



**Politecnico  
di Torino**

**Politecnico di Torino**

Corso di Laurea

A.a. 2020/2021

Sessione di Laurea Marzo 2023

# **Applicazione della Lean Production per la gestione del magazzino centrale di Automobili Lamborghini**

Relatori:

Prof.ssa Anna Corinna Cagliano  
Ing. Francesco Scida

Candidata:

Alessia Molinaro S286632

## Indice

Introduzione.....	4
Capitolo 1 .....	6
<b>La Lean Production e la gestione dei magazzini.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 La storia della Lean Production.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Identificazione degli sprechi .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Principi guida.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Strumenti della Lean Production utilizzati .....</b>	<b>14</b>
<b>1.5 I magazzini e la loro gestione.....</b>	<b>20</b>
<b>1.5.1 Le operazioni di magazzino .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5.2 Gli strumenti e le attrezzature adottate .....</b>	<b>24</b>
<b>1.5.3 Classificazione e gestione delle scorte .....</b>	<b>30</b>
<b>1.5.4 Lean Warehousing.....</b>	<b>34</b>
Capitolo 2 .....	40
<b>Automobili Lamborghini S.p.A.....</b>	<b>40</b>
<b>2.1 La storia.....</b>	<b>40</b>
<b>1965-1972: Dalla fondazione al successo della Miura .....</b>	<b>41</b>
<b>1972-1980: La crisi .....</b>	<b>42</b>
<b>1981-1987: fratelli Mimran.....</b>	<b>42</b>
<b>1987- 1994: Chrysler .....</b>	<b>43</b>
<b>1994-1998: proprietà indonesiana .....</b>	<b>43</b>
<b>1998-oggi: Audi .....</b>	<b>44</b>
<b>2.2 La struttura di Automobili Lamborghini.....</b>	<b>45</b>
<b>2.3 Politiche aziendali e riconoscimenti .....</b>	<b>46</b>
<b>2.4 I modelli realizzati .....</b>	<b>48</b>
<b>Aventador .....</b>	<b>49</b>
<b>Huracàn.....</b>	<b>50</b>
<b>Urus.....</b>	<b>51</b>
<b>2.5 Il fatturato e il trend di crescita.....</b>	<b>52</b>
Capitolo 3 .....	54
<b>Analisi situazione logistica attuale di Automobili Lamborghini .....</b>	<b>54</b>
<b>3.1 Descrizione layout.....</b>	<b>54</b>
<b>3.1.1 Layout magazzino centrale .....</b>	<b>57</b>
<b>3.2 Processo logistico del magazzino centrale .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2.1 Processo di inbound.....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.2 Processo di stoccaggio .....</b>	<b>61</b>

3.2.3	Processo di outbound.....	63
3.2.4	Processo di trasporto in linea .....	65
3.2.5	Prodotti preserie e controllo qualità .....	66
<b>Capitolo 4</b>	.....	<b>68</b>
<b>Applicazione del framework di Lean Warehousing al processo logistico di Automobili Lamborghini.</b>		<b>68</b>
4.1	Metodologia.....	68
4.2	Value Stream Mapping.....	69
4.3	Analisi della Current state Map .....	72
4.4	Spaghetti Chart della situazione attuale.....	73
4.5	Criticità individuate .....	78
4.5.1	Criticità 1 – Lunga attesa componenti urgenti .....	78
4.5.2	Criticità 2 – Flussi incrociati che rallentano le operazioni.....	81
4.5.3	Criticità 3 – Attesa merce in area anomalie .....	82
4.5.4	Criticità 4 – Attesa stoccaggio merce .....	85
4.6	Value Stream Map TO BE .....	87
.....	.....	90
4.7	Spaghetti Chart TO BE.....	92
4.8	Quantificazione dei risparmi ottenuti.....	94
<b>Capitolo 5</b>	.....	<b>96</b>
<b>Conclusioni</b> .....		<b>96</b>
5.1	Valutazione applicabilità del Framework.....	96
5.2	Benefici del lavoro di tesi .....	98
5.3	Spunti per attività future .....	98
<b>Bibliografia</b> .....		<b>100</b>
<b>Sitografia</b> .....		<b>102</b>

# Introduzione

Nel mercato odierno un fattore fondamentale col quale le aziende si devono interfacciare è la competitività, a causa della crescente digitalizzazione, che permette di ottenere con maggiore semplicità le informazioni. Al fine di rendere le imprese maggiormente competitive risulta necessario incrementare l'efficienza delle stesse, riducendo i tempi. Sono diverse le metodologie che permettono di ottenere una maggiore efficienza, una di queste è sicuramente l'applicazione dei fondamenti del Lean Thinking. I principi di tale ottica possono essere applicati a diversi ambiti aziendali, come ad esempio ai magazzini; è nato così il Lean Warehousing. I tool di Lean Warehousing permettono di tenere traccia delle informazioni e dei flussi che avvengono all'interno dei magazzini, individuando le attività che apportano valore aggiunto ai processi che avvengono all'interno di essi. L'obiettivo del presente elaborato è l'applicazione di un framework di Lean Warehousing al magazzino centrale di Automobili Lamborghini al fine di individuare le criticità dei processi logistici che avvengono all'interno di esso. La struttura dell'elaborato è composta come segue:

Nel primo capitolo vi è una descrizione approfondita della metodologia Lean esaminando le tecniche e gli strumenti di gestione del magazzino e delle scorte. Al termine del capitolo vi è una descrizione del framework di Lean Warehousing e degli strumenti utilizzati per effettuare l'analisi nel magazzino di Automobili Lamborghini.

Nel secondo capitolo vi è una presentazione dell'azienda in cui è stato svolto il lavoro di tesi, Automobili Lamborghini, una famosa realtà automobilistica operante nel settore del lusso.

Nel terzo capitolo è presente una dettagliata descrizione dei processi logistici che avvengono nel magazzino centrale, e una breve descrizione del processo logistico generale che avviene all'interno dell'azienda.

Il quarto capitolo consiste nell'applicazione del framework di Lean Warehousing al magazzino oggetto di studio. Il primo passo è stato realizzare le Value Stream Map (VSM) e lo Spaghetti Chart dei processi di magazzino per ciascuna tipologia di processo. Successivamente sono state analizzate le criticità ed i punti di debolezza emersi con lo strumento Lean dei 7 Muda, individuandone le cause con la metodologia delle 5W. Al fine di trovare una soluzione alle criticità emerse è stata applicata la metodologia delle 5S. Infine sono state realizzate Future State Map e lo Spaghetti Chart TO BE, effettuando un confronto dei tempi e dei flussi rispetto alla soluzione precedente.

Nel quinto capitolo, infine, si espongono le conclusioni del presente lavoro di tesi e le riflessioni finali riguardanti l'applicabilità del framework ad un caso reale, i benefici che il lavoro di tesi ha portato all'azienda e le limitazioni dello stesso.

In sintesi, il presente lavoro di tesi ha permesso, tramite l'applicazione del framework di Lean Warehousing sviluppato da Mustafa, Cagliano e Rafele (2013), di trarre alcune conclusioni circa la situazione logistica attuale del magazzino centrale di Automobili Lamborghini. In particolare, l'applicazione dello stesso permetterebbe un risparmio in termini di tempo e conseguentemente di costi, a favore di una maggiore efficienza del processo logistico. Il risparmio di tempo dipende dal tipo di processo analizzato, ma l'applicazione delle metodologie Lean permetterebbe un risparmio medio di 130 minuti nelle attività di carico, scarico, picking e filling.

# Capitolo 1

## La Lean Production e la gestione dei magazzini

La Lean Production è una filosofia di produzione che si basa sulla eliminazione degli sprechi al fine di incrementare l'efficienza dei processi produttivi. Una delle aree in cui la Lean Production può avere un impatto significativo è la gestione dei magazzini, che rappresenta una parte importante del sistema logistico delle aziende. La gestione dei magazzini comprende tutte le attività relative al ricevimento, al deposito e alla distribuzione delle materie prime, dei prodotti in corso di lavorazione e dei prodotti finiti. Una buona gestione dei magazzini può aumentare l'efficienza del sistema logistico e ridurre i costi, mentre una gestione inefficace può causare ritardi, difetti e sprechi. La Lean Production offre un insieme di principi e tecniche che possono essere utilizzati per ottimizzare la gestione dei magazzini, come il Jidoka, il Kanban e il Just-in-Time. Inoltre, la digitalizzazione e l'adozione di tecnologie come i sistemi di gestione dei magazzini (WMS) e i sistemi di identificazione automatica (AIDC) possono contribuire a migliorare la gestione dei magazzini. In questo capitolo, verrà esaminato come la Lean Production può essere applicata alla gestione dei magazzini e verranno discusse alcune tecniche che possono essere utilizzate per ottimizzare questa attività. Inoltre, verranno esaminate alcune sfide e criticità nell'implementazione della Lean Production alla gestione dei magazzini.

