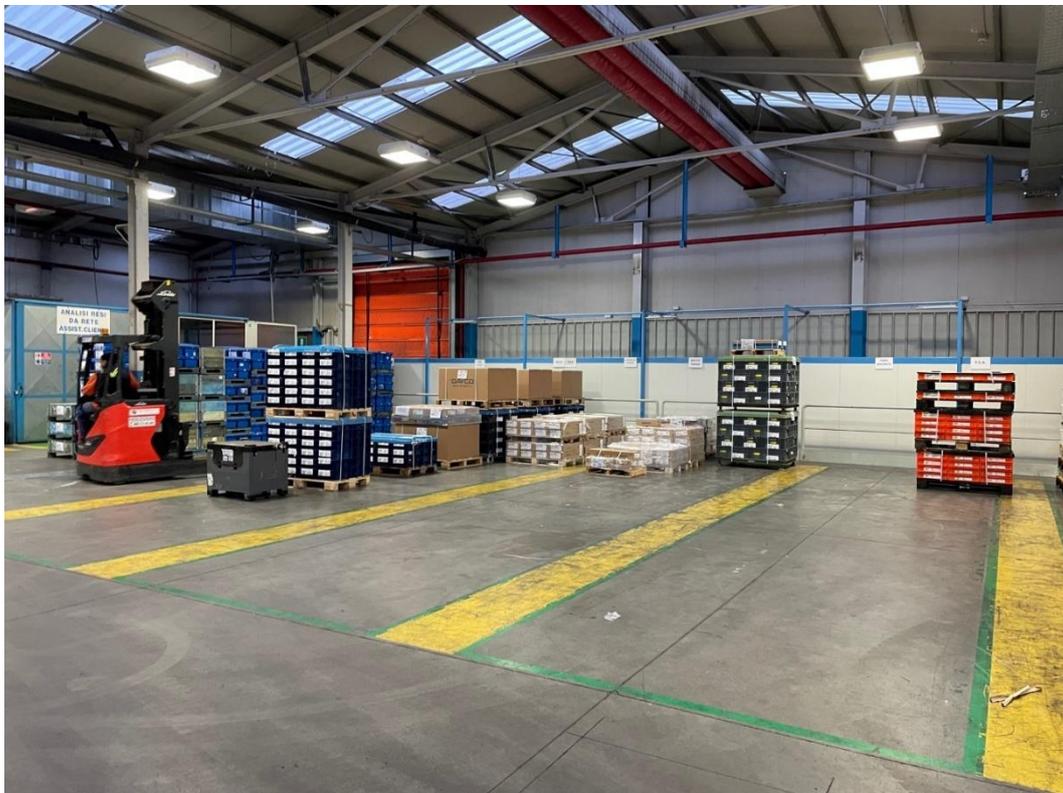


Figura 1.5: Area di Stock



**Figura 1.6: Piazzale di carico**

Il piazzale, rappresentato nella **figura 1.6**, è composto da una rampa di carico (1), da una zona di carico (2), adiacente alla rampa, dove i camion vengono caricati lateralmente o posteriormente, se di piccole dimensioni, e un'ulteriore area (3) per il carico di qualsiasi tipo di veicolo. Oltre alle tre zone di carico, l'area comprende anche una zona di accatastamento dei pallet e una zona per lo smaltimento di alcuni rifiuti.

Descritta l'area nel suo complesso, nel capitolo successivo si analizzerà l'area spedizioni studiando i flussi operativi che coinvolgono il materiale lungo tutta la parte finale della supply chain; verrà inoltre impostata un'analisi sulle criticità che quotidianamente emergono nell'ambiente, preparando così il terreno per uno studio successivo che verrà approfondito e spiegato nei successivi capitoli.



## 2 Analisi dei flussi merce lungo tutta la supply chain con focus su area spedizioni

Nel precedente capitolo si è descritto il layout dell'area spedizioni dello stabilimento di Ivrea ponendo così le basi per un'analisi più tecnica dei flussi relativi all'area in questione.

In questo capitolo si analizzerà l'area spedizioni inquadrando, come oggetto di studio, il flusso del materiale in stretta correlazione alle attività che interessano lo stesso. Si passerà, quindi, in rassegna la sequenza logica e cronologica delle operazioni, dirette e indirette, che coinvolgono il materiale in prima persona.

Alla fine del capitolo, infine, si analizzeranno le criticità emerse nel corso dello studio localizzandole prima, inquadrando poi ed infine commentandole, rimandando quindi le possibili migliorie al capitolo “*Risultati e Soluzioni future*”.

Per la creazione della mappa dei flussi merci, si è utilizzato *Bizagi*, software leader nell'automazione intelligente dei processi. Tramite ciò, si è sviluppato e disegnato il diagramma, relativo al flusso operativo di processo delle attività nell'area spedizioni, in linguaggio BPMN (Business Process Model and Notation). [3]

Il linguaggio BPMN è stato studiato per essere utilizzato direttamente dalle parti interessate che progettano, gestiscono e realizzano i processi aziendali, ma allo stesso tempo è sufficientemente preciso da consentire la traduzione dei diagrammi BPMN in componenti di processo software. BPMN ha una notazione simile a un diagramma di flusso di facile utilizzo che è indipendente da qualsiasi particolare ambiente di implementazione.

Il diagramma è stato sviluppato ponendo l'attenzione su alcune zone dell'area di interesse e non sulle singole risorse; quest'ultime, infine, sono state associate alle task individuate in un secondo momento. Questa direzione strategica permette allo studio di inquadrare dall'alto tutta la sequenza di attività che coinvolge il flusso merci dando al lettore un impatto immediato della consequenzialità delle task e del flusso che il materiale segue in quest'ultima parte della catena del valore.

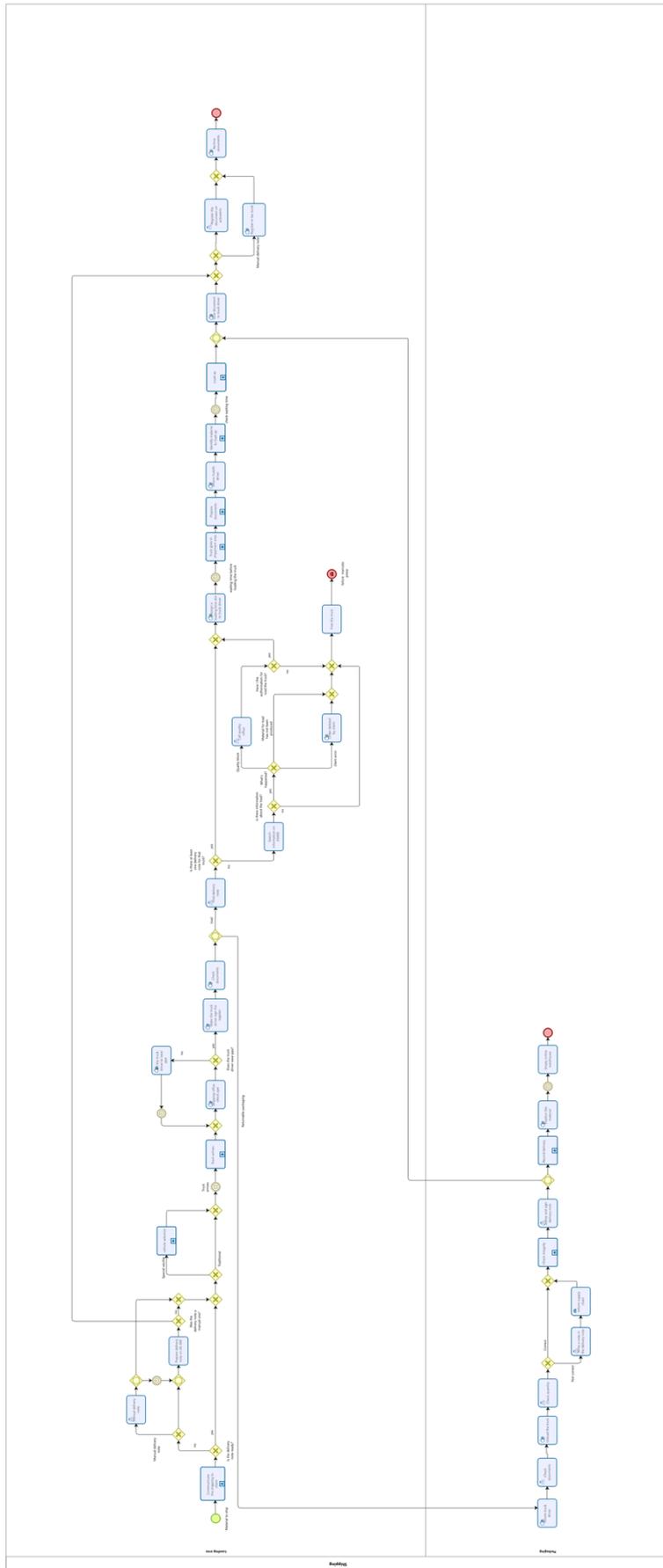


Figura 2.1 : Diagramma BPMN area spedizioni

La **figura 2.1** rappresenta la fotografia del diagramma di processo del flusso di attività che interessa il materiale nell'area spedizioni. Il diagramma si compone di due parti: la prima, nella area sinistra dell'immagine, rappresenta il flusso logico e cronologico delle attività relative al blocco ufficio spedizioni e area deposito della merce in pronta consegna; la seconda, alla destra del lettore, rappresenta gli step che vengono seguiti per completare le operazioni relativamente allo scarico degli imballi, sia ritornabili, quindi proveniente dal cliente per essere riutilizzati, sia di nuovo utilizzo.

L'entità, guardando la figura orizzontalmente, si muove da sinistra verso destra seguendo le recce all'interno del diagramma.

Per includere al meglio il lettore nell'analisi, vengono, di seguito, presentati quelli che sono gli elementi fondamentali per la realizzazione del modello; i principali sono [4]:

- Modulo degli *eventi*;
- Modulo delle *attività*;
- Linee di *flusso*;
- Modulo di *Gateway*.

### **Modulo degli eventi**

Il BPMN prevede tre tipologie di eventi, rappresentati in **figura 2.2**, che rappresentano la connessione tra il processo stesso e l'esterno:

- Eventi di *avvio*: rappresentano l'evento che da avvio ad una nuova istanza di processo, nel caso più semplice corrisponde all'attore responsabile del processo che avvia una nuova istanza. Gli eventi di avvio sono rappresentati da un cerchio con il bordo sottile;
- Eventi di *fine*: rappresentano la conclusione del processo; quando il processo raggiunge tale fase l'istanza di processo si considera conclusa. Gli eventi di fine sono rappresentati da un cerchio con il bordo spesso;
- Eventi *intermedi*: rappresentano eventi esterni che possono alterare l'evoluzione di un processo (sia nel caso in cui il processo interessato sia quello in considerazione sia che sia un altro influenzato da quello in considerazione). Gli eventi intermedi sono rappresentati da un cerchio con un doppio bordo sottile.



Figura 2.2: Categorie di eventi

## Modulo delle attività

La notazione, per tutte le tipologie di azioni, è sempre la stessa (**figura 2.3**): ogni azione è rappresentata da un rettangolo con gli angoli arrotondati, contenente al proprio interno la descrizione sintetica dell'azione (ossia ciò che avviene all'esecuzione di tale azione).



Figura 2.3: Rappresentazione di un'attività in un BPMN

Le attività che rappresentano le singole fasi del processo possono dividersi in:

- Azione generica;
- Azione manuale, compiute dall'essere umano senza l'ausilio del sistema informativo;
- Azione utente, cioè azioni che prevedono interazione tra utente e sistema informativo;
- Azione di servizio, cioè azioni svolte dal sistema informativo in completa autonomia senza l'ausilio dell'utente.

Ogni azione all'interno del diagramma deve lasciare traccia; ciò significa che le informazioni presenti nel modello concettuale, dopo l'esecuzione delle task, saranno necessariamente diverse da quelle che erano presenti prima dell'esecuzione dell'attività.

## Flusso di esecuzione

L'ordine con cui sono eseguiti gli elementi che descrivono gli step di un processo, sono collegati tramite delle frecce che collegano due elementi consecutivi e che indicano il verso del flusso che il *token*<sup>1</sup>, cioè l'entità che fluisce all'interno del diagramma, deve seguire.

<sup>1</sup> Entità fittizia che fluisce all'interno del diagramma seguendo il flusso determinato dalle frecce tra i moduli.

## Modulo di Gateway

I gateway rappresentano gli elementi che consentono di definire le regole con cui si succedono i passi di un processo (alternativa, concorrenza, etc.). Questi sono rappresentati tramite dei rombi al cui interno compare un simbolo che indica il tipo di regola da seguire per instradare l'esecuzione dei passi.

La **figura 10** mostra i due tipi più semplici che sono il gateway esclusivo, all'interno del quale è presente una X, che indica la scelta esclusiva di uno tra più percorsi alternativi e, il gateway parallelo, all'interno del quale è presente una croce (+), che indica la partenza di più flussi di attività indipendenti tra di loro.



Figura 2.4: Categorie di Gateway

Dopo una più che esaustiva introduzione riguardo la sintassi utilizzata nel modello in **figura 2.4** si può passare ad un'analisi più dettagliata del diagramma.

La **Figura 2.5** rappresenta l'intero flusso di attività associato all'area spedizione. La prima attività che interessa il materiale è quella delle *prese*: il personale che si occupa della gestione e programmazione degli ordini dei clienti procede con la comunicazione all'acquirente della merce che deve ritirare e successivamente si occupa della preparazione di tutta la documentazione di viaggio. Il passo immediatamente successivo riguarda la *scelta del mezzo*, il quale può essere *tradizionale* o *speciale*; quest'ultimo entra in gioco nel momento in cui Dayco ha la necessità di far arrivare il materiale al cliente il prima possibile e ciò accade per due motivi: il primo riguarda un ritardo della produzione; il secondo è relativo a un errore in fase di carico del camion, quindi costo a carico del fornitore, o ad una mancata presa a causa dall'assenza del vettore incaricato al ritiro della merce. Il primo porta necessariamente ad una mancata presa e quindi sarà la stessa Dayco ad accreditarsi il costo del trasporto; stessa conseguenza per l'errore in fase di carico, ma diversa sorte invece per l'errore da parte del vettore il quale si incaricherà personalmente del costo o sarà lo stesso cliente che organizzerà un nuovo ritiro.

Terminata questa fase preliminare, l'attività di riferimento è quella dell'arrivo del camion. L'autista, infatti, lascia il vettore all'esterno del cancello, in un'area dedicata; si reca quindi presso l'ufficio spedizioni dove un impiegato, dopo aver controllato la presenza di un

adeguato *ppe* (Personal Protective Equipment), registra l'arrivo dell'autista in azienda e successivamente controlla la documentazione di viaggio e la presa del carico.



L'impiegato, terminate le operazioni di controllo, cerca nel sistema la presenza di una bolla relativa alla presa: se questa è presente, all'autista verrà assegnata una fascia di carico; se questa però, risulta assente, l'impiegato deve prima cercare le informazioni relative alla presa del cliente nel sistema, e solo poi controllare la presenza di comunicazioni, da parte della qualità, che bloccano il materiale in magazzino; se non è bloccato, procede alla creazione della bolla, ma se invece lo risultasse, l'impiegato, dovrà poi contattare l'ufficio qualità per sapere se può liberare il materiale e consegnarlo o se invece non può. In caso di blocco in magazzino del materiale, ci sarà una mancata presa; se invece il materiale è stato controllato ed è pronto per essere consegnato, allora l'impiegato procederà con la creazione della bolla e solo dopo assegnerà uno slot di carico all'autista il quale potrà essere immediatamente processato o rimarrà in attesa del suo turno all'esterno.

L'attesa per il turno di carico è una delle fasi più critiche dell'intero processo perché, non avendo, un software di gestione delle fasce di carico e scarico, né vincoli contrattuali con il cliente che gli permettano di anticipare e programmare il lavoro, il personale dall'area si ritrova, a volte, a dover gestire delle situazioni che prevedono alti tempi di attesa e alti rischi di non poter soddisfare il vettore in coda.

Una volta terminata l'attesa, il carrellista autorizza l'autista ad entrare nell'area di carico; identifica il materiale da caricare e, solo successivamente, procede con l'attività di carico. Parallelamente l'impiegato d'ufficio si occupa della preparazione della documentazione che poi verrà consegnata all'autista prima che lo stesso lasci lo stabilimento.

Conclusa l'attività di carico, l'autista si reca nell'ufficio spedizioni per firmare le bolle e ritirare la documentazione di viaggio.

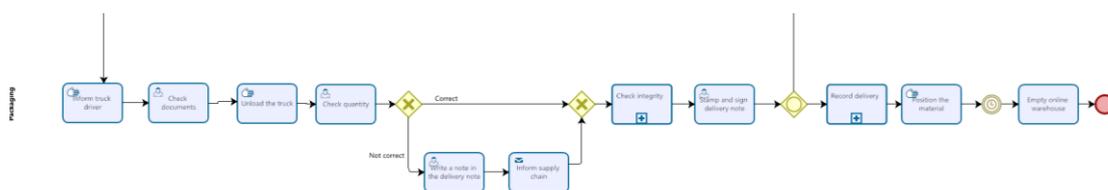


Figura 2.6: BPMN packaging

La **Figura 2.6** rappresenta il flusso di attività riguardanti il materiale di imballo (scatole, imballi in legno etc...) e dei ritornabili, cioè tutti gli imballi di proprietà del cliente che lo stesso fornisce alla Dayco per imballare i prodotti che ordina.

I vettori che solitamente trasportano questo tipo di materiale sono o delle navette che l'azienda utilizza per trasportare gli imballi dal magazzino di riferimento (in marrone nella **Figura 1.2**) al magazzino prodotto finito passando per l'area spedizioni o ancora dei camion

che, dovendo caricare altro materiale per un cliente, portano indietro gli imballi da restituire al fornitore per essere utilizzati per il successivo ordine.

La sequenza di attività prevede un primo check-in nell'ufficio dell'area spedizioni dove l'autista viene informato riguardo l'orario di scarico; successivamente, controllati i documenti, il camion viene fatto entrare nell'area di competenza dove un carrellista, lo stesso che si occupa del carico della merce, provvederà allo scarico degli imballi nel piazzale.

Terminata la fase di scarico, ci sarà poi un controllo qualità degli imballi: se lo stato dell'imballo è buono allora l'impiegato d'ufficio preparerà i documenti che l'autista dovrà firmare.

Se l'autista ha delle prese da esibire, può continuare, se il materiale risulta disponibile, con l'attività di carico; se invece non ha altre commesse da concludere può ritirare i documenti di viaggio e poi uscire dallo stabilimento.

L'impiegato, infine, in un momento più scarico della giornata, si occupa della registrazione dei documenti; il carrellista, dell'area spedizione o del magazzino prodotto finito, invece, si occuperà della movimentazione del materiale in zone dedicate.

Le criticità emerse nel corso dello studio sono molteplici; tra queste sicuramente spiccano per distacco:

- Tempi di attesa in coda troppo lunghi;
- Non ottimale gestione della programmazione delle fasce di carico e scarico.

Le problematiche riportate sopra portano scompiglio all'analisi, ma nel corso dello studio sono emerse questioni, anch'esse critiche, che portano ad un aumento delle criticità nella gestione non solo dell'area di riferimento ma anche ad un aumento dei costi di trasporto e quindi ad un aumento dei costi relativi all'area.

Diversi sono i *colli di bottiglia* individuati nello studio:

- Assenza di sincronizzazione tra produzione, magazzino prodotto finito e area spedizione;

- Presenza di adeguati spazi interni per un corretto e strategico posizionamento della merce;
- Discrepanza tra risorse ed entità;
- Corretta gestione delle priorità di carico;

### **Assenza di sincronizzazione tra produzione, magazzino prodotto finito e area spedizione**

Attualmente la Dayco non possiede un sistema informativo che permetta la sincronizzazione tra le aree presenti nello stabilimento di San Bernardo d'Ivrea; questo fa sì che chi si occupa della gestione degli ordini clienti non abbia la possibilità di programmare il ritiro della merce in base al reale stato della produzione, ma basa la sua valutazione solo in base alla giacenza del prodotto finito presente in magazzino.

Questo deficit crea innumerevoli disagi al personale addetto poiché non avendo una precisa conoscenza delle previsioni sulla produzione, a volte, non si riesce a soddisfare la quantità richiesta dal cliente provocando di conseguenza ordini parziali, ritardi e accumuli di pezzi ancora da evadere che comporteranno, di conseguenza, la programmazione di mezzi speciali per la consegna del residuo e, se previsto nel contratto tra le parti, una sanzione pecuniaria nei confronti del cliente.

### **Presenza di adeguati spazi interni per un corretto e strategico posizionamento della merce**

La merce, dal magazzino prodotto finito, viene trasportata in una zona dedicata nell'area antistante l'ufficio spedizioni; questo viene fatto in quanto sono presenti delle *impronte* di carico (Figura 1.6 capitolo 1) delimitate da nastro a pavimento, che hanno lo scopo contrassegnare e distinguere la merce in base al cliente.

Il carrellista, però, non sempre riesce a trovare lo spazio necessario per depositare correttamente e nella giusta posizione il materiale; questo crea di conseguenza delle situazioni confusionarie che portano allo smarrimento o alla mancata presa di alcune pedane che si trasformano, necessariamente, in costi aggiuntivi per l'azienda la quale deve sostenere il costo di un mezzo speciale per trasportare il prodotto al cliente finale o addirittura il costo dell'intero lotto, se questo risulta smarrito.

### **Discrepanza tra risorse ed entità**

L'area spedizioni ha un solo carrellista che si occupa dell'attività di carico dei camion; a volte però una sola risorsa non è abbastanza per soddisfare, nei tempi previsti, la domanda poiché il rischio che un camion non venga caricato è sì basso però, se questo dovesse accadere, il danno economico associato all'accaduto non sarebbe trascurabile.

Se un vettore non venisse caricato e quindi si creasse una situazione di mancata presa, l'azienda sarebbe costretta ad organizzare un mezzo speciale, quindi sostenere dei costi evitabili ma necessari per soddisfare le richieste del cliente ed evitare così malcontenti e sanzioni contrattuali o altresì a trovare un'alternativa cercando di spedire la merce sfruttando dei bilici organizzati per il *milk run*<sup>2</sup>

Raddoppiare il numero delle risorse, come si vedrà nei capitoli successivi, non è strettamente necessario, ma la presenza di una risorsa jolly, pronta ad aiutare all'occorrenza, è sicuramente una buona soluzione visto che, alla necessità, si può lavorare più di un camion alla volta, essendo stato, il piazzale di carico, progettato per farlo.

### **Corretta gestione delle priorità di carico**

La corretta gestione delle priorità associate alle precedenze di carico sta alla base di una buona organizzazione lavorativa. Attualmente in Dayco non c'è una gestione degli arrivi prioritaria ma la coda viene processata a seconda dell'ordine di arrivo al check-in e secondo la presenza di materiale pronto per essere caricato. Questo però non è un buon approccio poiché nel momento in cui un vettore che presenta un ritiro di pochi pallet si ritrova ad aspettare la fine del precedente, rischia di attendere da qualche minuto fino, nella peggiore dei casi, a più di un'ora.