### 1.1 La storia della Lean Production

La Lean Production è una filosofia di produzione sviluppata originariamente da Toyota nel secondo dopoguerra, con l'obiettivo di ridurre gli sprechi e aumentare l'efficienza nei processi produttivi. Si basa sull'eliminazione di qualsiasi attività che non aggiunga valore per il cliente, come gli sprechi di tempo, di materiali, di movimentazioni inutili, di attesa e di inefficienze. La Lean Production è stata introdotta in occidente da Taiichi Ohno, un ingegnere giapponese che ha lavorato per Toyota dal 1948 al 1975 e che è considerato il padre del sistema di produzione Toyota. Ohno ha sviluppato una serie di principi e tecniche per ridurre gli sprechi, come il Jidoka, che consiste nell'arrestare la produzione

in caso di difetto o problema, e il Kanban, che è un sistema di segnalazione visiva per il controllo e la gestione della produzione. Il successo di Toyota ha attirato l'attenzione di altre aziende, che hanno iniziato a implementare i principi della Lean Production nelle loro fabbriche <sup>[1]</sup>. Nel 1990, James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos hanno pubblicato il libro "The Machine That Changed the World", che ha diffuso ulteriormente la conoscenza del sistema di produzione Toyota e ha dato origine al movimento della Lean Manufacturing <sup>[2]</sup>. Negli anni seguenti, la Lean Production si è diffusa in molti settori e ha dato origine a diverse varianti, come la Lean Construction, la Lean Healthcare e la Lean Service. Inoltre, la tale metodologia si è evoluta per adattarsi ai cambiamenti del mercato e della tecnologia, come l'adozione della produzione personalizzata e della digitalizzazione. Oggi, è considerata uno dei principali approcci per aumentare l'efficienza e la competitività delle aziende, anche se non è priva di criticità e sfide. Ad esempio, richiede una forte partecipazione e motivazione del personale, una continua eliminazione degli sprechi e una attenta gestione dei rischi. Inoltre, non è sempre la soluzione ideale per ogni azienda e può essere difficile da implementare in alcune situazioni. Nonostante queste sfide, la Lean Production continua a essere una filosofia di produzione influente e diffusa in tutto il mondo, che ha dimostrato di essere un valido strumento per aumentare l'efficienza e la competitività delle aziende.

## 1.2 Identificazione degli sprechi

Identificare gli sprechi è uno dei primi passi nell'applicazione della filosofia della Lean Production, che mira a ridurli e aumentare l'efficienza dei processi produttivi. La radice alla base degli sprechi è riscontrabile con le 3M. La conoscenza di tali termini dà una conoscenza più completa della logica Lean, essendo parole tra loro interconnesse. Womack e Jones iniziano il loro libro "Lean Thinking" dando una spiegazione delle 3M: Muda (spreco), Muri (sovraccarico), Mura (variabilità) <sup>[3]</sup>:

- **Muda**; all'interno di un'azienda gli sprechi sono tutte quelle attività che non aggiungono valore per il cliente e che possono essere eliminate o ridotte senza compromettere la qualità del prodotto o del servizio. Il concetto di Muda si è successivamente evoluto diventando ciò che ora vengono conosciuti come i 7 sprechi di Ohno. Gli sprechi possono essere classificati in sette categorie: spreco di trasporto, spreco di inventory, spreco di movimentazione non necessaria, spreco di attesa, spreco di over-processing, spreco di overproduction, spreco di difetti.
  - **Spreco trasporto**: secondo l'ottica Lean laddove le distanze sono maggiori la comunicazione è vincolata e perciò potrebbe risentirne la qualità della stessa. In tale

ottica, ogni movimentazione del prodotto è un'azione che non aggiunge alcun valore aggiunto al prodotto, a meno che non si tratti di un'azienda di spedizioni. Tale spreco non potrà mai essere completamente eliminato, ma potrà essere ridotto al minimo posizionando gli enti che interagiscono fra loro il più vicino possibile. [4]

- **Spreco di scorte:** Le scorte, infatti, rappresentano una forma di spreco perché rappresentano un impegno di risorse (come spazio, denaro e tempo) senza fornire alcun valore aggiunto al processo produttivo. Le scorte possono essere di vario tipo; materie prime, prodotti intermedi o prodotti finiti, e possono essere accumulate per diverse ragioni, come ad esempio per garantire la continuità delle attività produttive o per soddisfare picchi di domanda. Tuttavia, a causa dei costi associati alla loro gestione e all'incidenza degli eventuali danni o scadenze, le scorte possono diventare un onere per l'azienda, anziché un valore. Per ridurre lo spreco derivante dalle scorte, le aziende Lean scelgono di adottare strategie come il just-in-time (JIT) e il kanban, che prevedono la produzione e il rifornimento dei materiali solo in base alle effettive richieste del cliente, eliminando così la necessità di accumulare scorte in eccesso. Inoltre, vengono implementate tecniche di gestione della qualità come il Six Sigma per ridurre gli errori e gli sprechi a monte del processo produttivo, riducendo così la necessità di mantenere scorte di prodotti difettosi.
- **Spreco movimentazione:** le movimentazioni non necessarie fanno riferimento sia alle persone che al layout. Per quanto riguarda l'aspetto umano si fa riferimento ai piccoli movimenti che gli operatori svolgono nelle loro stazioni di assemblaggio a causa di un training non adeguato o a causa di un layout non ottimale. In tale ottica, assoluta rilevanza assume l'ergonomia della postazione di lavoro. La dimensione relativa al layout comprende sistemazioni della postazione di lavoro non completamente efficienti che provocano come conseguenza le micro-movimentazioni fonti di inefficienze [4].
- **Spreco attesa:** è probabilmente il secondo spreco più rilevante. In un'azienda, tutto il tempo in cui un item è privo di qualsiasi movimentazione è uno spreco. L'attesa è ciò che va evitato maggiormente al fine di ottenere un flusso regolare, anche se è molto difficile ridurla a zero [4]. È senz'altro necessaria una comunicazione continua per ottenere un flusso regolare e continuo, ottenibile ad esempio tramite l'introduzione di un sistema informativo.
- **Spreco over-processing:** L'over-processing è un tipo di spreco che si verifica quando si effettuano lavorazioni o trasformazioni in eccesso rispetto a quelle richieste dal

cliente o necessarie per il prodotto finale. In altre parole, l'over-processing è il risultato dell'aggiunta di valore non richiesto o non percepito dal cliente al prodotto o al processo. In un'ottica Lean, l'over-processing rappresenta una forma di spreco da eliminare perché comporta un impegno di risorse (come tempo, denaro e materiali) senza apportare alcun valore aggiunto al prodotto finale. Inoltre, può anche comportare il rischio di aumentare gli errori e i difetti del prodotto, a causa della maggiore complessità del processo. Per ridurre l'over-processing in un'azienda, è necessario prima identificare le attività di lavorazione in eccesso e quindi eliminarle o semplificarle. Inoltre, è importante coinvolgere il personale e incoraggiare la partecipazione attiva per individuare opportunità di eliminazione dello spreco e di semplificazione del processo. Altre tecniche lean come il value stream mapping e il kaizen possono essere utilizzate per identificare e eliminare l'over-processing nei processi aziendali.

- **Spreco overproduction:** fa riferimento allo spreco ottenuto quando vengono prodotte quantità maggiori rispetto alla richiesta del cliente, quando vengono prodotte troppo presto o quando vengono prodotte per sicurezza. Ohno credeva che si trattasse dello spreco più serio di tutti, in quanto sta alla base di molte altre problematiche. La sovrapproduzione porta necessariamente a lead time maggiori rispetto a quelli necessari. Tale situazione potrebbe portare a generare una maggiore pressione sul ritmo di lavoro, accrescendo la possibilità di difetti. Inoltre, l'over produzione impatta anche sugli sprechi di movimento in quanto porta a realizzare e movimentare item che non sono immediatamente richiesti.
- **Spreco difetti:** i difetti comportano dei costi, sia immediatamente che nel lungo termine. Esistono difetti relativi a guasti esterni (garanzie, riparazioni, o possibilità di perdere clienti) o guasti interni (scarti, rilavorazioni, ritardi). Si noti inoltre, che i costi derivanti da essi aumentano di un fattore dieci quanto più tardi vengono scoperti lungo il ciclo di produzione, per non parlare del danno di immagine nel momento in cui tale difetto venga riscontrato su prodotto già deliberato.
- **Muri;** Il sistema industriale tradizionale spesso ordina grandi quantità di materiale per ridurre i costi totali. Per evitare il sovraccarico (Muri), è importante evitare di accumulare grandi quantità di scorte e organizzare l'acquisto o la produzione dei materiali necessari per la produzione solo quando sono richiesti, basandosi sul principio "just-in-time". Ciò consente all'azienda di essere più flessibile e adattabile alla domanda del mercato, limitando al

contempo i costi. Al contrario, il sovraccarico si verifica quando si assegnano carichi di lavoro irrealistici alle persone e alle macchine, causando stress inutile, errori e rilavorazioni. [7]

- **Mura;** L'inconsistenza nel flusso di lavoro è causata dalle variazioni della domanda, ovvero dall'irregolarità del volume (Mura). Poiché i clienti richiedono sempre più varietà e flessibilità, è importante ottenere queste caratteristiche senza complicare inutilmente il sistema produttivo. Sarà compito del management minimizzare l'impatto delle variazioni sulla produzione, ad esempio attraverso l'introduzione di sistemi di controllo, produzione e consegna "just-in-time" [7].

Al fine di identificare gli sprechi, è importante coinvolgere il personale in tutti i livelli dell'azienda e chiedere loro di segnalare le attività che ritengono inutili o inefficienti. È anche utile utilizzare strumenti come il brainstorming, la mappa dei processi e il diagramma di flusso per identificare gli sprechi e trovare soluzioni per eliminarli. Una volta identificati gli sprechi, è importante misurarli e monitorarli per verificare i progressi nella loro eliminazione. Inoltre, è necessario coinvolgere il personale nell'elaborazione di soluzioni per eliminare gli sprechi, poiché spesso sono loro a conoscere meglio i processi e a poter proporre soluzioni creative ed efficaci. L'eliminazione degli sprechi è un processo continuo e richiede un impegno costante da parte di tutti i livelli dell'azienda. Tuttavia, l'identificazione e l'eliminazione degli sprechi può portare a importanti benefici, come una maggiore efficienza, una riduzione dei costi e un aumento della soddisfazione del cliente. Inoltre, l'eliminazione degli sprechi contribuisce a creare una cultura aziendale orientata al miglioramento continuo e alla innovazione [4]. L'applicazione della Lean Production in un'azienda può presentare, però, alcune criticità. Una delle principali difficoltà nell'applicazione della Lean Production è la resistenza al cambiamento. Molti dipendenti possono essere restii a adottare nuove metodologie e processi, soprattutto se sono stati abituati a lavorare in un certo modo per molti anni. Inoltre, alcuni manager possono avere difficoltà a rinunciare ai vecchi metodi di lavoro e a gestire le transizioni verso nuove pratiche. Un'altra criticità nell'applicazione della Lean Production è la mancanza di formazione adeguata. Molti dipendenti e manager non hanno le competenze necessarie per implementare e gestire i nuovi processi, il che può rendere difficile il loro successo. Inoltre, la Lean Production richiede una forte collaborazione tra le diverse aree aziendali e una chiara comunicazione. Tuttavia, spesso le barriere tra le diverse funzioni possono rendere difficile la collaborazione e la comunicazione, rendendo più complesso l'applicazione di tale metodologia. Infine, la Lean Production richiede una forte volontà di monitorare e misurare costantemente i progressi e gli obiettivi. Tuttavia, alcune aziende possono avere difficoltà nell'identificare gli indicatori chiave di prestazione e nel monitorare costantemente i progressi.

## 1.3 Principi guida

Il Lean Thinking mira a creare valore per il cliente, eliminando gli sprechi e migliorando continuamente i processi, rispettando le persone coinvolte nel processo. Se applicato correttamente, può portare a significativi miglioramenti nell'efficienza e nella produttività di qualsiasi organizzazione. Il Lean Thinking è un modello di pensiero sviluppato originariamente nel settore manifatturiero, ma che può essere applicato a qualsiasi tipo di organizzazione. Si basa su cinque principi fondamentali:

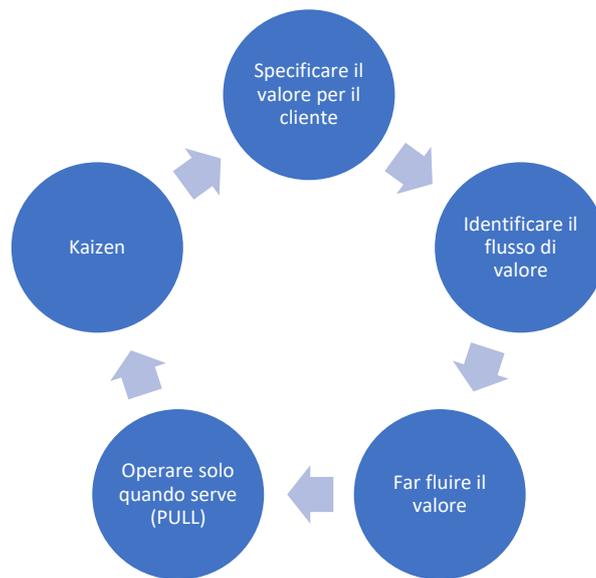


Grafico 1.1 - Identificazione sprechi

- **Specificare il valore dal punto di vista del cliente:** molto spesso le aziende tendono a dare al cliente ciò che risulta conveniente per loro stesso. Le azioni e le attività dell'azienda non sono mirate al raggiungimento della soddisfazione del cliente ma sono orientate a ciò che è economico. Tale pensiero si può applicare anche alla progettazione stessa del prodotto; capita spesso che vengano intraprese nuove attività di servizio o vengano lanciati nuovi prodotti vincolati alle strumentazioni precedenti, invece che alle richieste del cliente <sup>[4]</sup>. Il primo passo per capire il valore dal punto di vista del cliente sta nel conoscere il cliente. Questo implica l'ascolto attivo dei clienti e l'analisi dei loro bisogni e desideri, in modo da poter concentrarsi sulla produzione di prodotti o servizi che soddisfino queste esigenze. Una volta definite le caratteristiche del prodotto da offrire, è necessario stabilire un obiettivo di costo basato sull'ammontare di risorse e di lavoro necessari per la produzione, ipotizzando che tutti gli sprechi (Muda) siano stati rimossi dal processo. In ottica Lean, il costo del prodotto viene

determinato considerando quanto costerebbe produrre quel prodotto senza sprechi, ovvero una volta eliminate le fasi non necessarie del processo e reso fluido il flusso di valore.

- **Identificazione del flusso di valore:** Il flusso di valore per ogni prodotto è costituito da tutte le attività necessarie per la sua realizzazione. Mappare il flusso di valore per ciascun prodotto è importante poiché consente di identificare gli sprechi (Muda) e per farlo è necessario considerare l'intero insieme di attività coinvolte nella creazione di un particolare prodotto. Analizzando il flusso di valore, si possono individuare tre tipi di attività: quelle che generano valore, quelle che non generano valore ma sono inevitabili e quelle che non generano valore e possono essere eliminate immediatamente. L'obiettivo del pensiero Lean è eliminare quest'ultimo tipo di attività, considerate sprechi. Per distinguere le attività che aggiungono valore per il cliente, è importante chiedersi non tanto se una determinata attività sia necessaria, ma se il cliente sarebbe disposto a pagarla, ovvero se noterebbe la sua assenza. Tutte le attività che modificano le caratteristiche estetiche, fisiche o meccaniche del prodotto sono considerate attività a valore aggiunto. <sup>[11]</sup>
- **Far fluire il valore:** Ciò che risulta importante in tal caso è mantenere una strategia guida che permetta di muoversi verso un flusso snello e rapido verso il cliente, un flusso continuo privo di interruzioni. Tutte le unità operative devono collaborare e supportare il processo di produzione verso il cliente. Questo avanzamento deve essere ricercato sia a livello di pianificazione che di produzione, con l'obiettivo di ridurre il lead time, creare spazi adeguati e coerenti (layout funzionali) e monitorare attentamente l'avanzamento della produzione. È così importante riuscire a lavorare senza intoppi che si può sostenere che il flusso di un singolo pezzo (One Piece Flow) sia la soluzione ottimale per ridurre il tempo di attraversamento. Tuttavia, c'è un equivoco comune riguardo al Lean Manufacturing, ovvero che solo le aziende che lavorano in linea possono applicare questo concetto di avanzamento a flusso continuo. In realtà, questo modello di produzione è valido per qualsiasi azienda: chi ha la possibilità di lavorare in linea ha unicamente il vantaggio di possedere un'applicazione pratica di tale principio. <sup>[12]</sup>
- **PULL:** Il quarto principio consiste nel progettare, programmare e realizzare esattamente ciò che il cliente desidera, al momento in cui lo desidera, utilizzando una logica di produzione pull. Ciò significa che sarà il cliente a “tirare” i prodotti all'azienda, la quale solitamente “spinge” tali prodotti ai clienti tramite logiche push. L'applicazione di tale logica significa adottare risposte di breve termine al tasso di domanda dettato dal cliente. È necessario, però, che tale logica sia adottata lungo l'intera supply chain. Ciò implica, inoltre, che le informazioni siano estremamente condivise, la domanda del cliente finale deve essere