Se il precedente veicolo è di piccole dimensioni e il materiale da caricare è di piccole quantità, il problema non sussiste, ma se il vettore precedente fosse un bilico da 24 t allora questo, per un carico di piccole dimensioni, potrebbe arrivare ad aspettare fino ad un'ora e mezza, quando invece il suo ordine potrebbe essere evaso in pochi minuti se non addirittura secondi (per un collo con due unità di pallet).

Si parlerà di questo problema nel **capitolo 5**, dove si analizzerà più nel dettaglio la questione e si proporrà altresì, nel breve periodo, una soluzione concreta, efficace ma soprattutto realizzabile.

---

<sup>2</sup> Milk run o *corsa del latte* è un metodo di consegna delle scorte e delle materie prime tra il magazzino e le linee di produzione o tra più fornitori e un cliente o ancora tra un fornitore e più clienti.

Nei capitoli successivi si analizzeranno le criticità relative alle code e alla gestione delle fasce di carico e scarico con l'obiettivo di arricchire la ricerca di evidenze numeriche che possano dare all'azienda e al lettore una visione pratica e concreta delle problematiche ma anche uno spunto per ricercare soluzioni innovative ed efficienti e che sappiano portare valore aggiunto alla causa.

### 3 Analisi delle code

Nel precedente capitolo si sono analizzati i flussi che interessano la merce nell'area spedizioni: dall'analisi sono emerse criticità non trascurabili che verranno approfondite nei capitoli successivi.

In questo capitolo si analizzerà il processo di arrivo dei vettori con l'obiettivo di definire la coda associata all'arrivo dei vettori in azienda definendo prima la sua nomenclatura e poi calcolando i KPI ad essa associati per fornire allo studio e al lettore un supporto numerico.

#### 3.1 Teoria delle code

*La teoria delle code* rappresenta l'analisi dei fenomeni di attesa che si possono manifestare in presenza della domanda di un servizio. Infatti, in molte situazioni quotidiane la domanda stessa del servizio è soggetta all'imprevedibilità: è questo il caso, ad esempio, di richieste che si manifestano in modo casuale e indipendente l'una dall'altra e dell'impossibilità da parte di chi offre il servizio di soddisfare immediatamente le richieste.

I casi quotidiani sono molteplici:

- I clienti in banca;
- Le persone in attesa di un autobus;
- Le automobili a un incrocio;
- Gli aerei in attesa di decollo o atterraggio;
- Le parti in attesa di essere lavorate;
- Le persone al pronto soccorso;
- I camion in attesa di essere caricati.

Tutte situazioni queste alle quali è applicabile la teoria delle code.

Tali circostanze, però, non sono tutte descrivibili con le stesse variabili casuali e con le medesime leggi di probabilità. Bisogna, quindi, prestare una particolare attenzione al tipo di variabili aleatorie introdotte.

Dal punto di vista pratico la coda è un sistema composto da un insieme non nullo di serventi che offrono un servizio a dei fruitori (i clienti/fornitori) i quali appartengono a una

popolazione composta da probabili utenti e che, se in attesa della prestazione, si dispongono in coda nel buffer.

La scelta del cliente in coda che per primo usufruirà del servizio avviene secondo una determinata “disciplina di servizio” (FIFO,LIFO, etc...).

L’arrivo dei clienti è casuale ed è a causa di tale aleatorietà che anche quando l’afflusso degli stessi non è superiore alla capacità di smaltimento da parte del sistema si avrà formazione di coda. [5]

I parametri che descrivono la maggiore o minore capacità del sistema di soddisfare le richieste dei clienti e che determinano lo sviluppo della coda sono:

- Il numero di serventi;
- Il tempo di servizio.

In generale, però, sono diversi i parametri che vengono utilizzati per una completa descrizione di una coda d’attesa e sono:

- $t_a$ : intervallo di tempo tra due arrivi successivi;
- $t_s$ : tempo di servizio per l’ $i$ -esimo cliente;
- $\rho$ : fattore di utilizzazione che rappresenta il rapporto tra il tempo impiegato in servizio e il tempo disponibile complessivo
- $Wq$ : tempo complessivo speso dal generico cliente nella coda prima di venire servito;
- $Ws$ : tempo complessivo speso dal generico cliente nel sistema; •  $n$ : numero di clienti nel sistema all’istante considerato (stato del sistema);
- $ls$ : numero medio di clienti nel sistema;
- $lq$ : numero medio di clienti in attesa del servizio;
- *Disciplina di servizio*: sono delle regole secondo le quali i clienti in coda vengono scelti per essere processati; le discipline di servizio sono diverse, ma tra le più utilizzate troviamo:
  - FIFO/FCFS, rispettivamente “First In First Out” e “First Come First Served”: I clienti vengono serviti in base all’ordine di arrivo;
  - LIFO/LCFS, cioè “Last In First Out” e “Last Come First Served”: la coda viene servita a partire dall’ultimo cliente;
  - SIRO, ovvero “Service In Random Order”. Questo è un servizio basato sull’ordine delle priorità, tipico ad esempio del pronto soccorso.
- $K$ : lunghezza massima della coda.

Terminata una prima introduzione alla teoria delle code, è doveroso fare un piccolo cenno alla teoria dei processi stocastici, essendo questi strettamente correlati ai tempi di interarrivo che successivamente verranno definiti.

I processi stocastici sono modelli matematici adatti a studiare l'andamento di fenomeni che seguono leggi casuali o probabilistiche. Questi sono molto utili per l'analisi di fenomeni naturali nei quali si può considerare sempre presente una componente casuale per la loro stessa natura, ma anche per errori di osservazione. Questo significa che i risultati ottenuti da queste osservazioni non saranno mai certi ma avranno sempre un'incertezza correlata. Ciò significa che ogni suo valore sarà, tra quelli assumibili, il più probabile. [6]

I *processi stocastici* che caratterizzano uno studio della coda sono due:

- *Il processo degli arrivi*: questo è caratterizzato da una distribuzione di probabilità dei tempi di *interarrivo*, cioè i tempi tra due arrivi successivi.

Al fine di renderli facilmente studiabili e applicabili alla teoria delle code, questi vengono considerati stazionari, cioè le loro proprietà statistiche (come il tempo medio di interarrivo) non variano nel tempo. [6]

Il caso in esame presenta una chiusura per pausa pranzo che crea delle non stazionarietà: per risolvere questo problema il sistema viene diviso e studiato in due fasce orarie, la prima dalle 8:30 alle 12:30 e la seconda dalle 13:30 alle 17.

- *Il processo di servizio*: caratterizzato da una distribuzione di probabilità che descrive il tempo impiegato da ogni servente a soddisfare le richieste del generico cliente.

Il processo relativo ad una coda può essere facilmente paragonato a un *processo nascite-morti* nel quale una nascita corrisponde ad un ingresso nel sistema di un'entità e una morte corrisponde invece all'uscita della stessa dal sistema.

Se si studia una popolazione con  $n$  persone. L'intervallo tra due nascite può essere pensato come una variabile aleatoria descritta da una funzione di distribuzione esponenziale con parametro  $\lambda_n$  e ugualmente per l'attesa tra due morti la cui funzione esponenziale ha un parametro  $\mu_n$ .

Un particolare processo di sole nascite è descritto dalla funzione di distribuzione di Poisson in cui  $\lambda_n = \lambda$  e  $\mu_n = 0$ . Per cui la probabilità che al tempo generico  $t$  vi siano  $n$  persone in vita è descrivibile dalla distribuzione di Poisson. Di conseguenza il tempo di attesa tra due

nascite (arrivi) è una variabile casuale descritta da una funzione di distribuzione esponenziale con  $\lambda$  = frequenza media degli arrivi.

### 3.2 Definizione della coda secondo la notazione di Kendall

La notazione di Kendall viene utilizzata per descrivere e definire la tipologia di coda in analisi.

La simbologia che viene solitamente adoperata è la seguente:

$$A/B/s/d/e/f$$

- **A**, è la funzione di distribuzione che descrive gli intertempi di arrivo;
- **B**, è la funzione di distribuzione che descrive i tempi di servizio;
- **s**, è il numero di operatori nel sistema;
- **e**, dimensione della popolazione dalla quale possono provenire i clienti;
- **f**, descrive la disciplina di servizio.

Per descrivere il tipo di distribuzione relativa ai tempi di arrivo e di servizio, viene usata nello specifico la seguente notazione:

- **M**, indica la distribuzione esponenziale;
- **D**, indica una distribuzione deterministica;
- **G**, indica una funzione generica;
- **E<sub>K</sub>**, indica una funzione di Erlang con parametro **K**.

In particolare, nel caso in esame, verrà presa in considerazione una coda  $M/M/1$ : i processi dei tempi di arrivo e di servizio vengono descritti tramite la distribuzione esponenziale e la coda è servita da una sola risorsa.[7]

In essa, il processo degli arrivi viene definito con un parametro che non varia nel tempo, quindi  $\lambda_n = \lambda$  e ugualmente per il tempo di servizio finito il quale il cliente esce(morte), dunque  $\mu_n = \mu$ .

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \text{ che è } < 1$$

Dunque,  $p_n = p^n p_0$  e quindi  $p_0 = \frac{1}{1 + \sum_n \rho^n}$

$p_0$  converge ad un valore solo se il sistema è in uno stato stazionario, ovvero se  $\rho \leq 1$  altrimenti la coda diventa illimitata.

In tal caso  $\sum_{n=1} \rho^n$  è circa una serie geometrica per cui  $\sum_{n=1} \rho^n = 1 + \frac{1}{1-\rho}$

Di conseguenza:

- La probabilità di non avere entità nel sistema:  $p_0 = 1 - \rho$
- La probabilità di attendere in coda:  $p_n = p^n(1 - \rho)$

Note le probabilità  $p_n$  e  $p_0$  si possono calcolare altre grandezze di interesse:

- *Il numero medio di cliente nel sistema*

$$L_s = E[n] = \sum_{n=1} n * p_n = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

- *Il numero medio di clienti in coda:*

$$L_q = L_s - n.\text{medio di clienti correttamente serviti} = E[n - 1]$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty} (n - 1) * p_n = \sum_{n=1}^{\infty} n * p_n - \sum_{n=1}^{\infty} p_n = L_s - (1 - p_0)$$

$$L_q = L_s - \rho$$

Infatti, se una coda è stabile, in media devono uscire tanti clienti quanti ne entrano per cui per una coda M/M/1 il tasso di uscita è definito da  $\lambda$ .

Conoscendo, quindi, il numero di clienti nel sistema, si può calcolare così il tempo medio di attesa dei clienti nel sistema come:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

Individuato il tempo medio di servizio,  $\frac{1}{\mu}$ , si può dedurre anche il tempo medio di attesa dei

clienti in coda usando la formula che segue:  $W_q = W_s - \frac{1}{\mu}$

Nella prossima sezione, la teoria fino ad ora analizzata verrà applicata al caso in esame: si definirà prima la nomenclatura della coda, analizzando nel dettaglio tutto il procedimento per il calcolo della distribuzione relativa ai tempi di arrivo e di servizio e, successivamente, si calcoleranno i parametri relativi alla stessa.[8][9][10]

### 3.2.1 Analisi del caso in esame

Dopo una breve introduzione teorica sull'argomento, si sposta la criticità di analisi sul caso pratico in esame.

Utilizzando la notazione di Kendall descritta nel precedente paragrafo, si vuole definire e studiare la coda relativa all'arrivo dei camion, in particolar modo si farà riferimento all'arrivo dei vettori nell'area spedizioni per il ritiro della merce del cliente.

Come già descritto in precedenza, è necessario, per definire la coda, identificare la tipologia di distribuzione relativa ai processi di arrivo e di servizio; il numero di serventi associati alla coda; la capacità massima della coda (finita o infinita); la dimensione della popolazione dalla provengono i clienti ed infine la disciplina di servizio della coda (FIFO, LIFO, SIRO...).

Nel caso in analisi la coda è servita da un unico servente, poiché c'è un solo carrellista che si occupa delle attività di carico del vettore; la capacità della coda è finita e la disciplina di servizio è *SIRO* (Service In Random Order) perché i camion vengono processati secondo un ordine prioritario basato sulla disponibilità del prodotto in magazzino o sulla quantità che lo stesso vettore deve trasportare.

Rimane quindi da definire quelle che sono le distribuzioni associate ai processi di arrivo e di servizio. Non essendo presenti ricerche precedenti, l'analisi continuerà con uno studio sulla stima delle distribuzioni associate ai due processi precedentemente citati.

L'algoritmo utilizzato per l'analisi si compone di quattro fasi principali:

- 1° fase: *Data collection*;
- 2° fase: *Data analysis*;
- 3° fase: *Data modelling*;
- 4° fase: *Data Validation*.

## Data collection

La raccolta dati è la prima fase di studio; questa risulta essere di fondamentale importanza in quanto la bontà delle fasi di analisi successive dipende, in gran parte, da una corretta collezione e organizzazione dei dati.

## Data analysis

La fase di data analysis è la seconda cronologicamente ed è la fase più cruciale dell'analisi. In questa parte l'obiettivo è quello di andare a stimare la distribuzione associata ai dati raccolti nella prima fase tramite l'utilizzo di un istogramma.

Si presume che i dati siano indipendenti e identicamente distribuiti e l'adeguatezza di una famiglia di distribuzione si basa solo sulla sua forma. I valori dei parametri di distribuzione saranno trattati nella successiva fase di analisi.

Se non si è sicuri che i dati siano iid, si dovrebbero calcolare anche le statistiche sulla loro dipendenza temporale, come l'autocorrelazione in una serie di dati o la correlazione incrociata tra più serie di dati.

## Data Modelling

In questa fase l'obiettivo è quello di andare a calcolare i parametri associati alla distribuzione ipotizzata nella seconda fase; per farlo si possono utilizzare due metodi:

- Metodo dei momenti
- Metodo della massima verosimiglianza

### Metodo della massima verosimiglianza

Il metodo della massima verosimiglianza ha come obiettivo quello di calcolare il parametro relativo alla distribuzione ipotizzata nella fase di data analysis.

Si definisce  $\theta$  come il vettore dei parametri associati alla distribuzione.

Si definisce quindi  $L(\theta)$ , funzione di verosimiglianza o funzione di densità congiunta, come

$$L(\theta) = f_{\theta}(x_1) * f_{\theta}(x_2) * f_{\theta}(x_3) * \dots * f_{\theta}(x_n)$$

L'obiettivo è quindi quello di trovare il valore di  $\theta$  che massimizza il valore di  $L(\theta)$ .

Ad esempio, per una distribuzione esponenziale si ha che:

$$\theta = \lambda$$
$$f_{\lambda} = \lambda * e^{-\lambda x}$$

$$L(\theta) = L(\lambda) = \lambda e^{-\lambda x_1} * \lambda e^{-\lambda x_2} * \dots * \lambda e^{-\lambda x_n} = \dots = \lambda^n * e^{-\lambda \sum_{i=1}^n x_i}$$

$$\frac{dL(\lambda)}{d\lambda} = n * \frac{1}{\lambda} - \sum_{i=1}^n x_i = 0$$

$$\lambda = \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i} = 0$$

$$\lambda = \frac{1}{\bar{X}}$$

## Data Validation

La fase di data validation, parallelamente a quella di analysis, è la più importante, perché verifica la bontà dello studio svolto fino a questo punto.

Per la verifica delle stime ci sono due test che possono essere utilizzati: il test del KS e quello del  $\chi^2$ . Il primo risulta più adatto per campioni con poche osservazioni, mentre il secondo per campioni con alta densità di osservazioni.

Per lo studio di tesi verrà utilizzato il test del chi quadrato.

## Chi quadrato

Il test del chi-quadrato confronta l'istogramma empirico, costruito a partire dai dati campione, con la forma della densità teorica o funzione di massa candidata.

Il test è valido per campioni di grandi dimensioni e quando i parametri di distribuzione sono stimati con la massima verosimiglianza, ovvero sono MLE.

Algoritmo:

1. Si dividono le  $n$  osservazioni del campione in  $k$  celle;
2. Si calcola quindi  $N_i$  e  $E_i = n * p_i$ , rispettivamente il numero di osservazioni (frequenza) per ogni cella (identificata dagli estremi  $r_i$  (superiore) e  $l_i$  (inferiore) e la *frequenza attesa* per le stesse celle.

$p_i$  è la probabilità teorica associata alla casella  $i$ -esima e si calcola diversamente a seconda del tipo di distribuzione:

- Se la distribuzione teorica è discreta,  $p_i = \sum_{h=l_i}^{r_i} p(x_h)$ ;
- Se la distribuzione teorica è continua,  $p_i = \int_{l_i}^{r_i} f_X(x) dx = F_X(r_i) - F_X(l_i)$

3. Si calcola quindi la statistica di riferimento:

$$\chi_o^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - E_i)^2}{E_i}$$

La statistica  $\chi_o^2$  segue la distribuzione del Chi quadrato con  $k-s-1$  gradi di libertà, dove  $s$  è il numero dei parametri della distribuzione ipotizzata dai dati di input.

4. Calcolata la statistica, si sceglie il livello di significatività  $\alpha$  del test e si cerca il corrispondente valore critico  $\chi_{\alpha, k-s-1}^2$  sulla tavola del Chi-quadrato.
5. Si imposta quindi il test imponendo le seguenti ipotesi:
  - a.  $H_o$ : La distribuzione corrisponde a quella ipotizzata nelle precedenti fasi;
  - b.  $H_1$ : La distribuzione non corrisponde a quella ipotizzata nelle fasi precedenti.
6. L'ipotesi  $H_o$  è rigettata se  $\chi_o^2 > \chi_{\alpha, k-s-1}^2$

## KS

Il test Chi-quadrato richiede di partizionare i dati in celle, operazione non facile in caso di distribuzioni continue.

Il test di Kolmogorov-Smirnov (K-S), invece, confronta la funzione di distribuzione cumulativa empirica con la controparte teorica della distribuzione ipotizzata.

Non richiede campioni di grandi dimensioni e non richiede che i dati siano raggruppati in celle.

Il principale svantaggio del test è che nella sua forma originale dovrebbe essere applicato solo se i parametri di distribuzione sono noti e non solo stimati. Se applicato con parametri stimati, è troppo conservativo (l'errore di Tipo I è inferiore a quello specificato).

Può essere problematico applicarlo a distribuzioni discrete (valori critici non prontamente disponibili). [11]

L'algoritmo prevede:

1. Ordinare i dati del campione in ordine crescente;
2. Stimare la funzione di densità di massa empirica come

$$\hat{F}_X(x) = \frac{\max \{j: x_{(j)} < x\}}{n}$$

3. Si calcola quindi la statistica del test

$$D_o = \sup_x \{|\hat{F}_X(x) - F_X(x)|\}$$

Più precisamente,  $D_0$  si calcola come

$$D_0 = \sup_x \{D^+, D^-\}$$

Dove

$$D^+ = \max_{1 \leq j \leq n} \left\{ \left| \frac{j}{n} - F_x(x_{(j)}) \right| \right\}$$

$$D^- = \max_{1 \leq j \leq n} \left\{ \left| F_x(x_{(j)}) - \frac{j-1}{n} \right| \right\}$$

4. Si sceglie quindi il livello di significatività  $\alpha$  del test e si va a cercare il corrispondente valore critico  $D_{\alpha,n}$  sulla tavola del *KS*;
5. Si imposta il test:
  - a.  $H_0$ : La distribuzione corrisponde a quella ipotizzata nelle precedenti fasi;
  - b.  $H_1$ : La distribuzione non corrisponde a quella ipotizzata nelle fasi precedenti.
6. L'ipotesi nulla  $H_0$  è rigettata se  $D_0 > D_{\alpha,n}$

### 3.2.2 Determinazione della distribuzione associata ai tempi di arrivo

Dopo una breve ma completa introduzione all'argomento, si hanno tutti gli ingredienti per applicare l'algoritmo al caso in analisi.

Come anticipato nella precedente sezione il primo stadio dell'analisi è relativo alla raccolta dati: le osservazioni del campione sono state raccolte da un registro che l'azienda aggiorna quotidianamente e che contiene diverse informazioni come la data e l'orario di arrivo del camion, la società rappresentata dall'autista, la targa del mezzo e la firma del conducente.

La **Figura 3.1** mostra il registro degli arrivi dei vettori: ogni giorno viene aggiornato ogni volta che un autista si reca presso l'area spedizioni; quest'ultimo inserisce nel registro la data di arrivo, l'orario (di fondamentale importanza per lo studio in corso), il nome dell'impresa di trasporti e la targa associata al veicolo. I dati presenti nel registro vengono quindi schedati e ordinati per la seconda fase.

**DAYCO** Registro dei mezzi in entrata

	Data Date	Ora Time	Trasportatore Carriers	Targa Plate number	Firma del conducente Signature
1	18.05.21			WE393WG	
2	18-05-21	9,15	DL SERVICE	DA88250	
3	18.05.21	9,15	MULTI LOG	FK813CH	
4	18-5-21	10,20	GEFEO	CH646KN	
5	18.05.2021	10 <sup>25</sup>	FLASH	AB12KRL	
6	18-05-21	9,30	OSV	FF726EB	
7	18,5,21	10 <sup>40</sup>	BOTRAS	CL3682B	
8	18.05.21	10,45	ARCESS	SBE8826A	
9	18/5/21	10,16,7	DHL GLOBAL	F2772XM	
10	18/5/21	10,14,0	F-ACAM	F7748DU	
11	18/5/21	11,52	STH K&T	AYX-885 407-697	
12	18.05.2021	13,40	SAGULA	FA0902S	
13	18/5/21	14,15	TDL	FR263FX	
14	18.05.21	14,30	MODERN	AG41RAM	
15	18.05	15,20	CAFRI	EL169FS	

**Figura 3.1: Registro tempi di arrivo dei camion nell'area spedizione**

Conclusa la prima fase, si passa alla seconda, quella di data analysis, dove l'obiettivo è stimare, con l'ausilio di un istogramma, la distribuzione che meglio rappresenta i dati del campione.

L'algoritmo di analisi è il seguente:

1. Si definisce il numero di *celle* (intervalli) con le quali si vuole dividere il campione;
  2. Si costruisce un istogramma a partire dalle celle e dalle frequenze ricavate per ogni cella;
  3. Se l'istogramma non presenta buchi, cioè ad ogni cella è associata almeno un'osservazione, si può tracciare l'andamento della distribuzione;
- Se questo è riconducibile ad una distribuzione nota, allora si può passare alla fase successiva, altrimenti si deve cambiare il numero di celle e tornare al punto 1.

La distribuzione solitamente associata ai processi di arrivo è quella poissoniana. Nel caso in esame vengono calcolate due distribuzioni differenti, una per il mattino e una per il pomeriggio, poiché è presente una pausa di un'ora, tra le 12:30 e le 13:30, dove non sono registrati né arrivi né entità servite e ciò rende non stazionario il processo. Per calcolare quindi la distribuzione associata agli inter-arrivi e quindi, di conseguenza, agli arrivi, il campione dei dati, ricavato nella fase di data collection, viene trasformato in stazionario studiando separatamente i dati riferiti alle due fasce orarie.