conosciuta lungo tutta la catena. Una mancata condivisione di tale informazione, infatti, può portare ad un effetto denominato **effetto Bullwhip**. L'effetto Bullwhip è un fenomeno che si verifica all'interno della catena di approvvigionamento, dove una lieve variazione nella domanda dei consumatori viene amplificata man mano che si risale lungo la catena, fino ad arrivare al fornitore. Questo può portare a oscillazioni ingiustificate nei livelli di produzione e di inventario, aumentando i costi e la complessità della catena di approvvigionamento. L'effetto Bullwhip può essere causato da diversi fattori, come la mancanza di informazioni trasparenti all'interno della catena, le politiche di ordinazione basate sulla previsione della domanda e le strategie di negoziazione aggressive utilizzate dai fornitori. La gestione efficace dell'effetto Bullwhip è, quindi, essenziale per ottenere una catena di approvvigionamento efficiente e ridurre i costi aziendali <sup>[13]</sup>.

- **Raggiungimento della perfezione:** Dopo aver lavorato sui precedenti punti, la “perfezione” sembrerà più raggiungibile. La perfezione si manifesta consegnando ciò che il cliente vuole, nel momento in cui lo vuole (senza ritardi), ad un prezzo adeguato e col minimo spreco. <sup>[13]</sup> Approccio fondamentale in tal caso è ragionare in un’ottica di miglioramento continuo, detto anche **Kaizen**. Si tratta di una filosofia di miglioramento continuo che si basa sull’idea che, attraverso piccoli cambiamenti incrementali, è possibile ottenere grandi risultati a lungo termine. In un’ottica lean, il kaizen mira a eliminare gli sprechi e aumentare l’efficienza in ogni processo aziendale, sfruttando il potere di tutti i membri dell’organizzazione. Il kaizen si basa sulla partecipazione attiva di tutti i dipendenti, indipendentemente dal loro livello gerarchico, e incoraggia la creatività e l’innovazione. Si tratta di una filosofia che si basa sulla continua ricerca della perfezione e del miglioramento, e che considera ogni problema come un’opportunità per imparare e crescere. In un’ottica Lean, il kaizen è un elemento fondamentale per il raggiungimento di una produzione snella e di alta qualità, poiché permette di identificare e risolvere rapidamente i problemi, riducendo gli sprechi e aumentando l’efficienza.

## **1.4 Strumenti della Lean Production utilizzati**

In questo paragrafo verranno gli strumenti fondamentali della Lean Production, ovvero quelle tecniche e metodi che consentono di eliminare gli sprechi e aumentare l'efficienza all'interno di un'azienda. La filosofia della Lean Production si basa sull'idea di fornire al cliente il valore desiderato, eliminando ciò che non è necessario per il cliente stesso. Attraverso l'analisi e l'applicazione di questi strumenti, sarà possibile identificare e rimuovere gli sprechi presenti nel processo produttivo, aumentando l'efficienza e la qualità del prodotto o servizio offerto. In particolare, verranno esplorati gli strumenti principali utilizzati nel lavoro di tesi, come Value Stream Mapping (VSM), Spaghetti Chart, 5S, 5W e come essi possono essere utilizzati per migliorare la gestione della produzione, la qualità, la flessibilità e la capacità di adattamento. Il paragrafo si focalizzerà anche su come implementare questi strumenti nella pratica, e sugli aspetti organizzativi che sono importanti per il successo della Lean Production.

### **Value Stream Map**

La Value Stream Map (VSM) è uno strumento utilizzato per analizzare e migliorare il flusso di valore all'interno di un'azienda. Il suo obiettivo principale è quello di identificare ed eliminare gli sprechi presenti nel processo produttivo, al fine di incrementare l'efficienza e la qualità del prodotto o servizio offerto. La VSM si basa sulla rappresentazione grafica del flusso di valore, che comprende tutte le attività necessarie per trasformare un input, ad esempio materie prime o ordini clienti, in un output, un prodotto finito o un servizio erogato. La mappa include sia le attività a valore aggiunto, quelle necessarie alla funzione di magazzino, sia quelle a non valore aggiunto, quelle che non contribuiscono al valore finale ma sono comunque necessarie per il processo. Una volta creata la VSM, l'azienda può analizzare le attività presenti e individuare gli sprechi, come ad esempio i tempi di attesa, i movimenti inutili, gli stock eccessivi, i processi inefficaci. A questo punto, è possibile implementare azioni per eliminare gli sprechi e migliorare il flusso di valore.

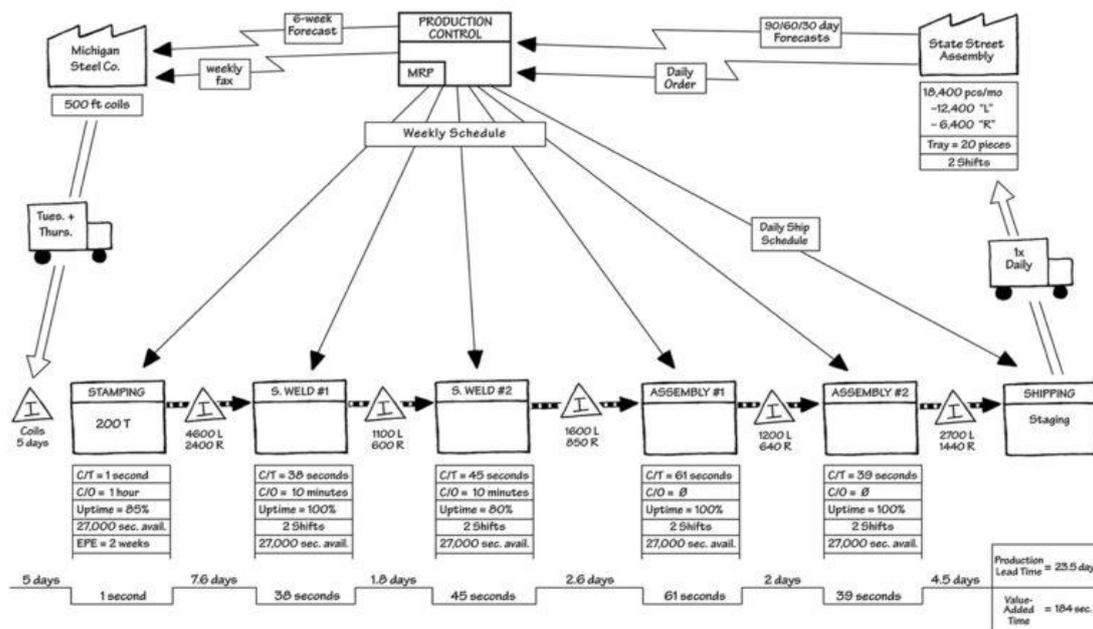


Figura 1.1 - Value Stream Map <sup>[14]</sup>

Per realizzare una Value Stream Map (VSM), è necessario seguire i seguenti passi:

1. **Identificare il prodotto o servizio di interesse:** la VSM deve essere creata per un prodotto o servizio specifico, in modo da poter analizzare il flusso di valore specifico.
2. **Raccolta dei dati:** raccogliere informazioni su tutte le attività necessarie per trasformare un input in un output, comprese le attività a valore aggiunto e quelle a non valore aggiunto. È importante raccogliere anche informazioni sui tempi di attesa, le movimentazioni prive di utilità, gli stock eccessivi, i processi inefficaci.
3. **Creazione della mappa:** utilizzare un software o una semplice mappa a mano per rappresentare graficamente il flusso di valore. La mappa deve includere tutte le attività raccolte nei passi precedenti, indicate in ordine cronologico.
4. **Analisi dei dati:** analizzare la mappa per identificare gli sprechi presenti nel processo produttivo.
5. **Pianificazione delle azioni di miglioramento:** pianificare azioni per eliminare gli sprechi individuati e migliorare il flusso di valore.
6. **Implementazione e monitoraggio:** implementare le azioni pianificate e monitorare i risultati ottenuti per verificare l'efficacia delle azioni intraprese.

È importante notare che la VSM è uno strumento dinamico e quindi deve essere costantemente aggiornato e revisionato per garantire che continui a riflettere la realtà aziendale e per individuare nuove opportunità di miglioramento <sup>[15]</sup>.

## Spaghetti Chart

Lo Spaghetti Chart è uno strumento utilizzato nella Lean Production per rappresentare graficamente i processi aziendali e individuare le opportunità di miglioramento.

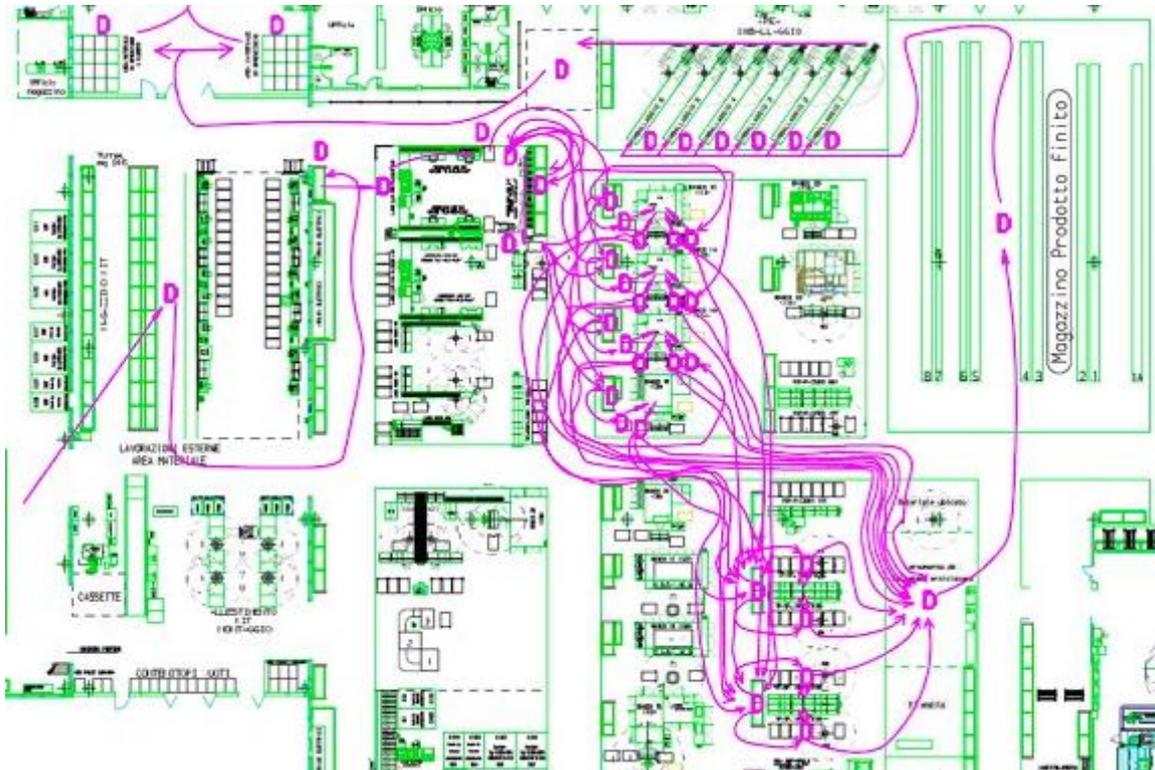


Figura 1.2 - Spaghetti Chart <sup>[16]</sup>

Uno spaghetti chart è composto da una serie di attività, rappresentate da frecce, che indicano il flusso di lavoro tra le varie fasi del processo. Le attività sono ordinate in base al loro ordine logico e sono connesse tra loro per rappresentare il flusso di lavoro. Per realizzare uno spaghetti chart, è necessario seguire questi passi:

1. **Identificazione del processo:** Identificare il processo da analizzare e definire gli obiettivi dell'analisi
2. **Raccolta dati:** raccogliere informazioni sul processo attuale, registrando le attività, i tempi e i responsabili delle stesse
3. **Creazione del diagramma:** utilizzare le informazioni raccolte per creare il diagramma, rappresentando le attività con frecce e connetterle per mostrare il flusso di lavoro
4. **Analisi del diagramma:** analizzare il diagramma per identificare i metri percorsi durante il ciclo produttivo e le opportunità di miglioramento, come ad esempio i passaggi non necessari, i tempi di attesa e gli sprechi di risorse.

5. **Implementazione delle soluzioni:** implementare le soluzioni individuate per migliorare l'efficienza del processo.

Uno spaghetti chart è uno strumento utile perché permette di rappresentare graficamente i processi aziendali e di identificare le opportunità di miglioramento in modo semplice e intuitivo. Inoltre, è possibile utilizzarlo per monitorare i progressi e valutare l'efficacia delle soluzioni implementate <sup>[17]</sup>.

## Metodologia 5W

La metodologia delle 5W è una metodologia intuitiva che permette di individuare la causa delle criticità del processo analizzato <sup>[18]</sup>. Per ogni criticità da analizzare ci si pongono cinque quesiti che derivano dall'inglese (da qua la denominazione "5W"), apparentemente semplici. In realtà, forniscono un ottimo strumento di analisi e valutazione sulle cause di ciò che si sta indagando <sup>[18]</sup>.



Figura 1.4 - 5W + 1H <sup>[20]</sup>

Si possono applicare a qualsiasi contesto aziendale vista la semplicità di applicazione, consentono di indagare a fondo una problematica attraverso la risposta alle seguenti domande:

- Who? (chi?);
- What? (che cosa?);
- When? (quando?);
- Where? (dove?);
- Why? (perché?).

Talvolta a questi cinque quesiti si aggiunge un'ultima domanda; How? (Come?) per questo tale metodo viene spesso definito 5W+1H. Successivamente, dopo aver trovato la causa delle

problematiche risulta necessario individuare una modalità di risoluzione della stessa; a tal proposito si applica il metodo 5S.

## Metodologia 5S

Le 5S sono un insieme di cinque pratiche fondamentali della Lean Production, utilizzate per creare un ambiente di lavoro ordinato e sicuro, in quanto permettono di rendere visibili i problemi. Il nome 5S deriva dalle cinque parole iniziali dei passi che compongono il metodo: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke.



Figura 1.3 - Fasi 5S <sup>[21]</sup>

- 1. Seiri (Separare):** consiste nell'identificare e separare gli elementi necessari per il processo produttivo da quelli che non lo sono, eliminando tutto ciò che non è necessario. Il primo passo consiste nel decidere, con tutto il team di lavoro, i criteri di ordinamento (es. attrezzi utilizzati ogni settimana, quelli necessari per la salute e la sicurezza...), in modo tale da rendere più accessibili i prodotti utilizzati maggiormente. In seguito, il team deve classificare tutti gli item in accordo ai criteri di classificazione e farlo regolarmente. Per quanto riguarda l'applicazione di questo principio ai magazzini comporta l'individuazione delle scorte che non sono necessarie o che sono posizionate in modo inadeguato. L'obiettivo è quello di effettuare un'analisi delle scorte presenti in magazzino, per determinare quali prodotti vengono utilizzati, con quale frequenza e in quale quantità.
- 2. Seiton (ordinare):** consiste nell'organizzare gli elementi necessari in modo che siano facilmente accessibili e visibili, con l'obiettivo di ridurre i tempi di ricerca e di preparazione. La posizione degli item deve essere decisa in base alla frequenza di utilizzo al fine di ridurre le moltiplicazioni e gli spostamenti. Questa operazione va ripetuta ogni volta che i componenti cambiano. L'analisi ottimale è accompagnata da uno Spaghetti Chart.

3. **Seiso (pulizia):** consiste nell'effettuare una pulizia profonda dell'ambiente di lavoro, eliminando gli oggetti inutili.