Le informazioni riferite ai tempi di arrivo, vengono trasformate per differenza in quelle di interarrivo: il valore che successivamente verrà ricavato nella fase di data modeling verrà riutilizzato, come parametro di input, nel modello di simulazione (capitolo 4).

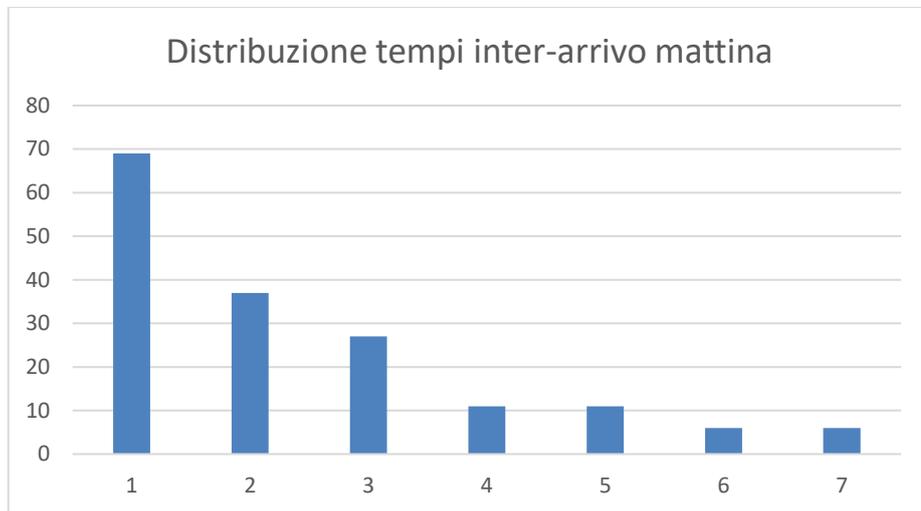


Figura 3.2: Istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo mattutini

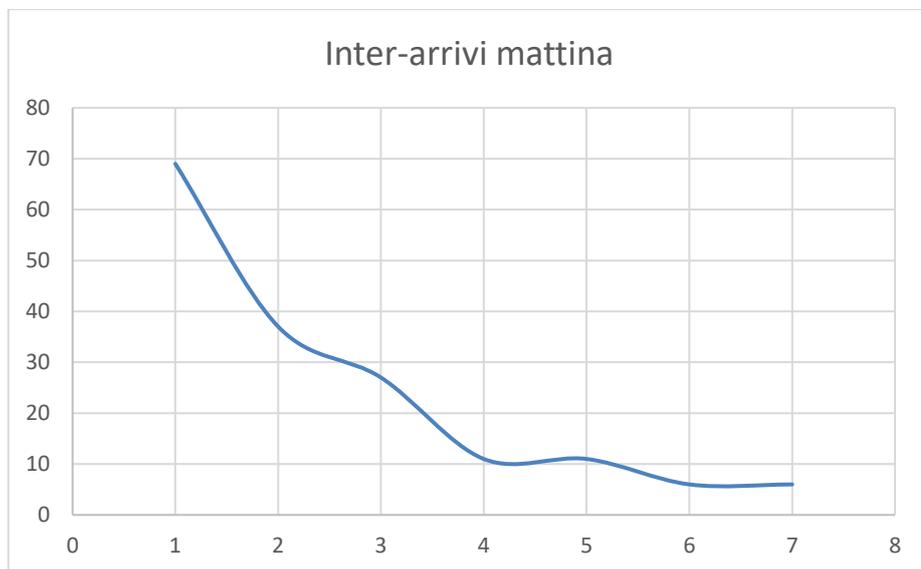


Figura 3.3: Distribuzione associata all'istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo mattutini

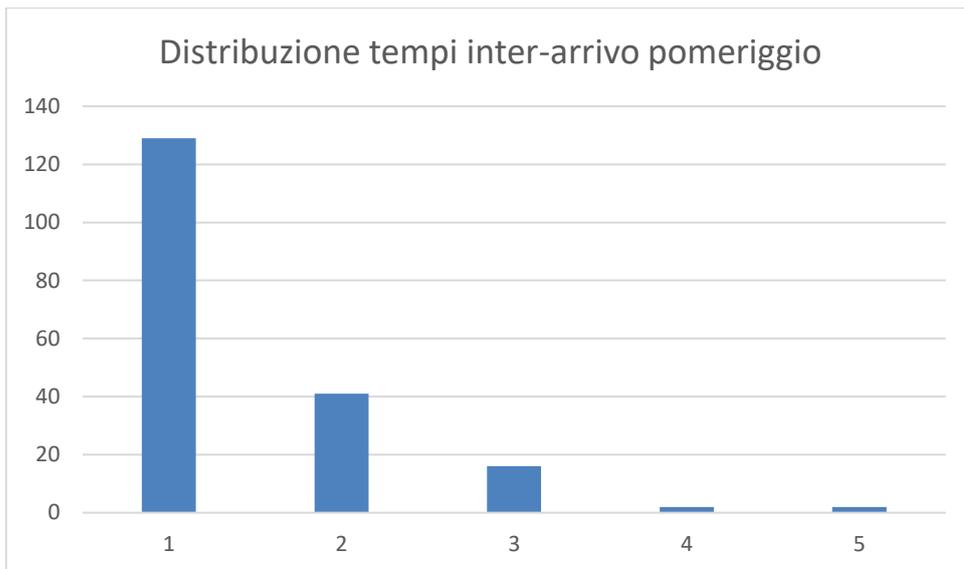


Figura 3.4: Istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo pomeridiani

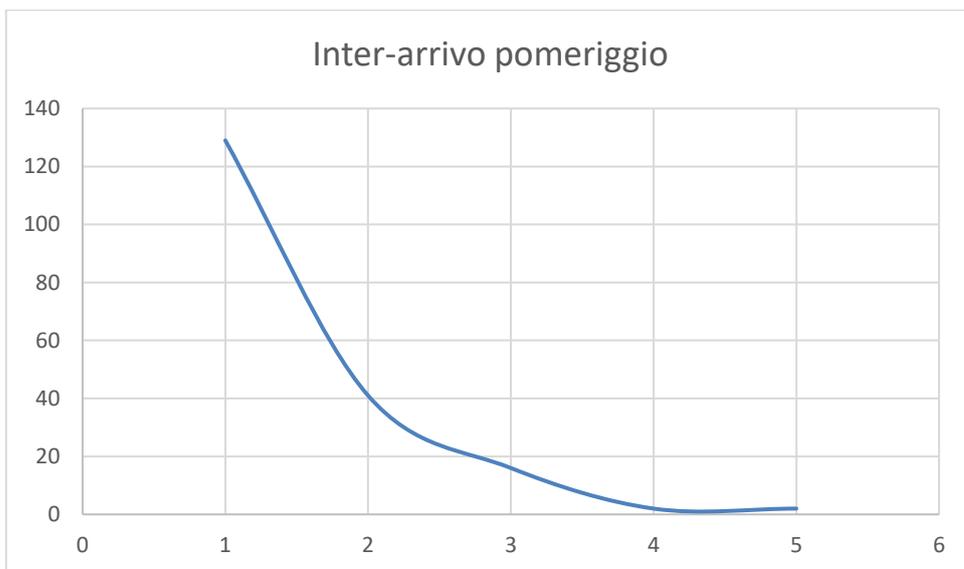


Figura 3.5: Distribuzione associata all'istogramma relativo ai tempi di inter-arrivo pomeridiani

Come si può vedere dalla **Figura 3.2** e dalla **Figura 3.3** le osservazioni sono state divise in celle; di ogni cella si è calcolata quindi la frequenza e con queste informazioni si è costruito infine l'istogramma.

L'istogramma in **Figura 3.2** rappresenta l'andamento della distribuzione delle osservazioni relative ai dati del campione degli inter-arrivi mattutini mentre la **Figura 3.4** rappresenta l'andamento della distribuzione dei tempi di inter-arrivo relativamente ai dati del campione pomeridiano.

Sia la **Figura 3.3** che la **Figura 3.5** riportano sulle ascisse il numero di celle e sulle ordinate la frequenza delle osservazioni per ogni cella e mostrano come l'andamento seguito dai dati ricordi quello di una distribuzione esponenziale con parametro  $\lambda$ .

Ipotizzata la distribuzione, si procede quindi al calcolo dei parametri.

Per farlo, si utilizza il metodo MLE (*metodo della massima verosimiglianza*); questo perché il test del chi quadrato, che verrà successivamente applicato, richiede che i parametri vengano calcolati con questo metodo e non con il metodo dei momenti in quanto i parametri calcolati tramite MLE risultano più accurati.

La metodologia MLE per una distribuzione esponenziale prevede che il parametro  $\lambda$  venga calcolato come il reciproco della media stimata del campione delle osservazioni, quindi:

$$\lambda = \frac{1}{\bar{X}}$$

Dove la media stimata è calcolata come:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dalle formule sopra si ricava quindi un  $\lambda_1 = 0,025$  per il mattino e  $\lambda_2 = 0,0372$  per il pomeriggio.

Per facilitare la lettura del dato,  $\lambda$  è stato quindi convertito da *arrivi/min* in *arrivi/h* ricavando così:

- $\lambda_1 = 1,505$  *arrivi/h*
- $\lambda_2 = 2,234$  *arrivi/h*

Ricavata la distribuzione e i parametri ad essa associata, si procede con la verifica della bontà dei risultati ricavati nelle fasi precedenti; il test si ripeterà sia per il mattino che per il pomeriggio.

### **Test chi quadrato mattina**

$$min = 0$$

$$max = 150$$

$$Delta = 150$$

$$n = 15$$

ampiezza classe = 10

#osservazioni = 167

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	48	19	18	19	12	14	7	4	2	7	5	4	1	2	1
<b>O<sub>i</sub></b>	48	19	18	19	12	14	13	7	13						
	0,77809906	0,60544	0,471090845	0,3665553	0,2852164	0,2219266	0,1726809	0,1343628	0,104548	0,081348	0,063297	0,049251	0,038322	0,029819	0,023202
	1	0,7781	0,60543814	0,4710908	0,3665553	0,2852164	0,2219266	0,1726809	0,134363	0,104548	0,081348	0,063297	0,049251	0,038322	0,029819
<b>p<sub>i</sub></b>	0,22190094	0,17266	0,134347295	0,1045355	0,081339	0,0632898	0,0492457	0,038318	0,029815	0,023199	0,018051	0,014046	0,010929	0,008504	0,006617
<b>E<sub>i</sub></b>	37	29	22	17	14	11	8	6	5	4	3	2	2	1	1
	37	29	22	17	14	11	8	6	19						

Figura 3.6 Calcolo di O<sub>i</sub> (numero di osservazioni della classe i-esima) ed E<sub>i</sub> (valore atteso delle osservazioni della classe i)

$$H_0: \text{Expo}(0,025)$$

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 13,3944$$

$$\chi_{tav} = 14,067$$

$\chi_0^2 < \chi_{tav}$   $H_0$  non può essere rifiutata con un livello di significatività  $\alpha = 5\%$

### Test chi quadrato pomeriggio

$$\min = 0$$

$$\max = 150$$

$$\Delta = 150$$

$$n = 15$$

ampiezza classe = 10

#osservazioni = 167

	25	50	75	100	125	150
	114	42	20	10	1	2
<b>O<sub>i</sub></b>	114	42	20	13		
	0,3942	0,1554	0,0613	0,0242	0,0095	0,0038
	1,0000	0,3942	0,1554	0,0613	0,0242	0,0095
<b>p<sub>i</sub></b>	0,6058	0,2388	0,0941	0,0371	0,0146	0,0058
	114	45	18	7	3	1
<b>E<sub>i</sub></b>	114	45	18	11		

Figura 3.7: Calcolo di O<sub>i</sub> (numero di osservazioni della classe i-esima) ed E<sub>i</sub> (valore atteso delle osservazioni della classe i)

$$H_0: Expo(0,0372)$$

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0,9107$$

$$\chi_{tav} = 5,991$$

$\chi_0^2 < \chi_{tav}$   $H_0$  non può essere rifiutata con un livello di significatività  $\alpha = 5\%$

Il livello di significatività del 5% è un buon livello in quanto si ritiene che il rapporto 1/20 sia sufficientemente piccolo da poter affermare che sia piuttosto improbabile che la differenza osservata sia dovuta al semplice caso.

### 3.2.3 Determinazione della distribuzione associata ai tempi di servizio

Ricavata la distribuzione associata al processo di arrivo si passa all'analisi e alla stima della distribuzione per il processo di servizio; questo si riferisce al tempo che il carrellista impiega nel caricare il vettore e comprende: tempo di prelievo del materiale dal magazzino dell'area spedizioni; tempo di spostamento e tempo di carico del materiale sul vettore.

Come nel precedente capitolo, la prima operazione svolta è quella della raccolta delle osservazioni; in questo caso i dati sono stati raccolti manualmente con l'ausilio di un cronometro. La **Figura 3.8** rappresenta i dati raccolti durante la fase di data collection.

Tempi di servizio [min]																				
0,4	0,45	0,45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2,38	2,45	3,2	3,58	5	5
5	5	5	5,47	6	6	6,18	6,2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11,33	13	13	14,1
15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	22	23	23	25	25	30	30
30	30	30	30	30	30	30,2	33	34	35	35	35	35	38,18	40	40	40	40	40	41	42

Figura 3.8: Registro raccolta dati

Una volta applicato l'algoritmo, già spiegato nel dettaglio nelle sezioni precedenti, si ricava che la distribuzione associata alle osservazioni del campione relativo alle osservazioni del processo di servizio, segue una distribuzione esponenziale.

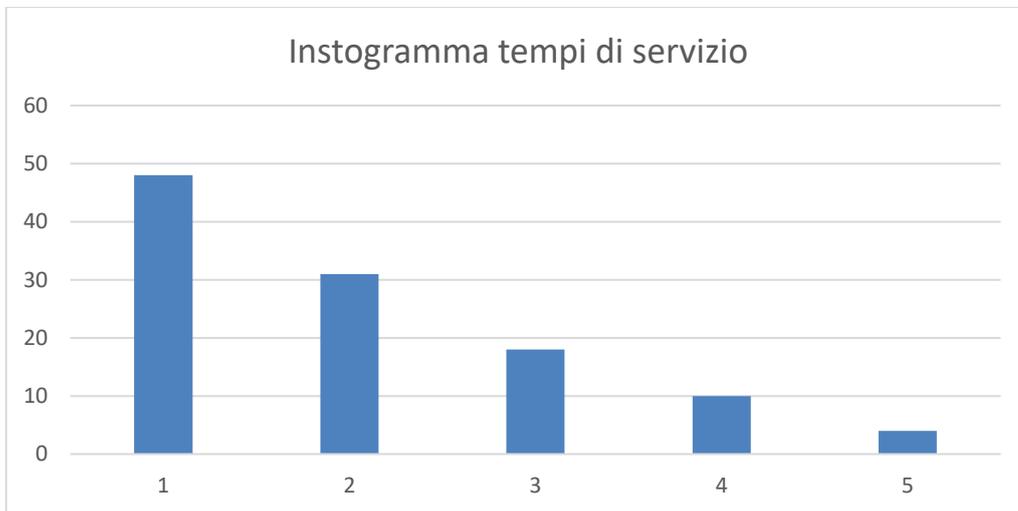


Figura 3.9: Istogramma relativo ai tempi di servizio

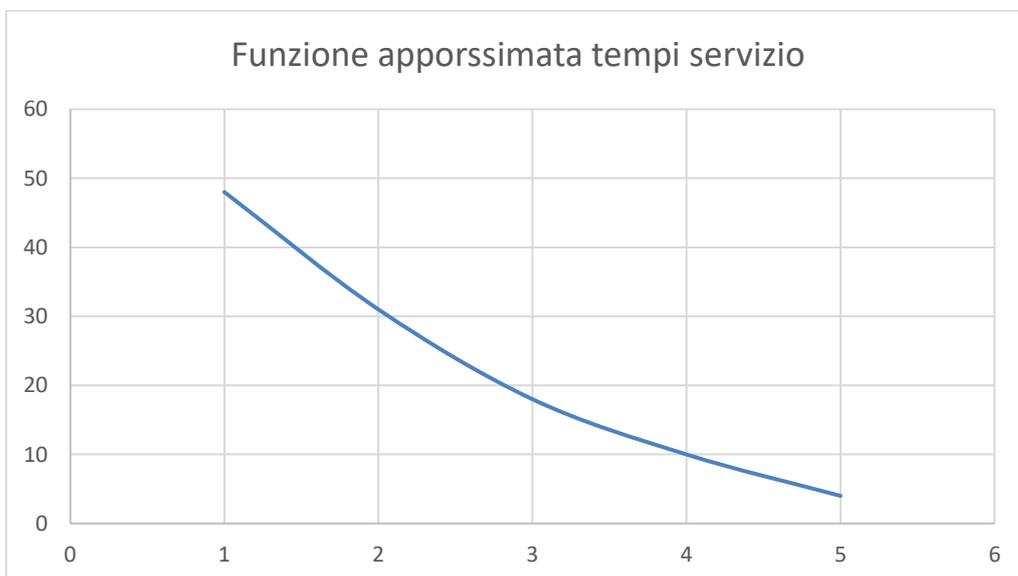


Figura 3.10: Distribuzione associata all'istogramma relativo ai tempi di servizio

La **Figura 3.9** rappresenta l'istogramma associato al campione dei dati relativi al processo di servizio; le ascisse rappresentano il numero delle classi mentre le ordinate rappresentano la frequenza delle osservazioni per ogni classe.

La **Figura 3.10** mostra come l'andamento seguito dai dati ricordi quello di una distribuzione Esponenziale. Ipotizzata la distribuzione, si procede quindi al calcolo dei parametri.

Per farlo viene utilizzato il metodo MLE (*metodo della massima verosimiglianza*); questo perché il test del chi quadrato, richiede che i parametri vengano calcolati con questo metodo e non con il metodo dei momenti in quanto i parametri calcolati tramite MLE risultano più accurati.

La metodologia MLE per una distribuzione esponenziale prevede che il parametro  $\lambda$  venga calcolato come il reciproco della media stimata del campione delle osservazioni, quindi:

$$\lambda = \frac{1}{\bar{X}}$$

Dove la media stimata si calcola come:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dalle formule sopra si ricava quindi un

$$\lambda = 0,056 \text{ serviti}/\text{min}.$$

Per facilitare la lettura del dato, il  $\lambda$  è stato quindi convertito da *arrivi/min* in *arrivi/h* ricavando così:

$$\lambda = 3,38 \text{ serviti}/\text{h}$$

Ricavata la distribuzione e i parametri ad essa associata, si procede con la verifica della bontà dei risultati ricavati nelle fasi precedenti:

$$\text{min} = 0,4$$

$$\text{max} = 60$$

$$\text{Delta} = 59,6$$

$$n = 5$$

$$\text{ampiezza classe} = 10$$

$$\text{\#osservazioni} = 111$$

Per il calcolo di  $O_i$  e  $E_i$  è stato ipotizzato, diversamente per quanto fatto nell'analisi precedente, una distribuzione equiprobabile delle osservazioni all'interno delle classi, con un  $p_i = 0,125$ .

Essendo, per definizione,  $E_i = n * p_i$  si ricava che:

Ampiezza		O <sub>i</sub>		E <sub>i</sub>		X <sub>0</sub>	
2,3670		16,0000		13,8750		0,3255	
5,0994		11,0000		13,8750		0,5957	
8,3312		8,0000		13,8750		2,4876	
12,2866		13,0000		13,8750		0,0552	
17,3860		19,0000		13,8750		1,8930	
24,5733		14,0000		13,8750		0,0011	
36,8599		16,0000		13,8750		0,3255	
675,7645		14,0000		13,8750		0,0011	

Figura 3.11: Calcolo di  $O_i$  (numero di osservazioni della classe  $i$ -esima) ed  $E_i$  (valore atteso delle osservazioni della classe  $i$ )

$$H_0: Expo(0,056)$$

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 5,6847$$

$$\chi_{tav} = 8,54$$

$\chi_0^2 < \chi_{tav}$   $H_0$  non può essere rifiutata con un livello di significatività  $\alpha = 20\%$

Avere un livello di significatività al 20% vuol dire che il fitting dei dati è molto buono in quanto l'area

### 3.3 Definizione della coda

Avendo a disposizione tutte le informazioni necessarie per la descrizione della coda, si procede, di seguito, alla definizione della stessa.

$$M/M/1/K/SIRO$$

- $M$ , sta ad indicare che l'arrivo dei vettori in azienda segue una distribuzione esponenziale;
- $M$ , sta ad indicare che i vettori vengono serviti con tempi che seguono una distribuzione anch'essa esponenziale;
- $I$ , sta ad indicare che c'è un solo carrellista (servente) che serve la coda;

- $K$ , indica che la coda ha capacità finita;
- *SIRO*, sta ad indicare che la coda viene servita con una logica basata su delle priorità, solitamente stabilite dal personale addetto in accordo con il responsabile dell'area.

Definire la coda secondo la notazione di Kendall non basta per ritenere concluso il lavoro di analisi; il prossimo step è quello di analizzare le performance associate alla coda.

Il modo più semplice, pratico e impattante per farlo è quello di definire dei *KPI* che descrivano e analizzino il sistema.

I *KPI* che verranno elencati successivamente sono stati discussi, analizzati e scelti dopo un confronto con il personale dell'area.

Di seguito gli indicatori di performance scelti per l'analisi:

- $\lambda$ , numero di arrivi orari;
- $\mu$ , numero di vettori serviti ogni ora;
- $\rho$ , tasso di utilizzo;
- $P(\text{attesa})$ , probabilità di attendere in coda;
- $P(0)$ , Probabilità di non avere entità nel sistema;
- $L_q$ , numero medio di utenti in attesa in coda;
- $W_q$ , tempo medio di attesa in coda;
- $L$ , numero medio di utenti nel sistema;
- $W$ , tempo medio di attesa nel sistema;

Incrociando i dati ricavati nei precedenti paragrafi si ricavano i seguenti risultati:

#### Mattina

- $\lambda = 1,5054$  arrivi/h
- $\mu = 3,3849$  serviti/h
- $\rho = 44\%$
- $P(\text{attesa}) = 44\%$
- $P(0) = 56\%$
- $L_q = 0,3562$  unità
- $W_q = 14,1979$  min
- $L = 0,8010$  unità
- $W = 31,9238$  min

#### Pomeriggio

- $\lambda = 2,2340$  arrivi/h
- $\mu = 3,3849$  serviti/h
- $\rho = 66\%$
- $P(\text{attesa}) = 66\%$
- $P(0) = 34\%$
- $L_q = 1,2811$  unità
- $W_q = 34,4070$  min
- $L = 1,9411$  unità
- $W = 52,1328$  min

Tabella 3.1: *KPI* coda M/M/1/K/SIRO

La **Tabella 3.1** mette a confronto gli indicatori di performance tra mattina e pomeriggio; si può vedere come il carico di lavoro sia più sbilanciato al pomeriggio con un *tasso di utilizzo* del 22% superiore rispetto al mattino e che il tempo medio di attesa nel sistema, nel pomeriggio, (coda e servizio) sia quasi il doppio rispetto a quello del mattino.