Cinque sono gli steps necessari per l'applicazione di tale fase:

- a. Determinare gli obiettivi;
  - b. Determinare le responsabilità;
  - c. Determinare i metodi;
  - d. Preparare il materiale necessario;
  - e. Applicare il metodo.
4. **Seiketsu (standardizzazione):** consiste nell'estendere e mantenere le pratiche delle prime tre S, creando standard per la pulizia, l'ordine e la separazione degli elementi. La standardizzazione mira a creare procedure standard per la pulizia, l'ordine e la separazione degli elementi, che possono essere facilmente comprese e seguite da tutti i dipendenti. Ciò consente di garantire che gli standard siano sempre rispettati e che gli sprechi vengano continuamente eliminati. Per implementare la standardizzazione, è importante creare procedure scritte e visuali per ogni attività, in modo che tutti i dipendenti possano seguirle facilmente. Inoltre, è importante creare un sistema di monitoraggio costante degli standard e di correzione di eventuali deviazioni.
  5. **Shitsuke (sviluppo):** consiste nell'integrare le pratiche delle 5S in una routine quotidiana, creando una cultura di pulizia, ordine e standardizzazione all'interno dell'azienda. La fase di Shitsuke delle 5S della Lean Production, nota anche come "sviluppo" o "mantenimento", rappresenta l'ultimo passo del metodo e mira a consolidare le pratiche adottate nelle fasi precedenti di Seiri, Seiton, Seiso e Seiketsu, trasformandole in una routine quotidiana all'interno dell'azienda. Shitsuke mira a creare una cultura aziendale orientata al miglioramento continuo, in cui tutti i dipendenti sono incoraggiati a proporsi idee per migliorare i processi e a mantenere gli standard stabiliti. In questo modo, le pratiche adottate durante le fasi di Seiri, Seiton e Seiso possono essere continuamente migliorate e adattate alle esigenze del mercato e del cliente. Per implementare la fase di Shitsuke, è importante creare un sistema per monitorare costantemente gli standard e correggere eventuali deviazioni, e incoraggiare i dipendenti a partecipare attivamente al processo di miglioramento continuo. Inoltre, è importante che l'azienda si adoperi per creare una cultura di rispetto degli standard e di impegno per il miglioramento continuo. La fase di Shitsuke è un processo continuo che richiede l'impegno di tutti i dipendenti e la creazione di una cultura aziendale orientata al miglioramento continuo <sup>[4]</sup>.

## **1.5 I magazzini e la loro gestione**

Il magazzino è una struttura aziendale utilizzata per lo stoccaggio e la movimentazione dei materiali [23]. La gestione dei magazzini è una parte fondamentale della logistica aziendale. Il Lean Warehousing è una strategia che mira a ridurre al minimo gli sprechi e a massimizzare l'efficienza dei magazzini. Si tratta di una filosofia che mira a ridurre al minimo gli sprechi di tempo, denaro e risorse, ottimizzando al contempo la produttività. Utilizzando tecniche come la gestione della domanda, la gestione dei flussi di lavoro e la gestione dei processi, le aziende possono ottenere una maggiore efficienza nella gestione dei magazzini.

### **1.5.1 Le operazioni di magazzino**

Il magazzino svolge un ruolo fondamentale nella gestione della catena di approvvigionamento e nella logistica aziendale. Le principali attività svolte in un magazzino sono le attività di ricevimento, stoccaggio e spedizione dei prodotti. Sono poi presenti delle attività accessorie a queste, che possono incrementare, o talvolta anche decrementare l'efficienza del magazzino stesso. Si analizzano di seguito le principali attività.

#### **Ricevimento dei prodotti**

La ricezione dei prodotti in un magazzino aziendale è la prima attività che viene svolta, permette di verificare che i prodotti ricevuti corrispondano a quanto ordinato e che siano in buone condizioni. Innanzitutto, i camion scaricano i pallet sulle banchine di inbound. Dopo tale fase l'azienda può adottare delle strategie al fine incrementare la propria efficienza, ad esempio può effettuare un controllo qualità antecedente allo stoccaggio. Nel caso di un magazzino di servizio ad una linea di assemblaggio tale operazione può incrementare l'efficienza dell'intera azienda, riducendo il numero di difetti e ritardi del reparto di produzione. Nel caso invece di magazzino di servizio ad un cliente, questa operazione può diminuire la percentuale di disservizio. Nel caso in cui si riscontrino delle problematiche coi prodotti ricevuti risulta necessario informare immediatamente il fornitore al fine di risolvere immediatamente eventuali non conformità qualitative o quantitative. Successivamente, i prodotti vengono registrati nel sistema informatico di gestione del magazzino per aggiornare l'inventario e per tenere traccia delle scorte disponibili. Ci sono diverse tipologie di sistemi informativi utilizzati in un magazzino, tra cui:

1. **Sistemi di gestione magazzino (WMS):** questi sistemi consentono di gestire i movimenti dei prodotti all'interno del magazzino, di monitorare le scorte e di pianificare le attività di picking e di consegna. Essi sono solitamente integrati con i sistemi ERP aziendali per una gestione completa dell'inventario.
2. **Sistemi di automazione del magazzino:** questi sistemi utilizzano tecnologie come i lettori di codici a barre e i dispositivi di movimentazione automatica per automatizzare i processi di ricezione, stoccaggio e picking. Ciò consente di aumentare l'efficienza e la precisione delle attività di magazzino.
3. **Sistemi di tracciabilità:** questi sistemi consentono di tracciare i prodotti all'interno del magazzino, dall'arrivo fino alla consegna al cliente. Ciò permette di sapere in qualsiasi momento dove si trova un determinato prodotto e di monitorare il suo movimento all'interno del magazzino.
4. **Sistemi di controllo accessi:** questi sistemi permettono di controllare l'accesso delle persone al magazzino e di registrare i movimenti delle merci in entrata e in uscita. Ciò consente di mantenere un alto livello di sicurezza e di prevenire il furto o la perdita di prodotti.

L'automazione delle attività di magazzino può apportare un notevole incremento di produttività, ma può anche creare vincoli, richiedendo il rispetto di precise indicazioni. Una volta registrati i prodotti sono pronti per essere stoccati <sup>[24]</sup>.

## **Stoccaggio dei prodotti**

Lo stoccaggio dei prodotti all'interno di un magazzino è un'attività fondamentale poiché permette di conservare i beni in modo ordinato e facilmente accessibile, in modo da essere prontamente disponibili per la vendita o per la produzione. Ci sono diverse tecniche di stoccaggio utilizzate in un magazzino, tra cui:

1. **Stoccaggio a scaffale:** i prodotti vengono riposti sugli scaffali in modo ordinato e facilmente accessibile. Questa tecnica di stoccaggio è adatta per la maggior parte dei prodotti, soprattutto per quelli di piccole dimensioni.
2. **Stoccaggio a pallet:** i prodotti vengono riposti sui pallet e conservati in magazzini ad alta densità. Questa tecnica di stoccaggio è adatta per i prodotti di grandi dimensioni o per i prodotti che devono essere movimentati con attrezzature speciali come i carrelli elevatore.

3. **Stoccaggio a rack:** i prodotti vengono riposti sui rack, simili agli scaffali ma con dimensioni maggiori e maggiore capacità di carico. Questa tecnica di stoccaggio è adatta per i prodotti di grandi dimensioni o per quelli che devono essere conservati in modo sicuro e protetto.
4. **Stoccaggio automatico:** i prodotti vengono riposti in sistemi automatici, come armadi ad armadietto o nastri trasportatori, che consentono di conservare i prodotti in modo ordinato e facilmente accessibile, ottimizzando gli spazi e la gestione delle scorte <sup>[25]</sup>.

Un esempio di magazzino automatico è il magazzino shuttle (Figura 1.4).