Nel capitolo successivo verrà studiato un modello di simulazione con l'obiettivo sia di rappresentare che di analizzare l'intero sistema di arrivo e carico del vettore. Verranno inoltre definite delle misure di performance che indichino al lettore e all'azienda interessata quale soluzione intraprendere per risolvere alcuni issues individuati nel capitolo 2.

## 4 Modello di simulazione

L'analisi delle code, svolta nel precedente capitolo, è solo uno tassello del puzzle che questo progetto di tesi si è prefissato di realizzare.

Il lavoro svolto e presentato sino ad ora ha portato alla definizione della coda, nonché alla stima e alla definizione della distribuzione e dei parametri associati ai processi di arrivo e di servizio fornendo al lettore una chiara visione sull'argomento.

L'obiettivo dello studio però, come già ampiamente discusso nell'introduzione, è sì quello di analizzare il sistema nel suo stato attuale ma è anche quello di esaminare lo stesso sul lungo periodo così da avere delle prospettive e delle stime riguardo le performance del sistema.

Lo scopo di questo capitolo è infatti quello di analizzare il sistema nel suo intero partendo dall'arrivo del camion, passando poi per la fase di check-in, quindi per quella di attesa in coda dei camion, successivamente per il carico del vettore ed infine per la fase di check-out.

Nella parte conclusiva del capitolo, verranno discussi ed analizzati nel dettaglio gli indicatori di performance impostando la critica su un trade-off dei risultati derivanti dalle simulazioni impostate lungo un periodo simulato di 1 giorno, 7 giorni, 30 giorni fino a 365 giorni.

## 4.1 Struttura del modello

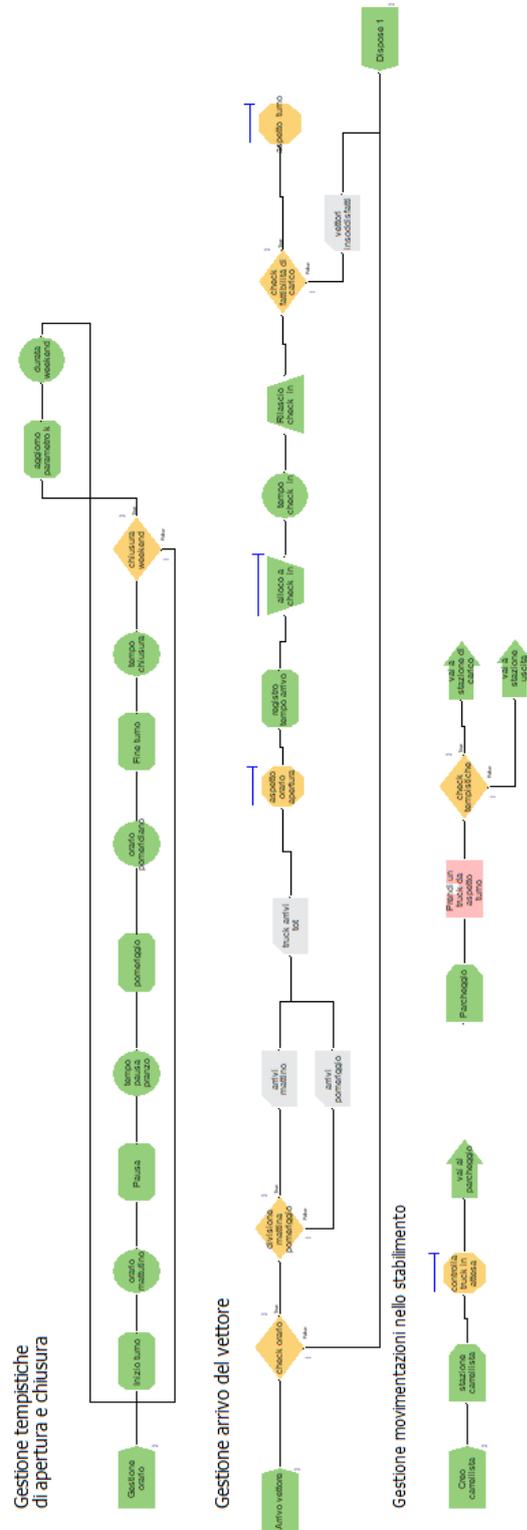


Figura 4.1: Modello di simulazione Area di carico Parte 1

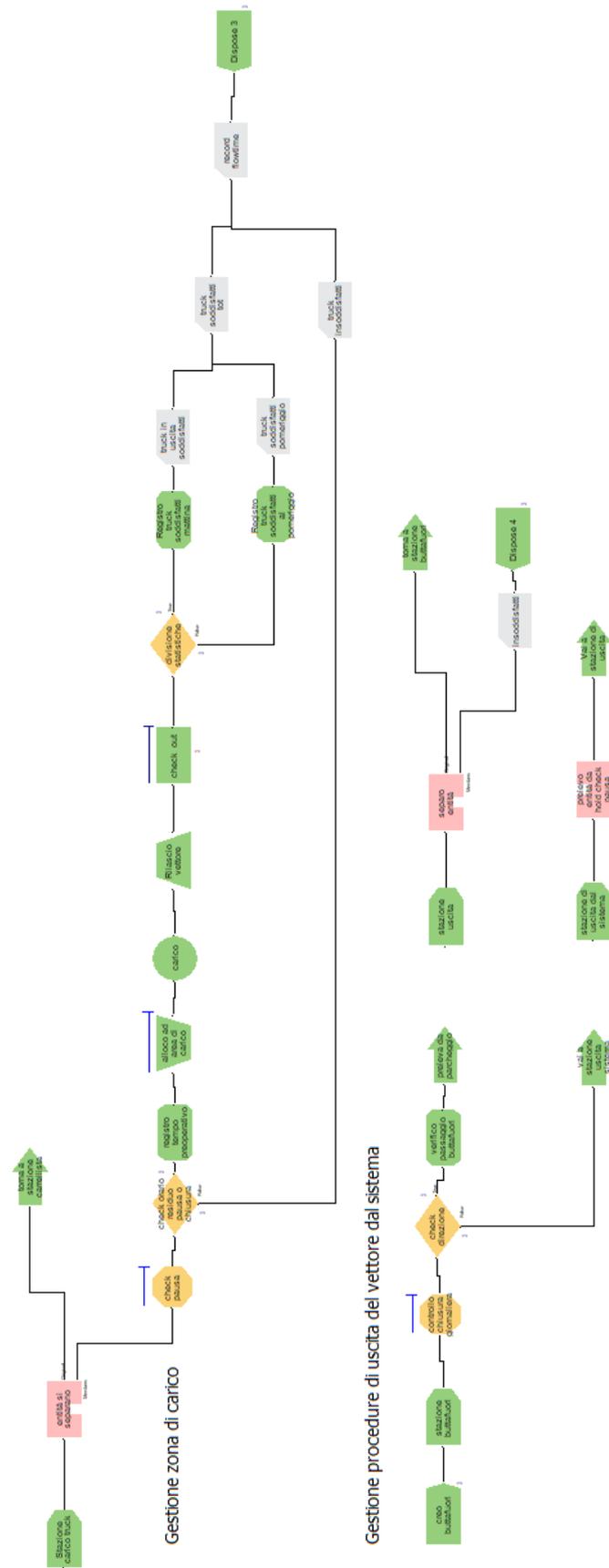


Figura 4.2: Modello di simulazione area di carico Parte 2

Le **Figura 4.2** e **4.3** rappresentano la fotografia dell'intero modello di simulazione relativo all'attività di carico. Per la realizzazione dello stesso si è utilizzato Arena, software di simulazione.

Il modello è composto da 5 segmenti:

1. Gestione del timing;
2. Gestione degli arrivi dei camion, check-in, attesa in coda;
3. Gestione della movimentazione all'interno dell'area interessata;
4. Gestione delle attività di prelievo dalla coda, carico dell'ordine sul vettore e check-out;
5. Gestione della movimentazione in uscita dei vettori dopo check-out.

Per rendere la struttura più lineare sono state fatte delle semplificazioni che hanno aiutato la realizzazione dello stesso; tra queste:

- Il materiale è sempre disponibile;
- Il camion che arriva negli ultimi quindici minuti di apertura viene espulso dal sistema;
- I vettori vengono processati secondo una logica di precedenza di arrivo;
- Se il vettore, dopo il check-in, si trova ancora nel sistema quando mancano solo quindici minuti alla chiusura allora viene espulso dal sistema come "insoddisfatto";

Le *stazioni*, dalle quali partono ed escono delle entità, sono state create appositamente per rappresentare la movimentazione delle entità nel sistema.

<i>Nome</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Espressione</i>
<i>Tempo di arrivo dei camion</i>	Poisson	Poisson
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al mattino</i>	Esponenziale	Expo(40,0 min)
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al pomeriggio</i>	Esponenziale	Expo (26,8 min)
<i>Tempo di servizio</i>	Esponenziale	Expo (17,7 min)
<i>Processo di check-in</i>	Uniforme	Unif (3,6 min)

<i>Processo di check-out</i>	Uniforme	Unif (2,6 min)
<i>Carrellista</i>		1
<i>Impiegato uff. spedizioni</i>		1

Tabella 4.1: Parametri impostati nel modello

I moduli utilizzati nel modello sono i seguenti [12] [13]:

- *Create*

È utilizzato come sorgente per generare nuove entità e rilasciarle nel modello. Le entità vengono create definendo la tipologia del tempo di inter arrivo tra due entità successive; il tipo di regola può essere random, schedule, costante o unità fisse e ancora expression, che prevede la definizione, nella voce “value” della tipologia di distribuzione associata agli inter-arrivi (Expo, Norm, Tria, etc...).

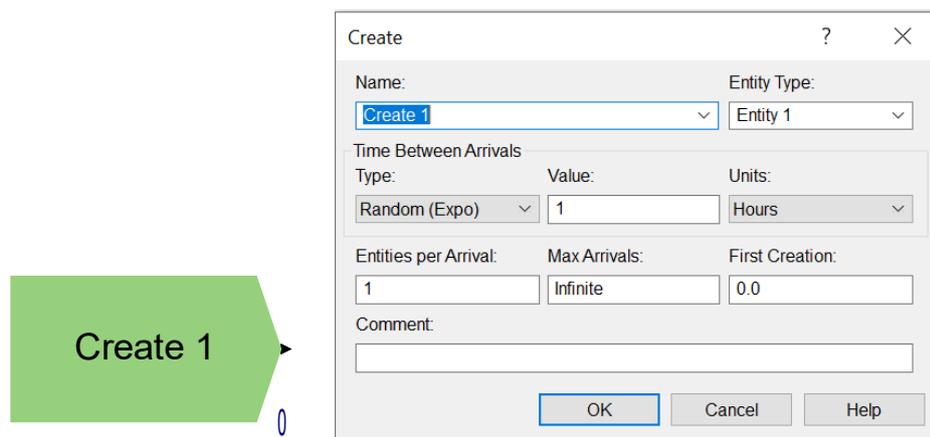


Figura 4.3: Modulo di Create

- *Assign*

È utilizzato per definire variabili, matrici di variabili, attributi e altre tipologie di entità assegnando ad essi dei valori che, a seconda della tipologia possono rimanere fissi o cambiare nel tempo.

Ogni volta che un'entità entra in questo modulo, vengono definite una o più variabili/attributi; è possibile eseguire assegnazioni agli attributi delle entità, al tipo di entità e/o alle variabili globali o ad altre variabili di sistema. Dopo che i nuovi valori sono stati assegnati, tutte le entità escono dal modulo da un unico punto di uscita.

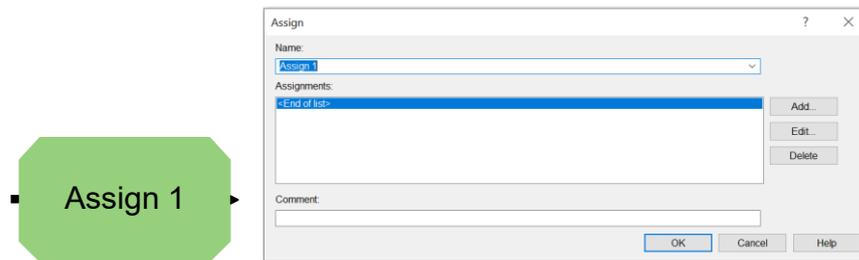


Figura 4.4: Modulo di Assign

- *Seize*

Utilizzato per allocare unità di una o più risorse a un'entità.

Quando un'entità entra in questo modulo, attende in una coda finché tutte le risorse specificate non sono disponibili contemporaneamente.

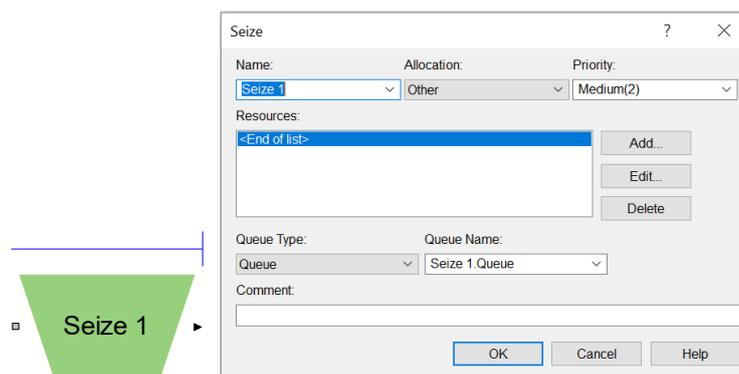


Figura 4.5: Modulo di Seize

- *Delay*

Il modulo è utilizzato per ritardare un'entità di un determinato periodo di tempo.

Quando un'entità arriva in questo modulo viene trattenuta nello stesso per il periodo di tempo definito nelle impostazioni del modulo stesso.

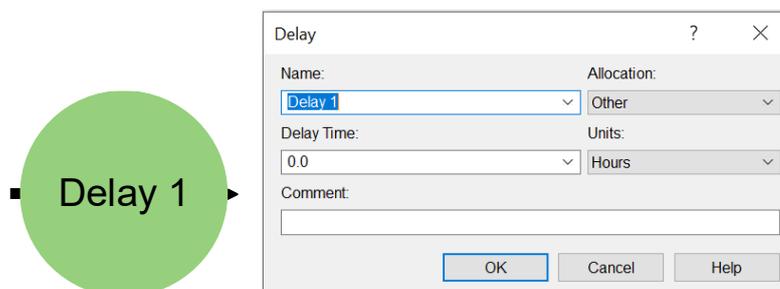
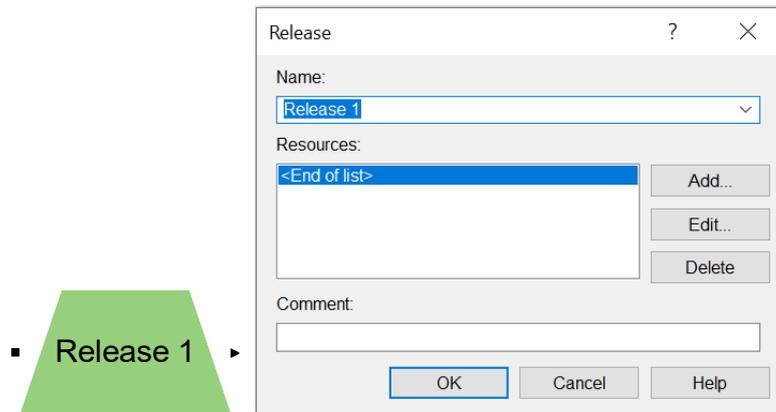


Figura 4.6: Modulo di Delay

- *Release*

Il modulo di Release, in **Figura 4.7**, viene utilizzato per rilasciare unità di una risorsa precedentemente assegnata all'entità nel modulo di *Seize*.



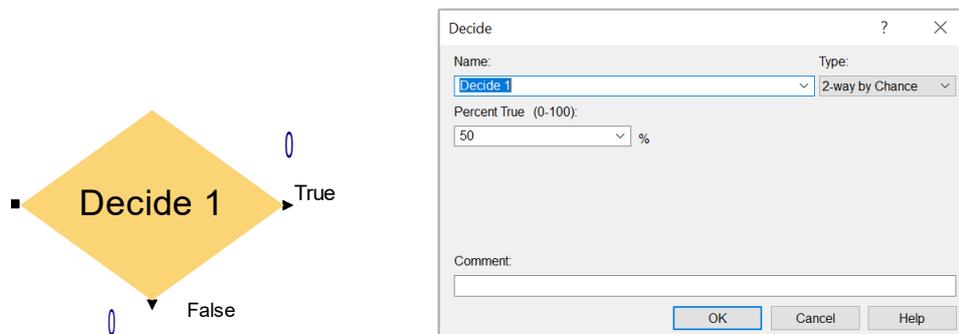
**Figura 4.7: Modulo di Release**

- *Decide*

Il modulo di Decide, in **Figura 4.8**, viene utilizzato come punto decisionale del modello.

Quando un'entità arriva in questo modulo, viene presa una decisione basata su una o più condizioni (esito deterministico) o per caso (esito causale). L'entità, quindi, lascia il modulo in un punto di uscita che è determinato dall'esito. Le condizioni si basano sui valori degli attributi, sui valori delle variabili, sulle espressioni o sul tipo di entità.

Quando il valore del parametro "Type" è 2-way by Chance o 2-way by Condition, il modello ha due punti di uscita: uno per i risultati veri (alla destra del modulo, "True") e uno per gli esiti falsi (al fondo del modulo, "False"). Quando, invece, il valore del parametro Type è N-way by Chance o N-way by Condition, il modulo avrà un'uscita per ogni risultato.

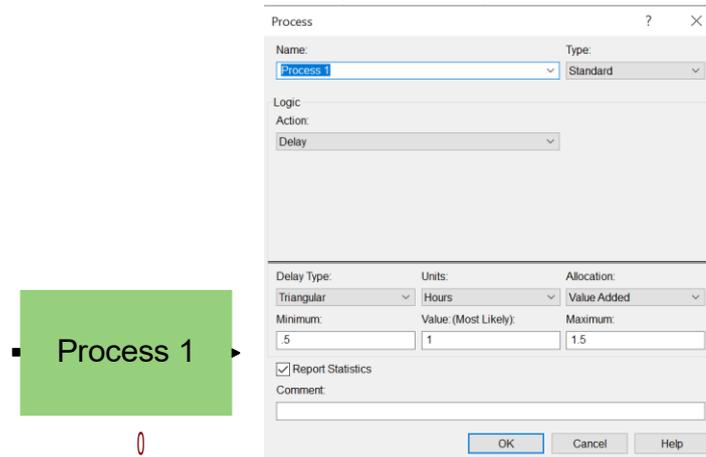


**Figura 4.8: Modulo di Decide**

- *Process*

Il modulo di process, in **Figura 4.9**, viene utilizzato come metodo di elaborazione principale delle attività.

Le entità che arrivano in questo modulo vengono elaborate in modo diverso a seconda del valore specificato nel modulo.



**Figura 4.9: Modulo di Process**

- *Hold*

Il modulo, rappresentato in **Figura 4.10**, è utilizzato per trattenere un'entità in una coda in attesa di un segnale o di una condizione che diventi vera o ancora per essere trattenuta a tempo indeterminato finché un'entità non verrà a prelevarla.

Quando un'entità arriva in questo modulo e il valore dell'attributo Type è Wait for Signal, è necessario utilizzare un modulo Signal per inviare il segnale richiesto che consente all'entità di passare al modulo successivo. Se il valore dell'attributo Type è Scan for Condition, l'entità rimarrà nel modulo fino a quando le condizioni definite nel parametro "Condition" diventano vere. Se invece il valore è "Hold infinito", il periodo di attesa è indefinito, a meno che non venga utilizzato un modulo di rimozione per consentire all'entità di continuare il percorso. La coda di attesa per le entità può essere specificata nell'attributo Queue.

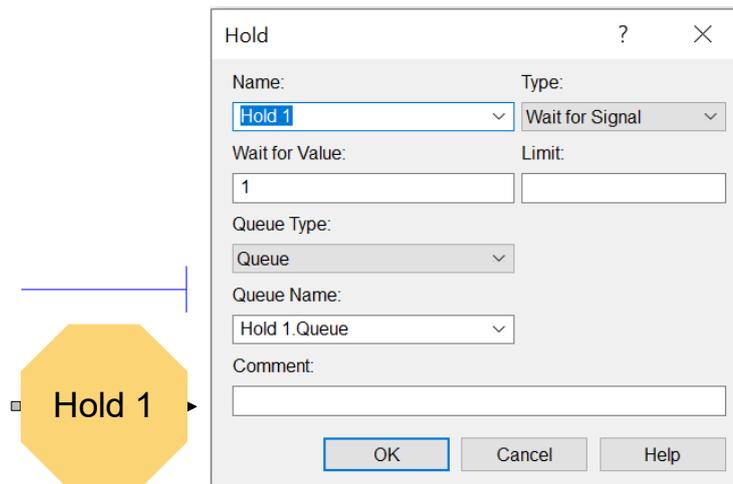


Figura 4.10: Modulo di Hold

- *Record*

Il modulo di record, in **Figura 4.11**, viene utilizzato per raccogliere le statistiche in una posizione particolare del modello.

Quando l'entità arriva in questo modulo, una singola statistica specificata dall'utente viene quindi registrata e l'entità quindi esce dal modulo.

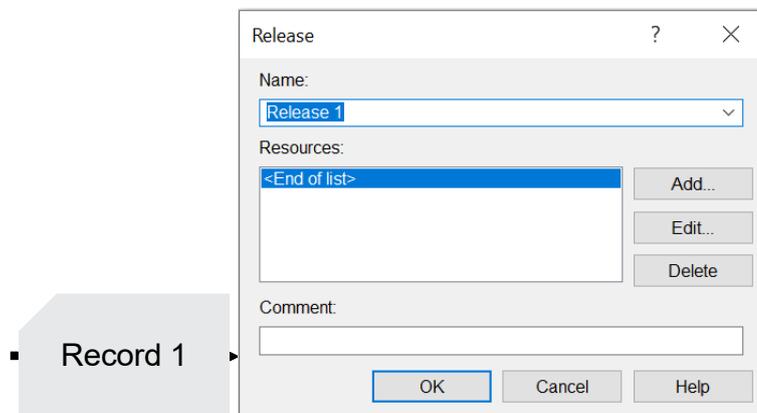


Figura 4.11: Modulo di Record

- *Station*

Il modulo di station, in **Figura 4.12**, è utilizzato per definire una stazione o un insieme di stazioni corrispondenti a una posizione fisica o logica in cui avviene l'elaborazione. Un'entità arriva in questo modulo direttamente da uno qualsiasi dei moduli in cui è iniziato il trasferimento anche se questi non sono collegati direttamente al modulo station.

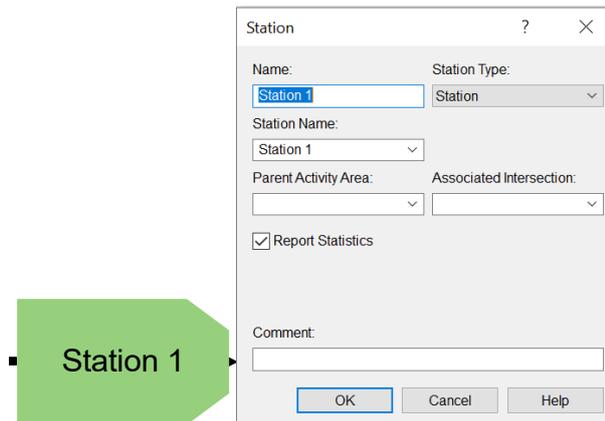


Figura 4.12: Modulo di Station

- *Route*

Il modulo di route, rappresentato in **Figura 4.13**, viene utilizzato per trasferire un'entità verso una stazione specifica o in una stazione successiva nella sequenza di stazione definita per quell'entità.

Quando un'entità arriva in questo modulo, il suo attributo "Station" è impostato sulla stazione di destinazione. L'entità viene quindi inviata a questa stazione di destinazione e vi arriverà dopo il periodo di tempo specificato nel parametro "Route Time". Se la destinazione è sequenziale, la stazione successiva è determinata dalla sequenza delle entità e dal "passo" all'interno della sequenza.

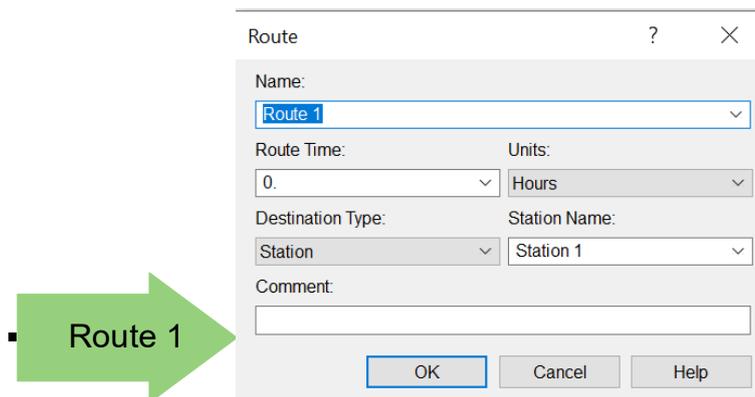
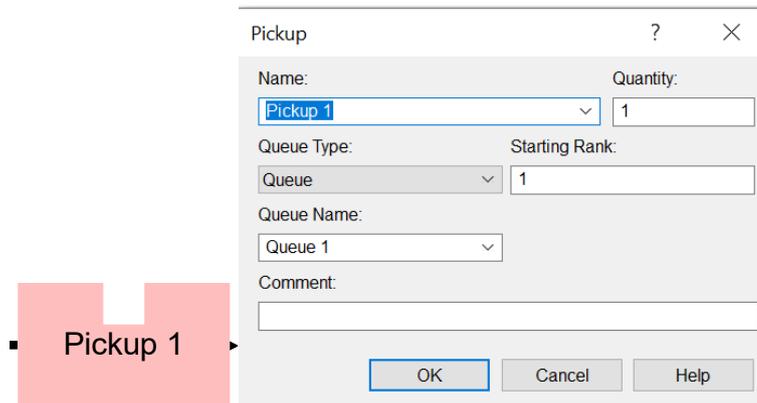


Figura 4.13: Modulo di Route

- *Pick-up & Dropoff*

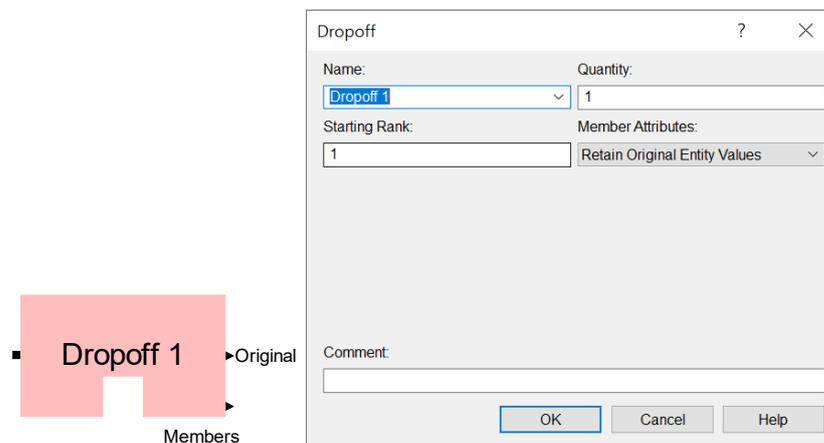
Il primo, in **Figura 4.14**, è utilizzato per rimuovere un numero di entità consecutive da una determinata coda.

Quando un gruppo di entità arriva in questo modulo, rimuove uno specifico numero di entità da una coda specificata a partire da uno specifico rango nella coda. Le entità prelevate verranno quindi aggiunte alla fine di un gruppo di entità in entrata.



**Figura 4.14: Modulo di Pickup**

Il secondo, in **figura 4.15**, è utilizzato per rimuovere un numero specifico di entità da un'entità o da un gruppo di entità per inviarle al modulo successivo.



**Figura 4.15: Modulo di Dropoff**

- *Dispose*

Il modulo di dispose, in **Figura 4.16**, è utilizzato come punto di uscita delle entità dal modello di simulazione.

Le entità che arrivano in questo modulo vengono eliminate e rimosse dal modello.

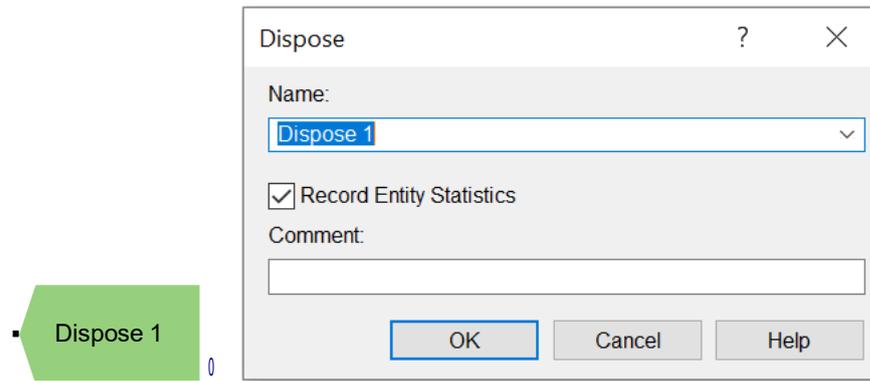


Figura 4.16: Modulo di Dispose

## Gestione del timing

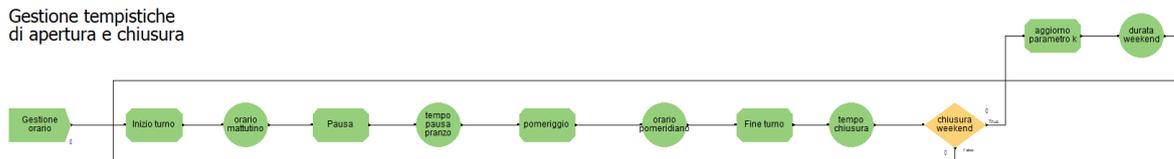


Figura 4.17: Gestione del timing

La **Figura 4.17** rappresenta la parte del modello relativa alla gestione dell'orario lavorativo.

L'entità creata nel modulo di *create* "Gestione apertura" è unica e circola nel segmento fino alla fine della simulazione. Creata l'entità, questa fluisce in una sequenza ripetuta di moduli; il primo modulo "Inizio turno", di tipo *assign*, aggiorna il valore relativo alla *variabile* "Aperto" che identifica la fascia oraria relativa all'apertura (i.g. aperto=2 per il mattino, aperto=3 per il pomeriggio e aperto=1 per la pausa e aperto=0 per la chiusura). Il modulo seguente "orario mattutino" è di tipo *delay* e ha il compito di far avanzare il tempo di simulazione del valore relativo alla fascia oraria di riferimento (i.g. 4.5h per il mattino, 1h per la pausa, 3.5h per il pomeriggio e 15h per la chiusura). La sequenza poi si ripete per la pausa pranzo, per il pomeriggio e per la chiusura; l'entità, infine, passa per un modulo di *decide* chiamato "Chiusura weekend" attraverso il quale viene direzionata esclusivamente o nel ramo connesso al "true", se il tempo simulato corrisponde alla fine del quinto giorno della settimana, o nel ramo connesso al "false" se il tempo di simulazione è minore rispetto a quello corrispondente al quinto giorno della settimana.

L'entità che esce dal ramo true viene indirizzata nel modulo di delay "Weekend" dove l'entità rimane per un tempo corrispettivo di due giorni, proprio per simulare il fine settimana.

### Gestione degli arrivi dei camion, check-in, attesa in coda

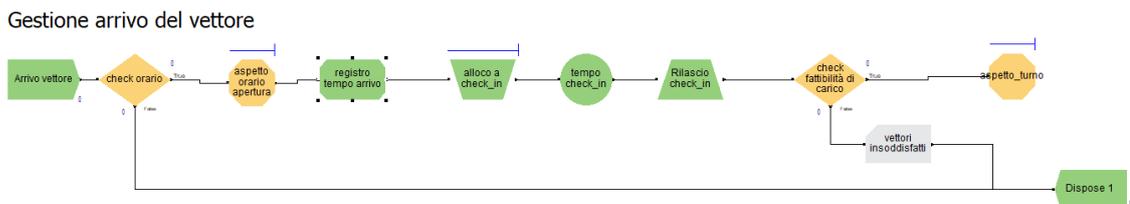


Figura 4.18: Gestione degli arrivi dei camion, del check-in e dell'attesa in coda

La Figura 4.18 rappresenta il flusso di attività relative alla gestione dell'arrivo dei camion in stabilimento fino all'attesa degli stessi per essere processati.

L'entità *vettore*, creata nel primo modulo, si sposta da sinistra verso destra seguendo le linee in nero; dopo un primo check riguardo l'orario, tramite il modulo di decide "check orario", viene registrato l'arrivo del vettore definendo nel modulo di *assign* "registro tempo arrivo" una variabile "arrivi" che si aggiorna di una unità ogni volta che un'entità passa nel modulo; successivamente l'entità viene sottoposta, dall'impiegato dell'area spedizioni, al vaglio del check-in e, una volta terminata la registrazione, resta in attesa di essere processato.

### Gestione della movimentazione all'interno dell'area interessata



Figura 4.19: Gestione della movimentazione interna

La Figura 4.19 rappresenta i segmenti di movimentazione interna dell'area di carico.

La struttura sulla sinistra rappresenta la "stazione" di partenza del carrellista il quale, una volta verificata la presenza di vettori in attesa, si reca, tramite il modulo *route* "vai al parcheggio", nell'area di sosta per prelevare un camion dalla coda.

Da lì l'entità si sposta poi alla stazione "Parcheggio" dove prende "fisicamente" in carico il camion e lo trasporta nell'area di carico se il tempo residuo è maggiore di quindici minuti, altrimenti lo accompagna all'uscita, se minore.

*Gestione delle attività di prelievo dalla coda, carico dell'ordine sul vettore e check-out*

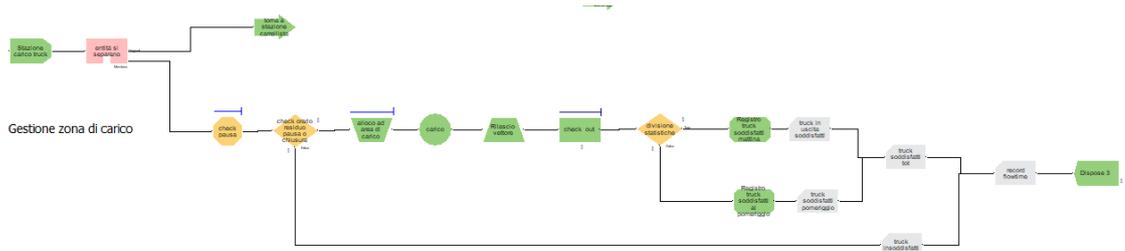


Figura 4.20: Gestione del prelievo del camion dalla coda, attività di carico e check-out

La **Figura 4.20** rappresenta processo relativo all'attività di carico del camion, all'attività di check-out e all'uscita dell'entità dal sistema.

Una volta entrate nel segmento, le due entità, carrellista e vettore, unite in precedenza (Arena non è in grado di processare sulla stessa linea due entità parallelamente) tramite il modulo di *pick-up*, vengono separate, tramite il modulo *drop-off*, e, il "carrellista" torna alla sua stazione in attesa di prelevare un altro vettore, mentre l'entità "vettore" fluisce nel segmento dove verrà sottoposto all'attività di carico della merce. Terminato il carico della merce, il vettore passa poi per l'attività di check-out per poi uscire, infine, dal sistema.

*Gestione della movimentazione in uscita dei vettori dopo check-out*

Gestione procedure di uscita del vettore dal sistema

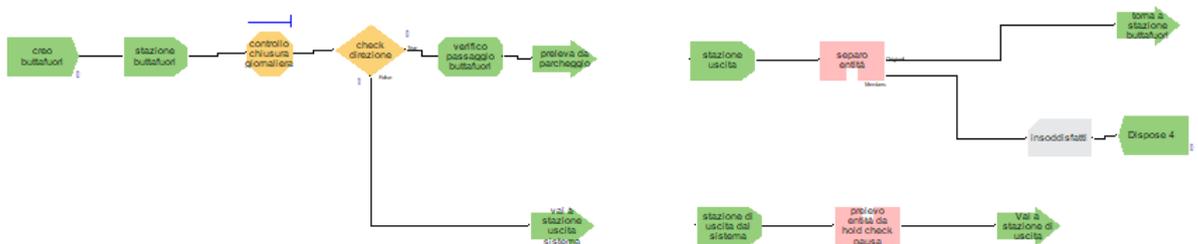


Figura 4.21: Gestione della movimentazione in uscita dei vettori

La **Figura 4.21** rappresenta le ultime fasi del modello: il segmento di sinistra rappresenta la movimentazione nel sistema di un'entità fittizia chiamata "buttafuori" con lo scopo di creare un'entità che prelevi altre entità bloccate all'interno del modello dopo l'orario di chiusura.

Questo trucco viene applicato con lo scopo di evitare distorsioni nel calcolo dei risultati delle simulazioni. Il segmento di destra invece è stato creato per espellere le entità dal sistema nel momento in cui queste non riescono a rispettare gli orari lavorativi.

Per lo studio del modello e del sistema nel suo intero, cercando di portare un supporto numerico alla ricerca, sono stati definiti degli indicatori di performance che valutano il modello nei suoi punti fondamentali; i KPIs in questione sono:

- Flowtime, cioè il tempo medio che un'entità resta nel sistema;
- Waiting time, cioè il tempo massimo di attesa in coda
- Numero di camion soddisfatti al mattino;
- Numero di camion soddisfatti al pomeriggio;
- Numero di camion complessivamente soddisfatti;
- % di trucks soddisfatti al mattino;
- % di trucks soddisfatti al pomeriggio;
- % utilizzo medio del carrellista;
- % utilizzo medio impiegato ufficio spedizioni;
- Numero massimo di truck in coda.

Nei punti precedenti si è quindi impostato il costruito del modello e tutti gli indicatori di performance necessari all'analisi. L'ultimo step prima del run della simulazione è quello di andare a definire un corretto setup della simulazione stessa.

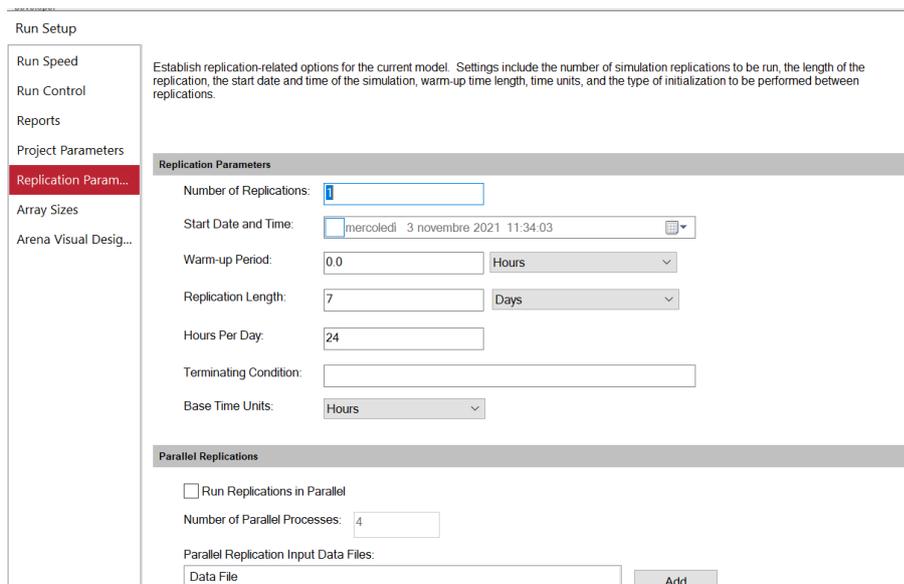


Figura 4.22: Setup del modello di simulazione

La figura 4.22 rappresenta la finestra di setup della simulazione. Ogni voce presente varia a seconda di come è necessario impostare il modello. Nel caso in analisi le voci rimangono tutte costanti tranne “Replication Length” che varia a seconda della lunghezza della simulazione che vogliamo simulare; in questo caso viene riportata una lunghezza di 7 giorni, ma, come si vedrà in seguito, sono state fatte delle simulazioni impostando un tempo simulato di un 1 giorno, 30 giorni e 365 giorni così da simulare il sistema in diverse condizioni.

Di seguito i risultati delle simulazioni:

	1 gg	7 gg	30gg	365gg
<i>Flowtime [min]</i>	51	51	46	46
<i>Waiting time[min]</i>	40			
<i>#truck soddisfatti mattina [unità]</i>	8	26	82	1023
<i># truck soddisfatti pomeriggio [unità]</i>	9	43	142	1633
<i># truck soddisfatti totali [unità]</i>	17	69	224	2656

<i>% truck soddisfatti mattino [%]</i>	47	38	37	39
<i>% truck soddisfatti pomeriggio [%]</i>	53	62	63	61
<i>% utilizzo medio carrellista [%]</i>	21	15	10	9
<i>% utilizzo medio impiegato [%]</i>	10	6	5	4
<i># truck massimo in coda [unità]</i>	1	2	3	5

**Tabella 4.2:** Tabella relativa ai dati ricavati dalle simulazioni del modello benchmark

La **Tabella 4.2** riporta i risultati relativi alla simulazione del caso benchmark del modello. I risultati mostrano come ci sia un piccolo sbilanciamento al pomeriggio degli arrivi; tale risultato diventa ancora più marcato nel lungo periodo, con una differenza, nell'arco di un anno, di circa il 20%. Ciò conferma quanto già analizzato nel **capitolo 3**, cioè che la probabilità di avere entità in coda al pomeriggio è più alta rispetto al mattino; tale risultato risulta in contrapposizione con l'orario di apertura dell'area spedizioni poiché il turno mattutino, essendo di 4,5 ore, dovrebbe risultare più carico rispetto a quello pomeridiano che invece si estende per 3,5 ore.

Dalla tabella, inoltre, risulta che il numero massimo di vettori in coda sia di sei; questo risultato è al limite con l'attuale capienza dell'area di sosta presente.

Ultima ma non per importanza è la % di utilizzo medio del carrellista, la quale risulta al 21%: questo è un risultato importante in quanto suggerisce che l'attività di carico della merce sul vettore prende al carrellista un quarto del suo tempo lavorativo e che quindi, con opportune considerazioni e valutazioni, il carrellista potrebbe lavorare anche su altre attività diventando così quella risorsa jolly di cui l'azienda ha bisogno.

Per avere una più larga prospettiva d'insieme e, per cercare di creare la migliore configurazione di performance del modello, il caso benchmark, sopra descritto, verrà confrontato con tre casi differenti con l'obiettivo di mettere a confronto i diversi scenari e valutare quali di questi restituisce le performance migliori.

	<b>Parametri</b>
<b>1° caso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Come benchmark</li> <li>• 2 Carrellisti</li> </ul>
<b>2° caso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Arrivo ogni 15 minuti</li> <li>• 1 Carrellista</li> </ul>
<b>3° caso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Arrivo ogni 15 minuti</li> <li>• 2 Carrellisti</li> </ul>
<b>4° caso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Arrivo ogni 30 minuti</li> <li>• 1 Carrellista</li> </ul>
<b>5° caso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Arrivo ogni 30 minuti</li> <li>• 2 Carrellisti</li> </ul>

**Tabella 4.3: Parametri casi di confronto**

La **Tabella 4.3** rappresenta il valore dei parametri per ogni casistica che verrà confrontata con il caso benchmark.

### Caso 1

Nel primo caso di confronto il valore relativo al numero di risorse “carrellista” viene cambiato e portato da una unità a due con lo scopo di confrontare i risultati per verificare se la presenza di un carrellista in più possa effettivamente portare notevoli miglioramenti all’attuale situazione.

<i>Nome</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Espressione</i>
<i>Tempo di arrivo dei camion</i>	Poisson	
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al mattino</i>	Esponenziale	Expo (40)
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al pomeriggio</i>	Esponenziale	Expo (26,8)
<i>Tempo di servizio</i>	Esponenziale	Exp (18 min)
<i>Processo di check-in</i>	Uniforme	Unif (3,5)
<i>Processo di check-out</i>	Uniforme	Unif (2,6)
<i>Carrellista</i>		<b>2</b>
<i>Impiegato uff. spedizioni</i>		1

Tabella 4.4: Parametri utilizzati nel primo caso di confronto

	<i>1 gg</i>	<i>7 gg</i>	<i>30gg</i>	<i>365gg</i>
<i>Flowtime [min]</i>	33	32	30	32
<i>Waiting time [min]</i>	26			
<i>#truck soddisfatti mattino [unità]</i>	5	36	92	1068
<i># truck soddisfatti pomeriggio [unità]</i>	5	38	131	1575
<i># truck soddisfatti totali [unità]</i>	10	63	223	2643

<i>% truck soddisfatti mattino [%]</i>	50	40	41	40.5
<i>% truck soddisfatti pomeriggio [%]</i>	50	60	59	59.5
<i>% utilizzo medio carrellista [%]</i>	8	6	4.5	4.5
<i>% utilizzo medio impiegato [%]</i>	6	5	4	4
<i># truck massimo in coda [unità]</i>	0	1	1	1

**Tabella 4.5: Risultati Caso 1**

La **tabella 4.5** riporta i risultati alla simulazione del primo caso di confronto. Rispetto al caso benchmark, avere una risorsa in più nell'attività di carico porta i seguenti risultati:

- Il tempo medio nel sistema di un vettore passa da 50 minuti a 33;
- La ripartizione del carico del lavoro non risulta più sbilanciata al pomeriggio ma risulta equamente bilanciata;
- Nel lungo periodo la coda arriva ad un massimo di una unità in coda rispetto alle 6 unità del caso benchmark.