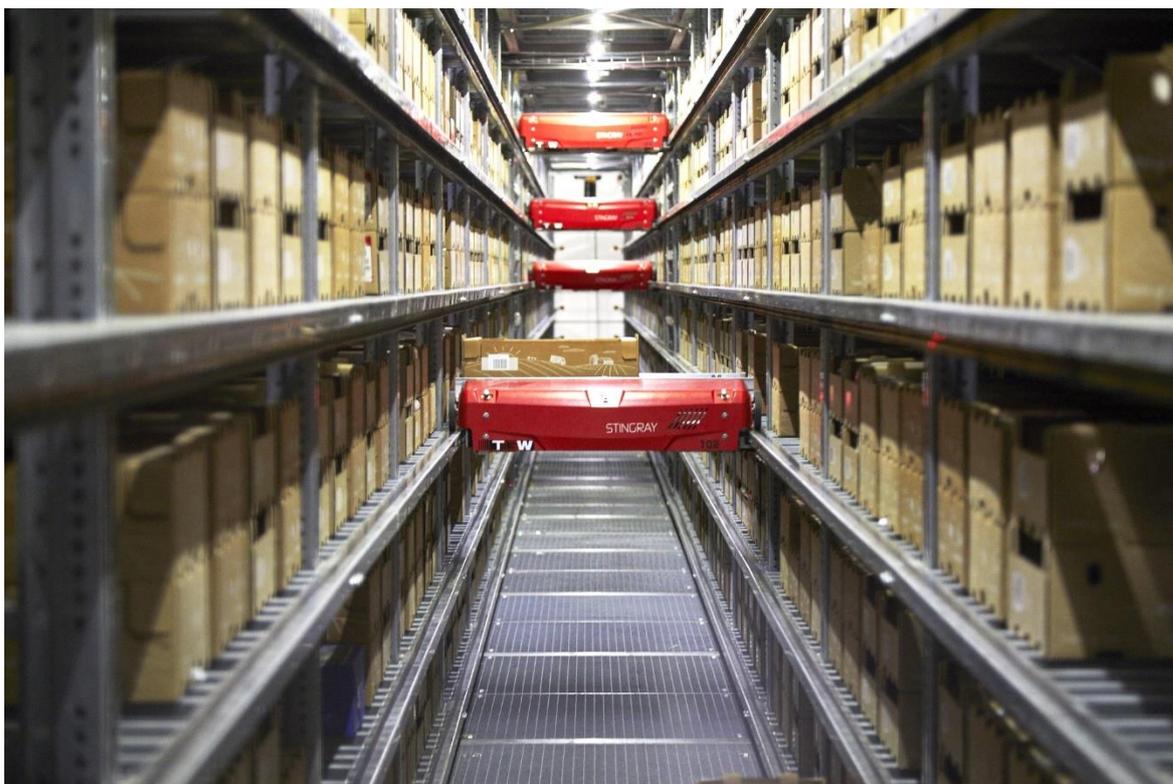


Figura 1.4 - Magazzino shuttle <sup>[26]</sup>

Inoltre, è importante che gli scaffali e i depositi siano etichettati e numerati in modo da identificare facilmente la posizione dei prodotti e di mantenere un ordine all'interno del magazzino. Al fine di scegliere la migliore ubicazione per i prodotti è possibile effettuare un'analisi di Pareto, localizzando i prodotti di classe A, cioè con un elevato indice di rotazione, nelle locazioni di accesso rapido, mentre i prodotti di classe B e C, con indici di rotazione più bassi, nelle locazioni ad accesso lento.

## Processo di picking e spedizione dei prodotti

Le attività di picking e spedizione permettono di preparare i prodotti per la consegna ai clienti o alla linea di assemblaggio all'interno dell'azienda. Il picking consiste nel prelevare i prodotti dal magazzino in base alle richieste degli ordini dei clienti o delle esigenze interne dell'azienda, mentre la spedizione consiste nel trasferire i prodotti dal magazzino al cliente o ad altri punti di distribuzione interni. Il picking è un'attività che richiede precisione e velocità poiché i prodotti devono essere prelevati in base alle richieste degli ordini e preparati per la spedizione in modo tempestivo. Spesso, i sistemi informatici di gestione del magazzino vengono utilizzati per aiutare a pianificare e a gestire questa attività. Ad esempio, i sistemi di gestione magazzino (WMS) possono generare automaticamente le liste dei prodotti da prelevare in base agli ordini ricevuti, indicando la posizione dei prodotti all'interno del magazzino e supportando il lavoro del personale di magazzino. Il costo del picking può rappresentare il 50% del bilancio totale di un magazzino <sup>[27]</sup> e può aumentare ulteriormente se il layout del magazzino e i sistemi di stoccaggio non sono ottimizzati. Pertanto, è importante per le imprese ottimizzare le loro procedure di picking per aumentare l'efficienza del magazzino e ridurre i costi. Un modo per migliorare le procedure di picking è investire in tecnologie specifiche. Ci sono diverse attrezzature che, sebbene comportino un costo iniziale, possono contribuire a ridurre i costi marginali delle attività di selezione e prelievo nel lungo periodo. Per ottimizzare le linee di preparazione del picking, si possono adottare diverse strategie e soluzioni automatiche. Ad esempio, è possibile installare un software di gestione del magazzino (WMS) per ridurre le distanze da percorrere e la ripetizione di movimenti, utilizzare terminali e dispositivi a radiofrequenza (RF) o voice picking per evitare l'uso dei documenti cartacei, sfruttare il picking massivo, il batch-picking e il picking multi-ordine. Inoltre, è possibile investire in strutture e dispositivi pensati per rendere più dinamico il picking, come le scaffalature leggere a gravità dotate di dispositivi pick-to-light e put-to-light, che indicano rispettivamente da quali posizioni è possibile prelevare il prodotto e dove riunire le unità di prodotto necessarie per allestire ciascun ordine. Queste tecnologie sono fondamentali per aumentare l'efficienza operativa <sup>[28]</sup>.

## 1.5.2 Gli strumenti e le attrezzature adottate

La gestione efficiente di un magazzino richiede l'utilizzo di strumenti e attrezzature adeguate a organizzare, movimentare e proteggere i prodotti. Dalle scaffalature per organizzare i prodotti alle attrezzature per sollevare e spostare i carichi, dai software di gestione del magazzino alle attrezzature per la movimentazione dei prodotti, dalle attrezzature di protezione per i prodotti alle attrezzature di sicurezza per gli operatori, ogni elemento è fondamentale per garantire che le operazioni di magazzino siano sicure, efficaci e redditizie. In questo paragrafo esploreremo in dettaglio gli strumenti e le attrezzature adottate in un magazzino e come questi possono contribuire a migliorare l'efficienza e la sicurezza delle operazioni.

### Carrelli per il trasporto e il sollevamento

I carrelli per magazzino sono le soluzioni indispensabili per lo stoccaggio della merce nei magazzini, per la movimentazione e la consegna di pacchi al cliente, per il trasporto merce dai centri logistici al cliente. Si tratta dei mezzi di trasporto e sollevamento di tipo discontinuo, a differenza dei rulli, nastri o del trasporto a catena che sono continui. Nel mercato industriale hanno registrato un utilizzo maggiore i carrelli dotati di attrezzature che migliorano e facilitano il prelievo. Il cambiamento tecnologico ha portato all'ottimizzazione delle soluzioni adottate tempo fa, a favore di nuove tecnologie che utilizzano meno spazio. Ad esempio, il carrello a forche frontali in certi contesti, ad esempio all'interno di spazi chiusi, è stato soppiantato dal carrello retrattile. I carrelli possono essere:

1. **A piccolo sollevamento:** alza il carico solo per il tempo necessario per evitare di farlo strisciare a terra.
2. **A grande e medio sollevamento:** si alzano i carichi per porli in scaffalature dedicate e quindi per stocarli.

Il concetto di sollevamento, negli ultimi anni, è cambiato molto in quanto le prestazioni di questi dispositivi sono aumentate a vista d'occhio. Esistono, inoltre, carrelli a traslazione manuale o motorizzati; negli ultimi anni la richiesta di questi ultimi è aumentata sempre di più. Di seguito una descrizione delle principali soluzioni <sup>[25]</sup>.

## **Transpallet**

Carrello molto utilizzato, con azionamento manuale, in cui sono presenti due longheroni con la funzione di sostegno del pallet, azionamento mediante timone da sollevare che permette di alzarli fungendo anche da forche. Inoltre, è presente una sorta di freno che permette di abbassare il pistone e i longheroni.



*Figura 1.5 – Transpallet <sup>[30]</sup>*

Questa tipologia confrontata con i modelli automatici ha il vantaggio di muoversi anche con movimenti ortogonali, utile in contesti in cui lo spazio è esiguo. Solitamente l'ingresso avviene attraverso il lato aperto del pallet e i transpallet possono essere equipaggiati con attrezzature aggiuntive come celle di carico o display su cui visionare il peso del o stampare etichette <sup>[31]</sup>.

## **Transpallet elevatore**

Essi hanno il pregio dell'assenza di longheroni perché la stabilizzazione di insieme avviene tramite il peso nella parte arretrata. Questa soluzione è sviluppata in un mondo di nicchia, le forche anteriori, senza alcun elemento di stabilizzazione, permettono di inforcare i pallet da entrambi i lati. Con prodotti di questo tipo, l'operatore non deve percorrere grandi percorsi; il trasferimento dalla zona di utilizzo al magazzino è abbastanza ravvicinato. Naturalmente, per effettuare spostamenti estesi, bisogna fare in modo che l'operatore non si stanchi e che la velocità di traslazione sia elevata attraverso modifiche nella sua configurazione e con la presenza di una pedana che protegge l'operatore.