## Caso 2

In questo secondo caso il parametro di confronto non è più la risorsa carrallista ma l'analisi si sposta sul valore associato alla distribuzione del processo di arrivo. Questo nel caso benchmark era rappresentato da una distribuzione esponenziale con media 40 minuti al mattino e 27 al pomeriggio; in questo caso l'arrivo di un nuovo vettore accade ogni 15 minuti e il numero di carrellisti presenti nel sistema assume di nuovo un valore unitario.

<i>Nome</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Espressione</i>
<i>Tempo di arrivo dei camion</i>	Poisson	
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al mattino</i>	Costante	15 minuti

<i>Tempo di inter arrivo dei camion al pomeriggio</i>	Costante	15 minuti
<i>Tempo di servizio</i>	Esponenziale	Expo (18 min)
<i>Processo di check-in</i>	Uniforme	Unif (3,5)
<i>Processo di check-out</i>	Uniforme	Unif (2,6)
<i>Carrellista</i>		1
<i>Impiegato uff. spedizioni</i>		1

**Tabella 4.6:** Parametri utilizzati nel Caso 2 di confronto.

La **Tabella 4.6** mostra i nuovi valori di set up della simulazione. Si è deciso di utilizzare fasce di arrivo ad intervalli costanti di 15 minuti con l'obiettivo di allineare il tempo medio di arrivo con quello di servizio della coda.

	<i>1 gg</i>	<i>7 gg</i>	<i>30gg</i>	<i>365gg</i>
<i>Flowtime [min]</i>	67	81	75	71
<i>Waiting time [min]</i>	44			
<i>#truck soddisfatti mattino [unità]</i>	13	56	185	2138
<i># truck soddisfatti pomeriggio [unità]</i>	18	81	259	3049
<i># truck soddisfatti totali [unità]</i>	31	137	444	5187
<i>% truck soddisfatti mattino [%]</i>	42	41	42	41
<i>% truck soddisfatti pomeriggio [%]</i>	58	59	58	59
<i>% utilizzo medio carrellista [%]</i>	34	24	19	18
<i>% utilizzo medio impiegato [%]</i>	19	12	9	8

# truck massimo in coda [unità]	2	4	9	17
---------------------------------	---	---	---	----

Tabella 4.7: risultati simulazione Caso 2

La **Tabella 4.7** mostra come i risultati relativi al Caso 2. Rispetto al caso benchmark, avere intervalli di arrivo di 15 minuti permette di portare il numero di vettori soddisfatti da 17 a 31 aumentando l'efficienza su questo parametro di circa 45% rispetto al valore di partenza.

Il flowtime risulta di 67 minuti, risultato peggiore rispetto al caso di riferimento; anche la % di utilizzazione del carrellista passa dal 21 al 34%: risultato a dimostrazione del maggiore carico di lavoro dovuto ad un maggiore afflusso di vettori in stabilimento.

Impostare fasce da 15 minuti porta il sistema ad avere nuovamente uno sbilanciamento del lavoro al pomeriggio.

### Caso 3

Il terzo caso mette insieme le informazioni del primo e del secondo scenario proiettando quindi l'analisi verso una situazione ideale.

<i>Nome</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Espressione</i>
<i>Tempo di arrivo dei camion</i>	Poisson	
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al mattino</i>	Costante	15
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al pomeriggio</i>	Costante	15
<i>Tempo di servizio</i>	Esponenziale	Exp (18 min)
<i>Processo di check-in</i>	Uniforme	Unif (3,5)
<i>Processo di check-out</i>	Uniforme	Unif (2,6)
<i>Carrellista</i>		2
<i>Impiegato uff. spedizioni</i>		1

Tabella 4.8: Tabella parametri Caso 3

La **tabella 4.8** mostra l'insieme dei parametri utilizzati nel setup della simulazione relativamente al caso 3. Rispetto al benchmark la situazione è differente, infatti la

distribuzione associata al processo di arrivo non è più una poisson ma una costante con intervalli di arrivo di 15 minuti e il valore relativo alla risorsa carrellista passa da un'unità a due.

	1 gg	7 gg	30gg	365gg
<i>Flowtime [min]</i>	37	36	33	34
<i>Waiting time [min]</i>	27			
<i>#truck soddisfatti mattina [unità]</i>	17	77	236	2674
<i># truck soddisfatti pomeriggio [unità]</i>	14	74	260	3049
<i># truck soddisfatti totali [unità]</i>	31	151	496	5723
<i>% truck soddisfatti mattina [%]</i>	55	51	48	47
<i>% truck soddisfatti pomeriggio [%]</i>	45	49	52	53
<i>% utilizzo medio carrellista [%]</i>	20	15	10	10
<i>% utilizzo medio impiegato [%]</i>	18	12	9	9
<i># truck massimo in coda [unità]</i>	1	1	1	1

**Tabella 4.9: Risultati simulazione Caso 3**

La **tabella 4.9** riporta i risultati relativi al Caso 3.

Duplicando il numero di carrellisti rispetto al caso benchmark sia portando il tempo di arrivo da un esponenziale di 40 minuti al mattino e 26 al pomeriggio a un'arrivo ogni 15 minuti, il flowtime diminuisce sostanzialmente, portando il suo valore da 67 a 37 minuti. Congruamente con gli studi effettuati, la percentuale di utilizzazione del carrellista si trova in linea con quella del caso benchmark.

L'aver imposto delle fasce orarie di arrivo di quindici minuti, si lega alla soluzione di gestione dell'assegnazione delle fasce di carico e scarico che verrà argomentata nel prossimo capitolo. La fascia di 15 minuti è studiata in modo tale che il carrellista riesca a soddisfare efficacemente il vettore; inoltre, tale soluzione, sembra adeguata in quanto il carrellista conoscendo la coda dei vettori in entrata può organizzare al meglio la merce nell'area deposito prodotto finito ottimizzando i tempi di spostamento di materiale interno.

#### Caso 4

L'ultimo caso ha come obiettivo quello di costruire un confronto di performance tra il caso 3 e il caso benchmark.

<i>Nome</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Espressione</i>
<i>Tempo di arrivo dei camion</i>	Poisson	
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al mattino</i>	Costante	30
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al pomeriggio</i>	Costante	30
<i>Tempo di servizio</i>	Esponenziale	Expo (18 min)
<i>Processo di check-in</i>	Uniforme	Unif (3,5)
<i>Processo di check-out</i>	Uniforme	Unif (2,6)
<i>Carrellista</i>		1
<i>Impiegato uff. spedizioni</i>		1

Tabella 4.10: Parametri relativi al Caso 4

La **tabella 4.10** riporta i parametri relativi al Caso 4. Rispetto al Caso 3 e al caso benchmark, in questo modello l'intervallo di arrivo è settato su 30 minuti.

*1 gg                      7 gg                      30gg                      365gg*

<i>Flowtime [min]</i>	37	42	37	37
<i>Waiting time [min]</i>	26			
<i>#truck soddisfatti mattino [unità]</i>	9	41	117	1297
<i># truck soddisfatti pomeriggio [unità]</i>	7	35	139	1595
<i># truck soddisfatti totali [unità]</i>	16	76	254	2892
<i>% truck soddisfatti mattino [%]</i>	56	54	45	45
<i>% truck soddisfatti pomeriggio [%]</i>	44	46	55	55
<i>% utilizzo medio carrellista [%]</i>	18	14	11	10
<i>% utilizzo medio impiegato [%]</i>	10	6	5	4
<i># truck massimo in coda [unità]</i>	1	1	1	2

**Tabella 4.11: Risultati Caso 4**

La **Tabella 4.11** riporta i risultati relativo al Caso 4.

Rispetto ai casi sopra citati, questo presenta un flowtime di 37 minuti, in linea con il caso 3 ma migliore rispetto al benchmark. Il numero di vettori soddisfatti giornalmente è più basso rispetto al caso 3 (risultato atteso) ma in linea con il caso di riferimento (17 vettori soddisfatti in un giorno) cosa che si ripete anche con la percentuale di utilizzazione del carrellista, più alta nel caso 3.

Rispetto agli altri casi, quest'ultimo, vede uno sbilanciamento del carico lavorativo al mattino: il risultato ottenuto però è coerente con la ripartizione dell'orario lavorativo tra mattina e pomeriggio, rendendo così allenate le performance del sistema ideale con quello reale.

<i>Nome</i>	<i>Distribuzione</i>	<i>Espressione</i>
-------------	----------------------	--------------------

<i>Tempo di arrivo dei camion</i>	Poisson	
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al mattino</i>	Costante	30
<i>Tempo di inter arrivo dei camion al pomeriggio</i>	Costante	30
<i>Tempo di servizio</i>	Esponenziale	Expo (18 min)
<i>Processo di check-in</i>	Uniforme	Unif (3,5)
<i>Processo di check-out</i>	Uniforme	Unif (2,6)
<i>Carrellista</i>		2
<i>Impiegato uff. spedizioni</i>		1

**Tabella 4.12: Parametri Caso 5**

La **tabella 4.12** riporta i parametri relativi al Caso 5. Ripetto al Caso 4 viene raddoppiato il numero di carrellisti utilizzati.

	<i>1 gg</i>	<i>7 gg</i>	<i>30gg</i>	<i>365gg</i>
<i>Flowtime [min]</i>	28	32	32	32
<i>Waiting time [min]</i>	20			
<i>#truck soddisfatti mattino [unità]</i>	9	41	118	1333
<i># truck soddisfatti pomeriggio [unità]</i>	7	35	133	1559
<i># truck soddisfatti totali [unità]</i>	16	76	251	2892
<i>% truck soddisfatti mattino [%]</i>	56	54	47	46
<i>% truck soddisfatti pomeriggio [%]</i>	44	46	53	54

<i>% utilizzo medio carrellista [%]</i>	9	7	6	5
<i>% utilizzo medio impiegato [%]</i>	9	6	5	5
<i># truck massimo in coda [unità]</i>	1	1	1	1

**Tabella 4.14.1: Risultati Caso 5**

La **tabella 4.13** riporta i risultati relativi al Caso 5. Rispetto al caso precedentemente analizzato, avere due carrellisti invece di uno, porta ad avere un flowtime più basso, 28 minuti, e di conseguenza anche una % di utilizzazione della risorsa dimezzata.

Nel capitolo successivo verranno analizzati quelli che sono i risultati ottenuti nei capitoli fino ad ora trattati ed inoltre verranno proposte delle soluzioni future alle criticità presentatesi.

## 5 Risultati e Soluzioni future

### 5.1 Risultati

Dai risultati ottenuti nei precedenti capitoli sono emerse diverse criticità relativamente ai flussi merce.

Tracciare il flusso del prodotto nell'area di riferimento ha permesso di individuare i punti critici della catena e ha permesso, inoltre, di regalare a tutti i dipendenti una chiara e precisa linea di quelle che sono le attività che interessano la merce all'interno dell'area spedizioni.

Le criticità in questione sono:

- Tempi di attesa in coda troppo lunghi;
- Non ottimale gestione della programmazione delle fasce di carico e scarico.
- Assenza di sincronizzazione tra produzione, magazzino prodotto finito e area spedizione;
- Presenza di adeguati spazi interni per un corretto e strategico posizionamento della merce;
- Discrepanza tra risorse ed entità;
- Corretta gestione delle priorità di carico.

Dallo studio della coda è emerso che l'intervallo di tempo tra un arrivo e il successivo è di tipo esponenziale con un tasso  $\lambda_1 = 0,025 \text{ arrivi/min}$  per il mattino e  $\lambda_2 = 0,037 \text{ arrivi/min}$  per il pomeriggio; il tempo di servizio della coda segue una distribuzione esponenziale con parametro  $\lambda = 3,38 \text{ serviti/orari}$ ; c'è una sola risorsa che opera nel sistema; la coda ha capacità finita pari a 5 unità e la metodologia di servizio è SIRO, cioè di tipo casuale basata su delle priorità stabilite dal personale dell'ufficio spedizioni.

Per riassumere quindi, la coda relativa agli arrivi dei camion nell'area di carico è definita come una  $M/M/1/5/SIRO$ .

Una volta definita la nomenclatura, dai calcoli degli indicatori di performance è emerso che il numero di arrivi in azienda è maggiore al pomeriggio con un tasso  $\lambda$  di  $2,2 \text{ arrivi/h}$  rispetto al mattino che presenta un tasso di arrivo pari a  $1,5 \text{ arrivi/h}$ .

La capacità di servizio della coda da parte del carrellista è la stessa sia per il mattino che per il pomeriggio, con un tasso  $\mu = 3 \text{ unità/h}$ .

Il forte sbilanciamento pomeridiano del carico di lavoro viene confermato da altri due indicatori: il tempo medio di attesa nel sistema ( $W_s$ ) e il fattore di utilizzazione ( $\rho$ ).

Per quanto riguarda il primo, al mattino il tempo medio di attesa nel sistema (coda+servizio) è di circa 30 minuti, mentre nel pomeriggio raddoppia, sfiorando l'ora.

Il fattore di utilizzazione è del 44% al mattino, mentre nel pomeriggio aumenta del 22%, raggiungendo una saturazione del 66%.

Dallo studio dei flussi, facendo riferimento in particolare al modello di simulazione, sono emersi altri due risultati importanti:

- La risorsa “carrellista” relativamente alla sola attività di carico, risulta avere una percentuale di utilizzazione del 21%;
- Il numero massimo di entità in coda in una giornata, relativamente al caso benchmark, è al più di cinque unità.

Il primo risultato è molto interessante perché permette all'azienda di affidare alla risorsa, non solo l'attività di carico della merce sul vettore in uscita, ma anche altri lavori ausiliari a questo; inoltre, alla necessità, il carrellista, potrebbe diventare una figura jolly e aiutare, sempre nelle mansioni a lui affini, altri colleghi nei momenti di pieno carico e ciò eviterebbe, alla Dayco, di assumere nuovo personale temporaneamente.

Per quanto riguarda il numero di entità in coda, il risultato ottenuto rispetta le attese in quanto l'azienda dispone già di un'area di sosta con cinque aree di attesa e quindi il risultato conferma che non ci sono, attualmente, necessità di ampliare, almeno nel breve periodo e con questi carichi di lavoro, la capacità del parcheggio.

Oltre al caso benchmark, nel capitolo 4, sono stati analizzati 5 casi, ognuno con una configurazione differente.

Nel paragrafo successivo si analizzano i risultati ottenuti per ogni configurazione relativamente agli indicatori di performance che più influenzano l'efficienza e l'inefficienza del sistema.

## Analisi Efficienza

L'analisi relativa all'efficienza del sistema vuole studiare i risultati relativi alle misure di performance che possano rendere il sistema il più efficiente possibile.

I parametri scelti per l'analisi sono:

- Flowtime;
- Numero di vettori soddisfatti;
- % di utilizzazione della risorsa *carrellista*.

## Flowtime

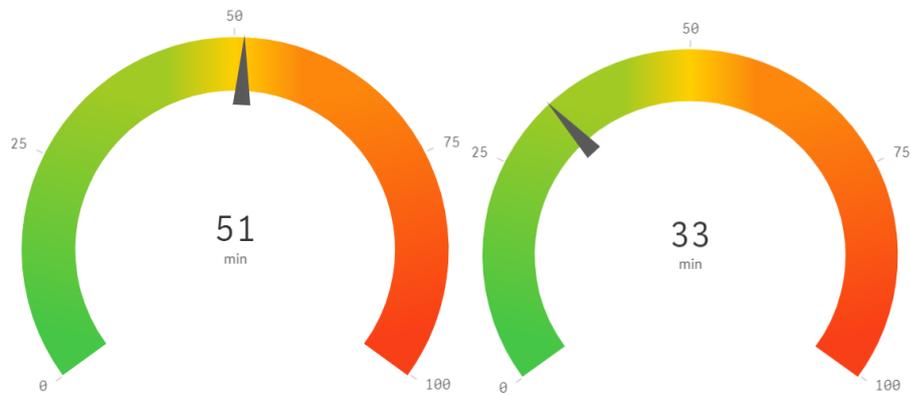


Figura 5.1: Flow time Benchmark

Figura 5.2: Flow time Caso 1

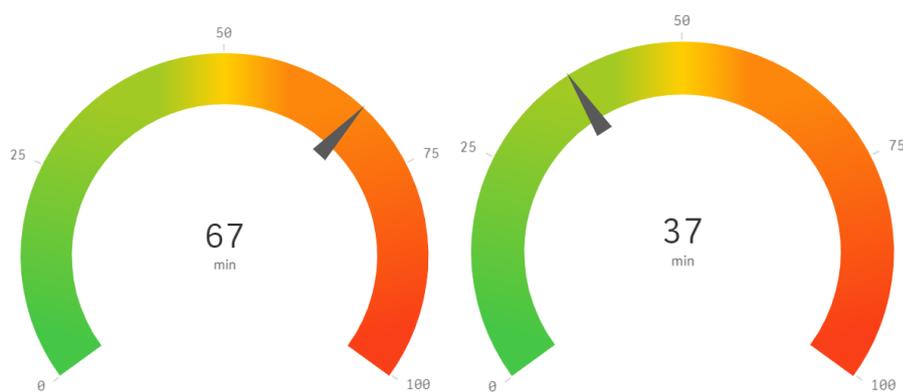


Figura 5.3: Flow time Caso 2

Figura 5.4: Flow time Caso 3

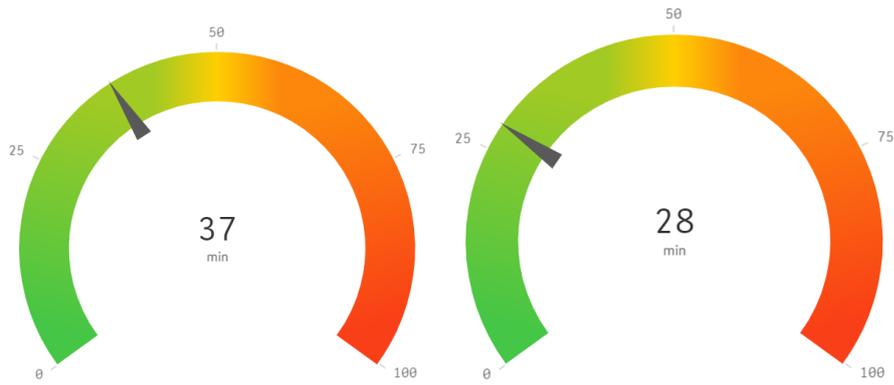


Figura 5.5: Flow time Caso 4

Figura 5.6: Flow time Caso 5

Le **figure 5.1** fino alla **Figura 5.6** rappresentano il valore del flowtime per tutti i casi presi in considerazione.

Dalla **figura 5.3** si può vedere come la performance peggiore sia relativa al Caso 2, **figura 5.3**, mentre quella migliore è attribuibile al quinto caso; i casi 3 e 4, rispettivamente **figura 5.4** e **5.5**, sono un buon compromesso rispetto al caso benchmark, rappresentato in **figura 5.1**, il quale fa registrare un flowtime di 51 minuti.

### Analisi Vettori soddisfatti



Figura 5.7: Vettori soddisfatti Benchmark

Figura 5.8: Vettori soddisfatti Caso 1

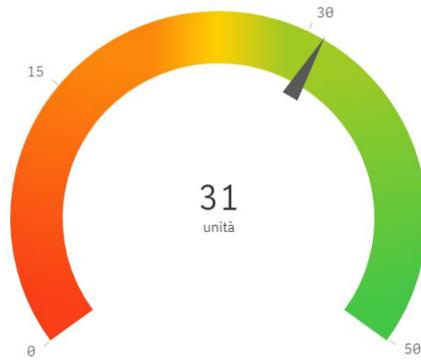


Figura 5.9: Vettori soddisfatti Caso 2



Figura 5.10: Vettori soddisfatti Caso 3

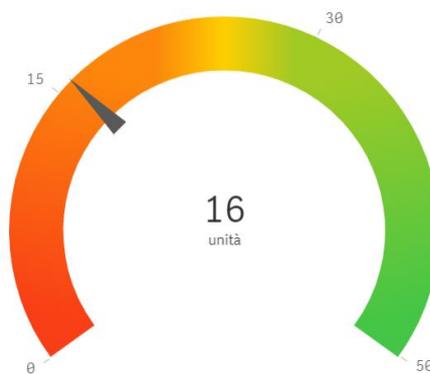


Figura 5.11: Vettori soddisfatti Caso 4

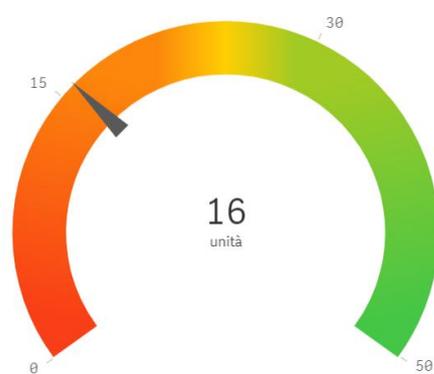


Figura 5.12: Vettori soddisfatti Caso 5

Le **figure 5.7** fino alla **Figura 5.12** rappresentano il numero di vettori correttamente soddisfatti ogni giorno per ogni configurazione analizzata.

Dalla **figura 5.9** e **5.10** si nota come i casi 2 e 3 forniscono delle performance migliori per quanto riguarda il numero di camion soddisfatti quotidianamente, mentre il caso 1, in **figura 5.8**, sia il peggiore tra quelli presi in considerazione.

Gli altri casi, rappresentati rispettivamente nelle **figure 5.11** e **5.12**, propongono dei risultati molto vicini a quello di riferimento, rappresentato in **figura 5.7**.

## Percentuale di utilizzazione del carrellista

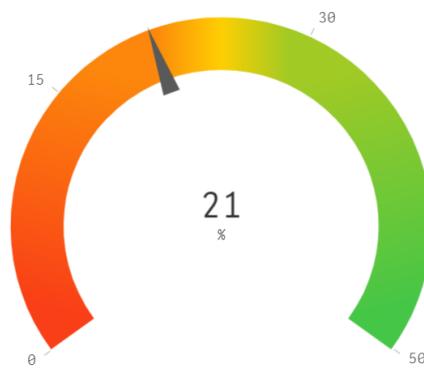


Figura 5.13: % utiliz. Carr. Benchmark



Figura 5.14: % utiliz. Carr. Caso 1



Figura 5.15: % utiliz. Carr. Caso 2



Figura 5.16: % utiliz. Carr. Caso 3

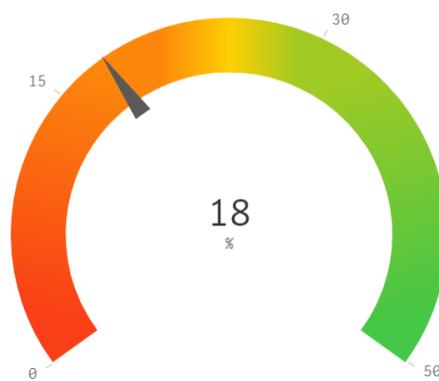


Figura 5.17: % utiliz. Carr. Caso 4



Figura 5.18: % utiliz. Carr. Caso 5

La percentuale di utilizzazione del carrellista, rivolta alla sola attività di carico del materiale sul vettore, vede il suo picco massimo nel caso 2, rappresentato in **figura 5.15**, dove il carico di lavoro raggiunge il 34%.

I casi peggiori risultano essere il Caso 1, in **figura 5.14**, e il Caso 5 in **figura 5.18**: i risultati ottenuti in queste due situazioni sono ricavati da un setup che prevede la presenza di due carrellisti ed è quindi naturale che il carico di lavoro per carrellista sia di conseguenza più basso rispetto alle configurazioni che ne prevedono uno soltanto.

I casi 3 e 4, rappresentati in **figura 5.16** e **5.17**, sono allineati con il caso benchmark con un valore del 20%, il primo, e, del 18% il secondo: i valori ricavati risultano comunque di media efficacia.

## Analisi Inefficienze

L'analisi delle inefficienze vuole studiare i risultati relativi alle misure di performance che possano rendere il sistema inefficiente.

I parametri scelti per l'analisi sono:

- Numero di vettori insoddisfatti;
- Tempo di attesa in coda.

### Vettori insoddisfatti



Figura 5.19: Vettori insoddisfatti Benchmark



Figura 5.20: Vettori insoddisfatti Caso 1



Figura 5.21: Vettori insoddisfatti Caso 2



Figura 5.22: Vettori insoddisfatti Caso 3

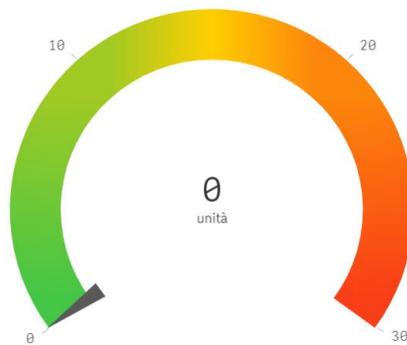


Figura 5.23: Vettori insoddisfatti Caso 4



Figura 5.24: Vettori insoddisfatti Caso 5

I risultati ricavati nei grafici relativi al *numero di vettori insoddisfatti* e al *numero di vettori totali soddisfatti*, si rivolgono ad una simulazione di tempo simulato pari a 30 giorni. Il confronto di questi indicatori deve essere fatto necessariamente nel lungo periodo in quanto nel breve il sistema non fornisce dei risultati consistenti.

I grafici sopra indicano il numero di vettori insoddisfatti relativamente alle casistiche analizzate.

Come si può vedere dalla **figura 5.23** e **5.24**, i casi 4 e 5 risultano essere i migliori, mentre il caso 2, in **figura 5.21**, e il caso 3, in **figura 5.22**, risultano i peggiori come numero di vettori insoddisfatti.

Il caso 1, in **figura 5.20**, risulta migliore rispetto al caso benchmark: questo risultato non è sorprendente in quanto nel caso 1 vengono usate le stesse impostazioni del caso di riferimento con la differenza di un carrellista in più.

Per dare un maggiore peso ai risultati sopra analizzati, risulta utile crossare i grafici relativi al numero di vettori insoddisfatti con quelli relativi al numero totale di truck soddisfatti in un mese (30 giorni), riportati nei grafici sotto.



Figura 5.25: Vettori soddisfatti 30 gg Benchmark

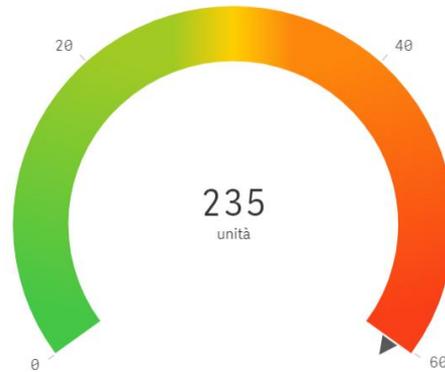


Figura 5.26: Vettori soddisfatti Caso 1

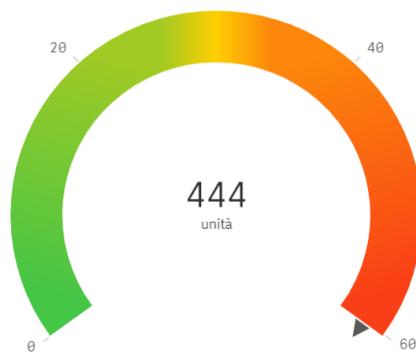


Figura 5.27: Vettori soddisfatti Caso 2

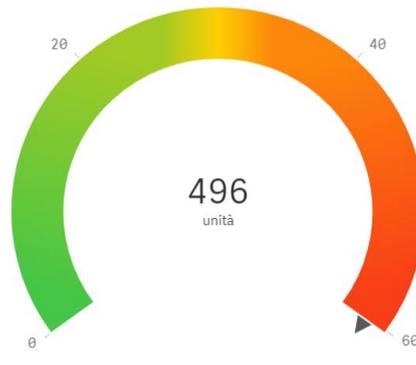


Figura 5.28: Vettori soddisfatti Caso 3

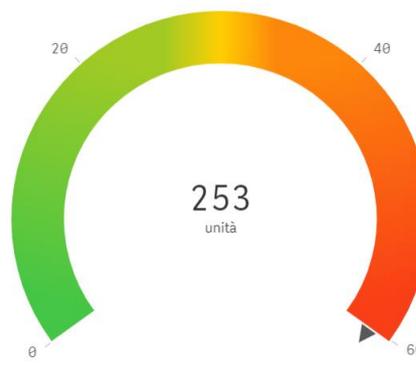


Figura 5.29: Vettori soddisfatti Caso 4



Figura 5.30: Vettori soddisfatti Caso 6

Confrontando le due serie di grafici si può vedere come il caso 2, **figura 5.21**, è il più inefficiente tra tutti ma riesce a soddisfare un numero di vettori molto grande come viene

riportato in **figura 5.27** producendo un rapporto “*vettori insoddisfatti/vettori totali*” dell’11%.

Le migliori configurazioni risultano essere comunque quelle del Caso 4 e del Caso 5, ma anche la casistica 1 risulta migliore rispetto al benchmark con un rapporto insoddisfatti/soddisfatti del 3%.

Il caso 3, invece, si allinea a quello di riferimento, con una percentuale di insoddisfatti rispetto al totale dei soddisfatti del 4%.

Per concludere il caso 2, riferendosi esclusivamente al numero di insoddisfatti, è da escludere rispetto agli altri, in quanto produce una percentuale di insoddisfatti significativa rispetto alle altre casistiche mentre il caso 4, rispetto al 5, concede performance ottimali limitando anche l’investimento economico sul personale, sfruttando una sola risorsa “carrellista”.

### Tempo di attesa



Figura 5.31: Tempo di attesa Benchmark



Figura 5.32: Tempo di attesa Caso 1

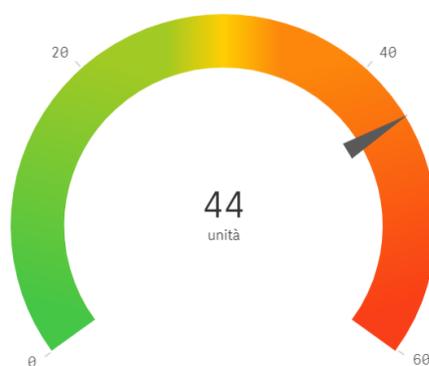


Figura 5.33: Tempo di attesa Caso 2

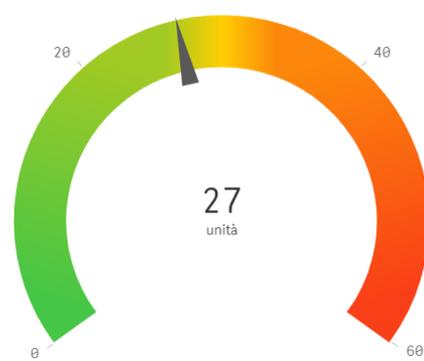


Figura 5.34: Tempo di attesa Caso 3



Figura 5.35: Tempo di attesa Caso 4



Figura 5.36: Tempo di attesa Caso 5

Il tempo medio di attesa in coda è uno degli indicatori di performance più importanti per calcolare l'inefficienza di un sistema.

Come si può vedere dalla **figura 5.24**, il caso 5 risulta essere il migliore tra quelli presentati con un waiting time di 20 minuti.

Il caso 1, il caso 3 e il 4, rappresentati in **figura 5.20**, **5.22** e **5.23**, restituiscono altresì dei buoni valori di performance, rispettivamente 26 minuti per il primo e per il quarto, e, 27 per il secondo; il peggiore per distacco, oltre al caso 5, è il caso benchmark, rappresentao in **figura 5.19**, nel quale un vettore in coda rischia di aspettare in media 40 minuti.

## 5.2 Soluzioni future

La schematizzazione dei flussi merce lungo la supply chain, l'analisi delle code relativa all'arrivo dei camion per il ritiro della merce del cliente e il modello di simulazione dell'area spedizioni è solo una parte del lavoro che prevede un corretto studio delle performance di un'azienda.

In relazione ai risultati ottenuti nei precedenti capitoli, questa sottocapitolo propone alcune soluzioni pensate per risolvere i problemi emersi nei precedenti capitoli inquadrando prima il contesto al quale si riferisce e poi la proposta di risoluzione allo stesso.

### 5.2.1 PMWC (priority management with colours)

La gestione delle priorità è un problema che nei precedenti capitoli è stato spesso affrontato. In Dayco, infatti, non esiste attualmente una metodologia di assegnazione delle priorità che permetta di gestire nella corretta maniera la coda dei camion in arrivo; entrando più nel dettaglio, attualmente, all'arrivo dei vettori, questi sono gestiti solo in base alla presenza o meno di materiale in attesa di essere caricato ed inoltre può capitare spesso che veicoli di bassa portata si ritrovino ad aspettare che i camion di alta portata vengano caricati, costringendoli ad aspettare fino ad un'ora e mezza quando potrebbero essere processati nel giro di qualche minuto.

PMWC (i.g. Priority Managemnt With Colour) è una metodologia di gestione delle priorità sviluppata sulla scia del modello di gestione delle priorità di un triage ospedaliero sfruttando i colori per distinguere le priorità e le aree ad esse associate.

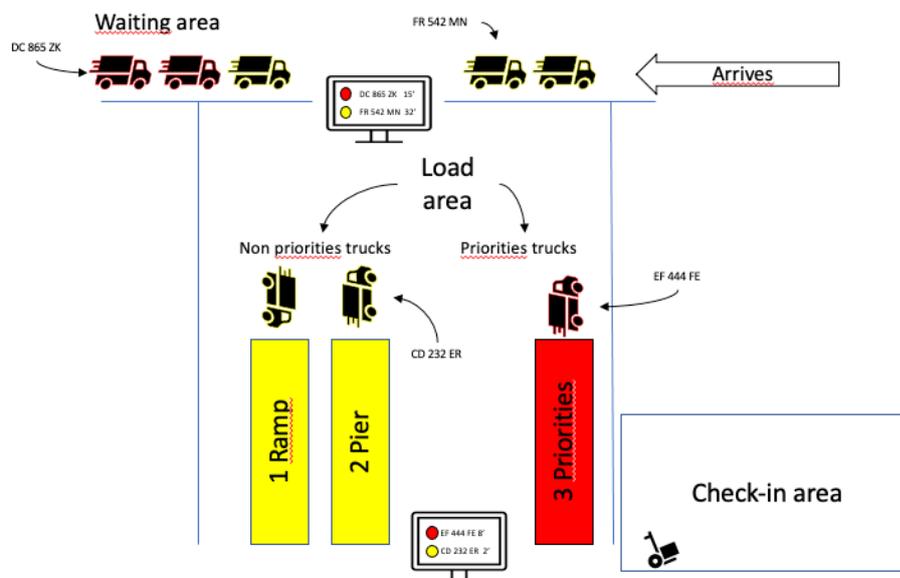


Figura 5.37: Rappresentazione PMWC

La **Figura 5.37** rappresenta un riassunto generale del modello in tutte le sue fasi. L'impostazione del piazzale dell'area di carico è la stessa di quella attuale (vedi capitolo 1, **Figura 1.6**) e si compone delle seguenti parti:

- Ufficio di check-in;
- Piazzale di carico;
- Una rampa di carico e una banchina di carico laterale (in giallo) di tipo standard;
- Una banchina prioritaria (in rosso);
- Due schermi: uno interno e uno esterno;
- Un cancello con barra;
- Un parcheggio.

L'arrivo dei camion è gestito come nella situazione attuale, dove gli autisti parcheggiano il vettore nell'area di sosta e si dirigono nell'area di check-in per registrare il loro arrivo; la differenza in questo caso sta nel fatto che l'impiegato assegna al vettore una priorità utilizzando dei colori: gialla per la non prioritaria e rossa per la prioritaria.

L'autista, quindi, torna nel parcheggio ad aspettare. Fuori dal cancello è previsto uno schermo che proietta lo stato della coda e comunica le seguenti informazioni: targa del vettore prossimo al carico, il tempo di attesa per essere processato e il colore associato al mezzo, giallo o rosso.

Quando un camion entra nell'area per essere caricato, la coda si aggiorna e con essa anche le informazioni sullo schermo all'interno dello stabilimento; questo è posto sopra le zone di carico e riporta anch'esso le informazioni relative alla targa, il tempo di carico e il colore associato al camion. Il carrellista può avere tre veicoli parcheggiati all'interno che può gestire secondo la priorità associata e secondo altre priorità concordate dalla squadra dell'area spedizioni.

Terminato il carico, l'autista si reca nuovamente presso l'ufficio per completare le operazioni di check-out e solo successivamente esce dal sistema; all'uscita del mezzo dal piazzale, le informazioni sugli schermi si aggiornano e il processo verrà ripetuto finché ci sono vettori nella coda.

I benefici attribuibili a questa metodologia sono diversi, tra i quali:

- Diminuzione del tempo di attesa in coda per i veicoli a bassa portata;
- Aumento del numero di vettori soddisfatti giornalmente;
- Gestione della coda più snella e precisa;
- Grazie alla presenza di un supporto IT si ha la possibilità di tenere traccia del numero di vettori soddisfatti, del numero di vettori prioritari e standard e del tempo medio di attesa e di carico;
- Innovazione economica e applicabile nel breve periodo.

### 5.2.2 Logintegra

Logintegra è una piattaforma web che si propone come soluzione di medio/lungo periodo al problema di gestione dello scheduling delle fasce di carico della merce del cliente, nel caso dell'area spedizioni, e dello scarico, nel caso dell'area ricevimento merci. [14]

La gestione delle fasce di carico e scarico è di strategica importanza in quanto permette alle imprese di organizzare nel migliore dei modi la movimentazione del materiale lungo tutta la supply chain.

La soluzione al problema prevede l'acquisto di una licenza della piattaforma, gestita da terzi (i.g. Logintegra), capace di pianificare e gestire gli ordini di ritiro clienti e fornitori e di assegnare loro delle fasce di carico/scarico direttamente da questo portale correggendo quindi il problema relativo all'aleatorietà degli arrivi in stabilimento.

#### **Descrizione piattaforma**

La **Figura 5.38** mostra la pagina iniziale della piattaforma web; questa rappresenta un riassunto dello schedule relativo ai *Trasport*, ai *Delivery*, agli *Own Collection* e, infine, i *Contractor delivery*. Ogni riassunto della presa, presenta le seguenti voci: il codice identificativo, il numero dell'ordine, il luogo e l'orario di carico e scarico, il prezzo, il nome del corriere, la targa, il peso del vettore e lo status; infine, ci sono delle indicazioni circa la presenza della richiesta di messaggi da parte del cliente o del fornitore e un riassunto di quelli che sono i documenti associati all'ordine.

LOGINTEGRA Transports Analize Schedule Products Users Companies Settings Involutions

Search

Transport Delivery Own collection Contractor delivery All

Plan - 0 - Logout

### Transport

Id	Order number	Load #	Loading place	Unload #	Delivery place	Price	Carrier	Advice	Tonnage	Status #	2 transports
70778	1212312	14.10.2024 11:30	Magazin Tychy PL 43-100 Tychy	13.10.2024 15:00	446.A.B.S. SRL IT 2314 MOATEJO	1200 PLN	Omega	CR7000	24t	Advised (Magazin Tychy)	3
70779	11115	03.11.2024 00:00	Magazin Tychy PL 43-100 Tychy	12.10.2024 00:00	18. DAVCO AUTOMOTIVE ES 3372 SANT FRUTOS DE BAGES	250 EUR	Omega	RB009BB	6t	Advised (Magazin Tychy)	3

### Delivery

Id	Loading place	No. of loaded pallets	Unload #	Delivery place	Carrier	Advice	Tonnage	Status #	2 transports
70780	7384. BAIMA SAS DI DARIO BAIMA & C IT 10070 GROSSO C SE	140	15.10.2024 10:00	Magazin Tychy PL 43-100 Tychy	Omega	DD000EE	24t	New (Magazin Tychy)	3
70781	BELDAM CROSSELEY LTD GB 363 439 BOLTON	30	13.10.2024 11:00	Magazin Tychy PL 43-100 Tychy	Omega	GDA0813LA	6t	New (Magazin Tychy)	3

### Own collection

Id	Load #	Loading place	Delivery place	Carrier	Advice	Tonnage	Status #	1 transports
70782	06.10.2024 15:10	Magazin Tychy PL 43-100 Tychy	ESM Group 15676 155 ES 4435 JARSA	Omega	GC003KK	3t	Planned (Magazin Tychy)	3

### Contractor delivery

Id	Contractor	Unload #	Delivery place	Advice	Status #	1 transports
70783	DAMLER	06.10.2024 11:30	Magazin Tychy PL 43-100 Tychy	PN011LJ	Advice added (Magazin Tychy)	3

Figura 5.38: Prima pagina piattaforma web Logintegra

## Transport

Transport : Plan x

---

Warehouse

Warehouse zone Warehouse zone — please select a Warehouse first

Order number

Carrier

Type of order

Order number

Logistician

Tonnage

Load #1

Warehouse

Warehouse zone — please select a Warehouse first

Street

Post code  City

Country

Time range for loading from  to

Unload #1

Street

Post code  City

Country

Delivery date ordered

Weight  kg Number of pallets  Number of pallets

Documents

Indexes

---

Figura 5.39: Schermata stesura transport

La **Figura 5.39** mostra la finestra relativa alla sezione Transport. Per *Transport* si intende tutti i trasporti del prodotto dallo stabilimento Dayco fino al cliente; Dayco è anche la sola responsabile del flusso e lo spedizioniere avrà la responsabilità di aggiornare le informazioni sul portale sia al momento del carico che dello scarico merce.

In questa sezione è possibile organizzare un ritiro della merce per conto del cliente definendo il magazzino di riferimento, il numero dell'ordine, il responsabile associato all'ordine e lo stabilimento di carico e scarico.

Per quanto riguarda lo stabilimento di carico, è possibile inserire il nome del magazzino dal quale la merce deve essere ritirata (il database fornirà in automatico tutte le informazioni relative al magazzino selezionato), la data e l'orario minimo e massimo associato al carico della merce; per lo stabilimento di scarico sono previste le stesse opzioni.

## Delivery

Delivery : Plan ✕

Order number

Carrier

Logistician

Tonnage

---

**Load #1** **Unload #1**

Start typing to search for a company

Start typing to search for a city, street, etc.

Warehouse

Street

Post code  City

Country

Pick up date

Time range for unloading

from  to

Weight  kg Number of pallets  Number of pallets

Documents

Notes



Figura 5.40: Schermata stesura Delivery

La **Figura 5.40** mostra la pagina relativa alla sezione Delivery. In questa sezione è possibile organizzare un ritiro della merce per conto della Dayco definendo il magazzino di riferimento, il numero dell'ordine, il responsabile associato all'ordine e lo stabilimento di carico e scarico.

Dayco in questo caso è responsabile dell'intero flusso, dal carico agli impianti del mittente fino allo scarico nel suo stabilimento.

Per quanto riguarda lo stabilimento di carico, è possibile inserire il nome del magazzino di riferimento (il database fornirà in automatico tutte le info dell'anagrafe del magazzino selezionato) e la data e l'orario minimo e massimo associato al carico della merce; per lo stabilimento di scarico sono previste le stesse opzioni.

## Own collection

Own collection : Plan 3

---

Warehouse	Warehouse		
Warehouse zone	Warehouse zone — please select a Warehouse first		
Order number	e.g. 110011		
Carrier	Start typing to search for a company	Country	
Type of order			
Order number			
Logistician			
Tonnage			

<b>Load #1</b>	<b>Unload #1</b>		
Warehouse	Start typing to search for a company		
Warehouse zone — please select a Warehouse first	Start typing to search for a city, street, etc.		
Street	Street		
Post code City	Post code City		
Country	Country		
Time range for loading		Delivery date ordered	03.11.2021 18:00
from 03.11.2021 00:00	to 04.11.2021 00:00	Weight	kg Number of pallets: Number of pallets

Documents
Indexes
Notes

---

 [Save and close](#) [Cancel](#)

Figura 5.41: Schermata stesura Own Collection

La **Figura 5.41**, mostra la pagina relativa alla sezione Own collection, cioè gli ordini da fornitori o per clienti organizzati proprio da quest'ultimi: Dayco è responsabile solo del carico della merce sul camion. In questa sezione è possibile selezionare il magazzino di riferimento, il numero dell'ordine, il responsabile associato all'ordine e lo stabilimento di carico e scarico.

Per quanto riguarda lo stabilimento di carico, è possibile inserire il nome del magazzino di riferimento (il database fornirà in automatico tutte le info dell'anagrafe del magazzino selezionato) e la data e l'orario minimo e massimo associato al carico della merce; per lo stabilimento di scarico sono previste le stesse opzioni in aggiunta a quelle di numero di pallet e peso della merce.

## Contractor delivery

Contractor delivery : Plan ✕

Warehouse	<input type="text" value="Warehouse"/>
Warehouse zone	Warehouse zone — please select a Warehouse first
Order number	<input type="text" value="e.g. 110011"/>
Supplier \ Recipient	<input type="text" value="Start typing to search for a company"/> <input type="text" value="Country"/>
Scheduled date of advice	<input type="text" value="03.11.2021"/>
Firstname and surname of a driver	<input type="text" value="e.g. Jan Kowalski"/>
Mobile phone number	<input type="text" value="+ PL : 48"/> <input type="text" value="e.g. 111222333"/>
Track registration number	<input type="text" value="e.g. GDA12345"/>
Trailer/Semi-trailer registration number	<input type="text" value="e.g. GDA6789"/>
	<input type="checkbox"/> Data entered into the form may be legally processed by Logitegra sp. z o.o.
Number of pallets	<input type="text" value="Number of pallets"/>
Weight	<input type="text" value="e.g. 23"/>

Documents

Notes

 Next Cancel

Figura 5.42: Schermata stesura Contractor delivery

La **Figura 5.42**, mostra la pagina relativa alla sezione Contractor delivery, cioè la finestra relativa a tutti gli scarichi effettuati dal corriere del fornitore e di cui la Dayco non è responsabile per l'intero flusso perché il carico presso l'impianto del mittente fino allo scarico è responsabilità del fornitore.

In questa sezione è possibile selezionare il magazzino di riferimento, inserire il numero dell'ordine, il fornitore o il destinatario e il paese di provenienza.

È possibile, inoltre, inserire l'anagrafe dell'autisti e le informazioni relative al mezzo di trasporto; infine, se noto, deve essere inserito anche il numero di pallet relativi all'ordine e il peso complessivo della merce.

LOGINTEGRA Transporti **Archive** Schedule Products Users Companies Settings Invitations

from: Min. date of to: Max. date of Start of a time slot Search

Transport Delivery Own collection Contractor delivery

Transport Refresh

ID	Order number	Load	Loading place	Unload	Delivery place	Price	Carrier	Advice	Tonnage	Status
14700	11113	08.10.2021 15:30	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	13.10.2021 14:00	32. AJUD HUNGARIA ZR HU 4027 Győr	200 EUR	Omega	CRT000	24	Deleted (Magazyn Tychy)
14705	11111	08.10.2021 15:00	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	11.10.2021 09:00	440. A.B.S. SRL IT.23847 MOLTEGO	1000 EUR	Omega	FC453DD	24	Deleted (Magazyn Tychy)
14709	123123	from 14.10.2021 08:00 to 15.10.2021 09:00	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	14.10.2021 10:00	440. A.B.S. SRL IT.23847 MOLTEGO	+	Autobus	Pass	24	Deleted
14716	11116	from 05.10.2021 08:00 to 09.10.2021 17:00	Magazzino Inesa IT.10018 San-Bernardo d'Inesa	09.10.2021 17:00	3507. AR-TEX SPA IT.24094 Grumello del Monte	+	Autobus	Pass	18	Deleted
14718	11117	from 05.10.2021 08:00 to 09.10.2021 17:00	Magazzino Inesa IT.10018 San-Bernardo d'Inesa	11.10.2021 17:00	440. A.B.S. SRL IT.23847 MOLTEGO	+	Autobus	Pass	24	Deleted
14709	11112	from 05.10.2021 08:00 to 10.10.2021 09:00	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	12.10.2021 11:00	3507. AR-TEX SPA IT.24094 Grumello del Monte	+	Autobus	Pass	24	Deleted
14708	12312	14.10.2021 11:00	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	14.10.2021 10:00	3507. AR-TEX SPA IT.24094 Grumello del Monte	2000 PLN	Omega	GD12393	24	Completed
14714	11116	08.10.2021 10:45	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	11.10.2021 10:00	1. MREA DAYCO IT.10015 San-Bernardo d'Inesa, Torino	500 PLN	Omega	FR021AM	24	Completed
14717	111110	from 11.10.2021 08:00 to 13.10.2021 09:00	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	11.10.2021 10:00	3507. AR-TEX SPA IT.24094 Grumello del Monte	+	Autobus	Pass	24	Deleted
14706	1391203	07.10.2021 20:00	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	11.10.2021 10:00	BMW BERLIN / BMW 030 DE. 10300 Bern	1600 PLN	Omega	GD12393	24	Completed
14706	1231232	from 07.10.2021 08:00 to 09.10.2021 09:00	Magazyn Tychy Pl. 43-103 Tychy	11.10.2021 10:00	3507. AR-TEX SPA IT.24094 Grumello del Monte	+	Autobus	Pass	24	Deleted

Figura 5.43: Schermata di archivio delle prese

La Figura 5.43 mostra la pagina relativa alla sezione Archivio Prese. In questa sezione è possibile avere un resoconto di tutti gli ordini lavorati e lo stato attuale degli stessi. La schermata di riferimento è la stessa di quella della Figura 43.

LOGINTEGRA Transporti Archive Schedule **Products** Users Companies Settings Invitations

We have already updated the 222222222 product

Product table + add product

ID	Product name	Short name	Unit	Date of latest change
222222222	polipropilene	PP	piece	03.11.2021 14:35
454545454545	Polipropilene para	Polipropilene	piece	26.08.2021 09:07

Previous Next

Figura 5.44: Schermata riassuntiva dei prodotti

La Figura 5.44, mostra la pagina relativa alla sezione Prodotti. In questa sezione è possibile visualizzare un riassunto dei prodotti presenti in database; è presente, inoltre, la possibilità di aggiungere manualmente dei prodotti.

Name and surname	Login	Company	Email	Phone	Role	Edit
10007094	stia+supple-1@pa-co-ital	DD41			Contractor	
DHL PARCEL FL GARRER	dlhparcel-ol-camer	DH			Center	
DHL PARCEL FL GARRER-2	dlhparcel-ol-camer-2	DH			Center	
DDV ROAD GARRER-4	ddvroad-camer-4	DDV Road			Center	
Administrator Testaccj	dayco-prod	Dayco			Admin	<a href="#">?</a>
DAICO ADMIN	dayco-admin	Dayco			Admin	<a href="#">?</a>
DAICO ADMIN 2	dayco-admin-2	Dayco			Admin	<a href="#">?</a>
DAICO ADMIN 3	dayco-admin-3	Dayco			Admin	<a href="#">?</a>
DAICO ADMIN 4	dayco-admin-4	Dayco			Admin	<a href="#">?</a>
DAICO GUARD	dayco-guard	Dayco			Guard	<a href="#">?</a>

Figura 5.45: Schermata degli utenti che hanno accesso alla piattaforma

La **Figura 5.45**, mostra la pagina relativa alla sezione *Users*. In questa sezione è possibile visualizzare l'elenco degli utenti che hanno accesso alla piattaforma; è possibile, inoltre, verificare quale lo stato di ogni user.

Name	Short name	Contractor number	Taxpayer ID Number (NIP)	Type	Country	Street	Post code	City	Status	Invite
A.B.S. SRL	A.B.S.	440	00304170137	Supplier / Recipient	IT	VLE DE GASPERI, 13	23847	MOLTENO	No database	<a href="#">?</a>
AR-TEX SPA	AR-TEX	3067	0022030164	Supplier / Recipient	IT	Via Cesare Battisti	24064	Oronello del Monte	No database	<a href="#">?</a>
AUDI HUNGARIA ZR	Audi HU	23391475		Supplier / Recipient	HU	Audi Hungaria ut 1	9027	Ózbal	No database	<a href="#">?</a>
Agility Logistics Sp. z o.o.	Agity	523241605		Center	PL				Training	<a href="#">?</a>
BARMA SAS DI DARIO BARMA & C	BARMA	7394	04939200617	Supplier / Recipient	IT	VIA DELL'INDUSTRIA, 13	10070	GROSETO C SE	No database	<a href="#">?</a>
BELLDAM CROSSLEY LTD	BELLDAM	8069	22230405	Supplier / Recipient	GB	PO BOX 2144 UNITS 480 LOSTOCK, 0	054 430	DOLTON	No database	<a href="#">?</a>
BMW AG	BMW		125272306	Supplier / Recipient	DE	HANS-OLAS-STR 1	94022	WALLERSDOORF	No database	<a href="#">?</a>
Brand KG	Brand	307	125897205	Supplier / Recipient	DE	Vollgrueser Strasse 44	39609	Arnsthal	No database	<a href="#">?</a>
DAMMLER AG	DAMMLER		321281763	Supplier / Recipient	DE	RUDOLF CARACCOLLA STR 1	99025	HÖLLEDA	No database	<a href="#">?</a>
DAICO AUTOMOTIVE	DAICO AUTOMOTIVE	10	W0961903C	Supplier / Recipient	ES	CAMERKA, 1	09272	SANT FRUTOS DE BAGES	No database	<a href="#">?</a>

Figura 5.46: Schermata riassuntiva delle società

La **Figura 5.46** mostra la pagina relativa alla sezione *Company*. In questa sezione è possibile visualizzare l'elenco delle aziende registrate nel database.

LOGINTEGRA Transports Archive Schedule Products Users Companies **Settings** Involutions + Plan - & - • - Logout

### Reports

Report from time slots

Generate a report for transports that have been loaded / unloaded between:  Min date and  Max date and

### Warehouses

Name	Open hour	Close hour	Number of ramps	Index	Number of minutes by which the time slots can be set off	The default size of the time slots in minutes	The time slot must occupy the entire ramp on the selected day
Magazzino Tychy	08:00	24:00	2	8	15	15	<input type="checkbox"/>
Magazzino Intra	08:00	17:00	3	1	15	15	<input type="checkbox"/>

### Role group settings

### Transport type settings

### Main settings

Name	Value	Date of latest change
Additional e-mail addresses to which notification about new advice will be sent (separated by comma, eg. xyz@pc.com;abc@de.com)		29.06.2020 <input type="checkbox"/>
Additional information shown in the order form print-out view - English version		30.06.2020 <input type="checkbox"/>
Additional information shown on printable view of the order form		30.06.2020 <input type="checkbox"/>
By default, display all types of transports in the active orders table	<input checked="" type="checkbox"/>	09.09.2020 <input type="checkbox"/>
Constant value in minutes added to the length of the unloading in the slots	15	29.06.2020 <input type="checkbox"/>
Deferredness if a transport row should be highlighted after the click	<input checked="" type="checkbox"/>	29.06.2020 <input type="checkbox"/>
Deferredness if the "Tabular" field is visible in the company details	<input checked="" type="checkbox"/>	29.06.2020 <input type="checkbox"/>

Figura 5.47: Schermata delle impostazioni

La **Figura 5.47** mostra la pagina relativa alla sezione *Impostazioni*. In questa sezione è possibile visualizzare i magazzini registrati a sistema e di aggiungerne di altri; inoltre, è possibile, visualizzare e modificare le impostazioni della piattaforma.

## Analisi di fattibilità

La piattaforma offre a Dayco la possibilità di implementare definitivamente un sistema di gestione delle fasce di carico e scarico permettendogli di ottenere uno schedule chiaro e ordinato della coda dei vettori da soddisfare; tale soluzione può essere inoltre di strategica importanza per la produzione, la quale è si abituata a dettare i tempi del flusso del materiale lungo la supply chain, ma può altresì, avendo a disposizione uno schedule chiaro sugli arrivi della materia prima, gestire i ritardi sugli ordini dei clienti compensando le quantità tra ordini aperti e chiusi.

Fino ad ora è stata analizzata la piattaforma nel suo complesso ma, oltre a studiare le sue funzionalità, è necessario capire, tramite una valutazione di fattibilità, se la soluzione proposta riesca a portare valore aggiunto alla Dayco; tale valutazione prevede una stima e analisi dei costi e dei benefici con l'obiettivo di porre sui piatti della bilancia un trade-off che permetterà alla dirigenza di prendere la decisione migliore.

## Costi

Le voci di costo individuate sono relative sia ai costi che Dayco deve sostenere per acquistare il servizio da parte di Logintegra, sia ai costi che l'azienda attualmente sostiene per alimentare il sistema di gestione in uso e che potrebbe quindi risparmiare adottando questa soluzione.

I costi che l'impresa deve sostenere per acquistare il servizio sono:

- Costo di sviluppo;
- Costo mensile di implementazione;
- Costo dei tablet;

Tra le voci di costo attualmente sostenute dalla Dayco, ci sono invece:

- Costi di trasporto;
- Costo della carta;
- Costo dell'inchiostro.

Description	July	August	September	October	November	December	January	February	March	April	May	June
2x TABLET	- 6.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
SCREEN	- 2.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
IMPLEMENTATION FEE	- 5.200,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
MONTHLY FEE	- €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €	- 750,00 €
RECEIVING TRANSPORTATION COSTS	- €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €	104.000,00 €
SHIPPING AREA TRANSPORTATION COSTS	- €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
HEDCOUNTR REDUCTION (1 PERSON)	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
PAPER COSTS	- €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €	112,00 €
BLACK PRINTER INK	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
COLOR PRINTER INK	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
PAYBACK	- 13.200,00 €	130.162,00 €	273.524,00 €	416.886,00 €	560.248,00 €	703.610,00 €	846.972,00 €	990.334,00 €	1.133.696,00 €	1.277.058,00 €	1.420.420,00 €	1.563.782,00 €

**Tabella 5.1: Tabella relativa alle voci di costo e al payback**

La **Tabella 5.2** illustra le voci di costo prese in analisi e l'impatto mensile delle stesse sulle casse dell'azienda.

Viene inoltre rappresentato il *payback* che l'azienda risparmierà sul lungo periodo. Le voci che contengono il simbolo meno anteposto al valore sono i costi di uscita dell'azienda, mentre quelle che non hanno alcun simbolo anteposto al valore, sono voci di "risparmio", cioè quello che l'impresa risparmia rispetto all'attuale situazione.

Come si può vedere, all'inizio si ha un'uscita di circa 13K euro, dovuta ai costi che l'impresa deve sostenere per soddisfare l'acquisto della strumentazione e per soddisfare la richiesta una tantum del fornitore per la messa in funzione della piattaforma ma, già dopo

un mese, si può vedere come l'azienda riesca ad ottenere un risparmio di circa 130 k di euro fino ad arrivare, al dodicesimo mese, ad un payback di quasi un milione e mezzo.

### **Benefici**

Anche se i dati sul payback potrebbero già essere sufficienti per attrarre l'attenzione dei dirigenti Dayco, è d'obbligo, per consolidare la ricerca, analizzare i benefici offerti da questa soluzione.

I benefici più rilevanti sono:

- Riduzione delle tempistiche per la preparazione del programma di carico e scarico del magazzino;
- Ridurre le tempistiche per la preparazione della distinta di carico;
- Ridurre lo spreco di carta e inchiostro;
- Possibilità di trasferire la responsabilità della presa direttamente all'utente (fornitore, cliente, corriere);
- Migliorare lo schedule dei prodotti in magazzino tramite il continuo aggiornamento online delle finestre di carico e scarico;
- Ridurre al minimo il numero di mail per ogni ordine grazie ad un sistema dedicato di chat;
- Ridurre la dispersione di informazioni relative ad un singolo ordine grazie a delle finestre riepilogative dedicate;
- Ridurre le conversazioni di mail con i numeri di targa grazie alla presenza di una pagina dedicata dove è possibile inserire l'anagrafica dell'autista e le informazioni relative al mezzo a lui associato.

L'analisi di fattibilità risulta quindi vantaggiosa per Dayco, che, dall'acquisto della licenza, riuscirebbe ad ottenere la possibilità, sia di migliorare il management delle fasce di carico e scarico, sia di apportare valore aggiunto allo stabilimento di Ivrea ad un costo molto contenuto e con un grande risparmio nel lungo periodo.

Oltre ad un vantaggio puramente economico, adottare tale soluzione, permetterebbe alla Dayco di promuovere il suo nome come quello di un'azienda attenta all'ambiente e all'impatto dei consumi su di esso; a tal proposito l'acquisto della licenza della licenza della piattaforma permetterebbe all'azienda di risparmiare circa 144 pacchi di fogli di carta da 5 risme l'uno, ma anche di diminuire notevolmente il consumo di toner: ad oggi, solo nell'area spedizioni vengono fatte giornalmente circa 1000 fotocopie, con un consumo medio di circa due risme di carta al giorno.

## 6 Conclusioni

Dai risultati ottenuti e discussi nei capitoli precedenti è quindi emerso che l'attuale layout permette alla Dayco di avere dei margini di miglioramento sia nella gestione della movimentazione del materiale tra le aree interne allo stabilimento sia nella gestione delle code che si vengono a creare con l'arrivo dei vettori in azienda.

Nel capitolo 4 sono stati presentati diversi scenari alternativi a quello di riferimento; ogni soluzione proposta porta un miglioramento alle performance del sistema: i dirigenti dovranno quindi prendere una decisione in base agli obiettivi proposti e alle disponibilità economiche.

Dai risultati ottenuti e osservabili nei grafici a "misuratore" riportati nel capitolo 5 "*Risultati e soluzioni future*" sono diverse le configurazioni che possono portare ad un miglioramento delle performance del sistema studiato sino ad ora.

La soluzione ottimale può essere individuata solo in base all'obiettivo che i manager vogliono raggiungere: la definizione di un obiettivo permette di fornire all'analista una migliore visione verso la configurazione ottimale che dovrebbe assumere il sistema.

Tra i set up proposti il miglior compromesso risulta essere il Caso 4, in **figura 6.1**, il quale restituisce ottime performance sia in efficienza che in inefficienza: il flow time rispetto al caso benchmark diminuisce del 35% portando il suo valore da 51 a 37 minuti; i valori riguardanti il numero di vettori soddisfatti e la percentuale di utilizzazione del carrellista risultano allineati al caso di riferimento, con una differenza minima del 3%.

Per quanto riguarda il numero di vettori insoddisfatti, il Caso 4 risulta nettamente superiore rispetto al Benchmark; stessa sorte per quanto riguarda il tempo di attesa con un miglioramento del 50% sulle performance.

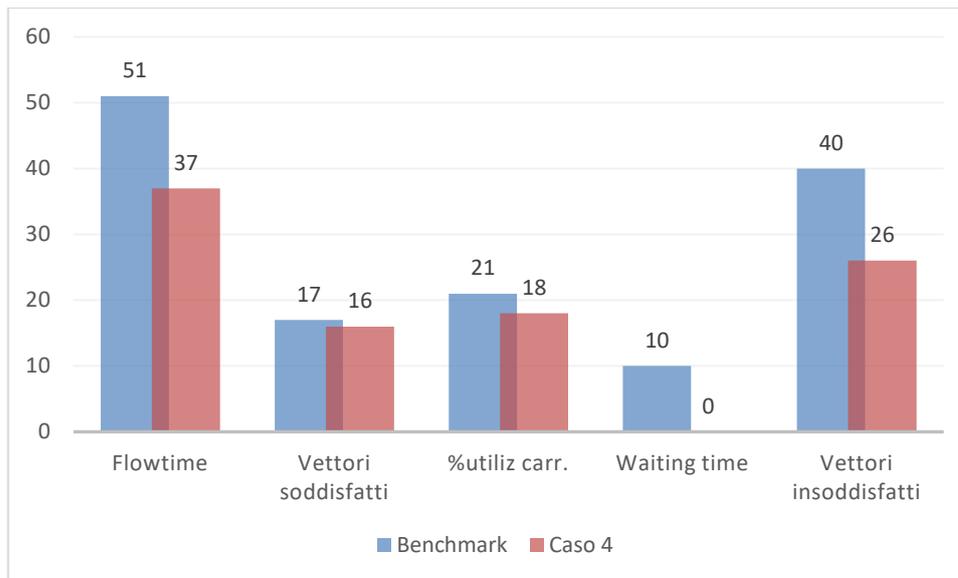


Figura 6.1: Confronto Benchmark e Caso 4

I casi 2,3,4 e 5 propongono anche una simulazione concreta di quello che potrebbe essere l'effetto causato dall'adozione di una piattaforma per la gestione delle fasce di carico e scarico e che prevede degli inter-arrivi schedulati secondo multipò di 15 minuti come quelli previsti in Logintegra.

Quest'ultima è una soluzione che strizza l'occhio sia al breve, grazie all'immediata possibilità di applicazione, che al lungo periodo: l'adozione di questa piattaforma permetterebbe alla Dayco di avere delle migliorie tecniche, temporali e statistiche ad un costo limitato portando altresì ad un miglior bilanciamento dei carichi di lavoro tra mattina e pomeriggio per la risorsa carrellista e per l'impiegato d'ufficio ma anche una migliore programmazione del lavoro lungo tutta la supply chain. La possibilità di personalizzare la piattaforma permetterebbe inoltre alla Dayco di ottimizzare al meglio tutto il sistema di gestione e di poterlo cambiare all'esigenza.

Adottare una soluzione di questo tipo permetterebbe inoltre di avere una migliore integrazione tra le diverse aree dello stabilimento, ma soprattutto concederebbe, alla Dayco, la possibilità di migliorare la comunicazione tra le parti interessate (i.e. fornitore, cliente e società di trasporto) evitando così inutili contenziosi.

L'attuale gestione della coda può essere sicuramente migliorata, escludendo acquisti di software o WebApp, tramite la metodologia PMWC (Priority Management With Colours). Tale metodologia di gestione delle priorità permetterebbe alla Dayco di adottare una soluzione low cost e user friendly: l'iter logico di utilizzo della metodologia non necessita

infatti di una formazione del personale dettagliata ma può essere intuitivamente compresa da tutti gli interessati.

## Bibliografia

- [1] Dayco, [online]. Available: <https://www.dayco.com/en/company/> [Consultato a Settembre 2021]
- [2] Dayco, [online]. Available: <https://www.dayco.com/en/locations/> [Consultato a Settembre 2021]
- [3] Bizagi, [online]: Available: <https://www.bizagi.com/en/resources/help> [Consultato a Agosto 2021]
- [4] Corno F., Torchiano M. (2020). *Modellazione di processo*.
- [5] Crostato L. (2018). *Teoria delle code*.
- [6] David G. Kendall (). *Stochastic Processes Occurring in the Theory of Queues and their Analysis by the Method of the Imbedded Markov Chain*.
- [7] Queue.it, [Online]. Available: <https://queue-it.com/blog/queueing-theory/> [Consultato a Settembre 2021]
- [8] Green L. (). *Queueing theory and modeling*.
- [9] (2021). *Simulation input Analysis*.
- [10]. *Fondamenti di Ingegneria dei Sistemi di Trasporto: Elementi di teoria delle code*.
- [11] Gustavo Correa Issi, Rodrigo Linfati, John Willmer Escobar. (2020). *Mathematical Optimization Model for Truck Scheduling in a Distribution Center with a Mixed Service-Mode Dock Area*.
- [12] Averill M. Law (2013). *Simulation modeling and analysis, fifth edition*.
- [13] Tayfur Altioek, Benjamin Melamed (2007). *Simulation modeling and Analysis with Arena*.
- [ ] M. K. Kiesling, C.M. Walton. (1995) *Loading/Unloading Operations and Vehicle: Queuing Processes at Container Ports*.
- [ ] G. Gallo. (2003) *Note di simulazione*.
- [ ] C.-Y. Liong (2016). *A simulation study of warehouse loading and unloading systems using arena*.

[ ] S. Abedinzadeh, H. R. Erfanian, A. Mostofi, P. Tavafi. (2018) *Improving the performance of warehouse loading and unloading system using simulation.*

[ ] S. Mohammad Arabzad, Seyed Mojtaba Sajadi. (2014). *A simulation study on warehouse loading system: The case of poultry feed production factory.*

[ ] Jae-Hyun Kim, Kwangil Lee, J. Park. (2013). *Performance Analysis on Integrated Ship Area Network.*

[14]Logintegra[Online]: Available: <https://logintegra.com/en/login-en/> [Consultato ad Ottobre 2021]