Figura 1.6 - Transpallet elevatore [32]

I carrelli possono avere degli implement con la funzione di allargare o restringere l'ampiezza delle forche, utili in contesti in cui le unità di carico hanno dimensioni molto variabili. Il limite degli implement aggiuntivi sulle forche è la riduzione della portata che in certi casi limitano la capacità di sollevamento [31].

### Order picker

Gli order picker sono carrelli stretti e lunghi che non nascono con lo scopo di stoccare prodotto sulle scaffalature ma il loro punto di forza è consentire il trasporto di grandi quantità di prodotto (fino a due pallet alla volta) in modo agevole su grandi distanze.



Figura 1.7 - Order picker [34]

Essi hanno la possibilità di superare delle rampe e quindi di entrare nei camion e addirittura possono avere una porzione di longherone ricoprente, riuscendo a trasportare più carichi [31].

## Carrello con forche frontali

Nel corso degli anni è quello che si è diffuso maggiormente perché molto versatile. In particolare, il mondo a cui si rivolge richiede il carrello sia in ambienti interni sia esterni, cosa che è in grado di fare a differenza della maggioranza delle altre tipologie di carrelli. Il maggiore limite del carrello elevatore a forche frontali è che per muoversi necessita di molto spazio, collocandosi di fronte alla scaffalatura. A seconda della applicazione ne esistono di termici ed elettrici e possono essere declinabili in diverse configurazioni (con pale, sistemi di agganciamento, ecc.), finalizzate a gestire prodotti di tipo diverso <sup>[31]</sup>.



Figura 1.8 - Carrello a forche frontali<sup>[37]</sup>

## Carrello elevatore a presa laterale

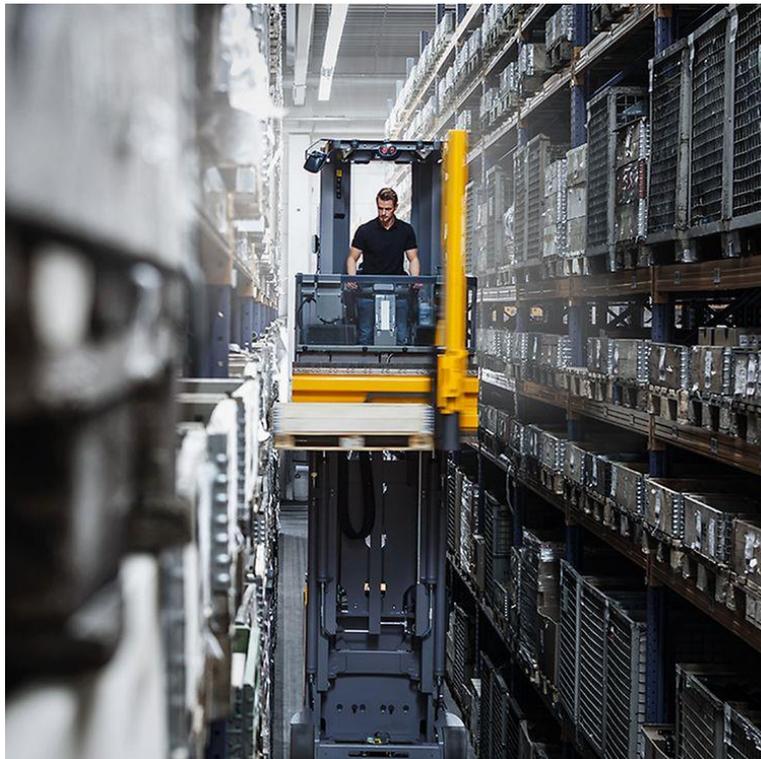
Essi sono un ibrido dei carrelli a tipo retrattile con un montante che può avanzare e indietreggiare e dei longheroni di stabilizzazione, ma, siccome il carico è lungo, durante la fase di trasferimento del carico, le forche rimangono sopra i longheroni (spesso è abbinato a scaffali di tipo cantilever).



Figura 1.9 - Carrello a presa laterale<sup>[38]</sup>

Queste macchine si possono muovere oltre che lateralmente e ortogonalmente, in tutte le direzioni ma, anch'essi si possono spostare solo in magazzino e non all'esterno per via delle ruote particolari [25].

### **Carrello a grandi altezze**



*Figura 1.10 - Carrello a grandi altezze [40]*

Questi carrelli hanno subito un'evoluzione molto spinta negli ultimi anni, insediando settori che precedentemente non erano a loro congeniali. Essi entrano in corsie molto strette, ma non possono ruotare, possono solo cambiare senso di marcia ma sempre sullo stesso asse. Sul pavimento devono essere presenti delle guide di contrasto in cui le ruote trovano riscontro, guidando l'operatore all'interno del corridoio. Siccome sono presenti le rotaie, è obbligatorio un corrente di appoggio o alternativamente deve essere presente un basamento lungo la scaffalatura in modo che quest'ultima sia sollevata rispetto al filo di transito del carrello. Esistono modelli a presa bilaterale o trilaterale, questi ultimi sono più utilizzati perché consente il prelievo di un prodotto dal lato sinistro della scaffalatura, depositandolo sul lato destro e viceversa, senza dover uscire dal corridoio. Il montante molto robusto consente il sollevamento fino a 13/14 metri, avvicinandosi a magazzini con trasloelevatori automatici che canonicamente raggiungono i 20 metri (anche se ne esistono alcuni che possono raggiungere un'altezza di 40 metri). Non sono presenti ancora molte applicazioni di tale

carrello, perché sono necessarie delle pavimentazioni perfettamente piane con costi realizzativi molto elevati e operatori che non soffrano di vertigini, essendoci carrelli che li portano in quota. Non sono in grado di superare dislivelli e di muoversi su superfici esterne, per cui la catena del trasporto deve prevedere l'interfacciamento con altri carrelli, attraverso zone di stop and go. In questo modo, viene distrutta parte del valore, necessitando di operazioni aggiuntive [25].

## AGV

La necessità di operazioni veloci e con minore margine di errore e utilizzo di spazio ha portato all'introduzione di sistemi di trasporto automatici, gli AGV.



Figura 1.11 - AGV [42]

Essi funzionano bene per magazzini con bassa altezza per sfruttare meglio le volumetrie, poiché gli AGV non possono trasportare scaffali troppo pesanti e quindi alti. Negli ultimi anni, specie dopo la pandemia, tutti i fornitori di carrelli hanno iniziato ad offrire soluzioni di questo tipo. La soluzione tipica adottata all'interno dei magazzini che li utilizzano è spesso monofronte-bifronte-monofronte al fine di poter accedere velocemente a tutti i prodotti in modo da velocizzare le operazioni, anche se ammettono in casi rari soluzioni simil-catasta, cioè dove non sono presenti corridoi ma con la possibilità di accedere solo agli scaffali esterni. Tali soluzioni trovano una maggiore applicazione nel settore che degli acquisti online che ha tempi molto brevi [25].

### 1.5.3 Classificazione e gestione delle scorte

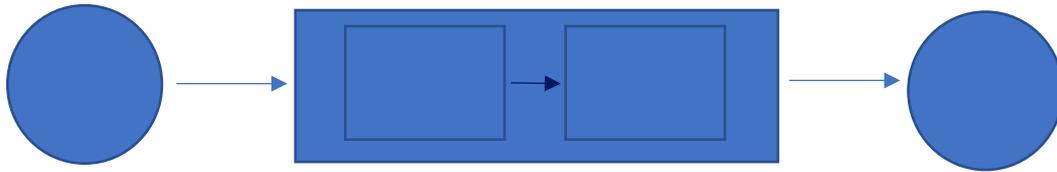


Figura 1.12 - Situazione ideale processo logistico azienda

Nella Figura 1.12 è stata individuata la catena logistica di ogni azienda. Si ha un mercato di approvvigionamento da cui vengono acquisiti i beni che saranno lavorati nella linea di produzione, con l'obiettivo di realizzare il prodotto finito che sarà commercializzato attraverso il mercato finale. Supponiamo che l'azienda abbia bisogno giornalmente di un quantitativo  $Q$  di materia prima da lavorare, per fornirlo come prodotto finito da collocare sul mercato finale in un intervallo di tempo  $t$ . Dovendo garantire la continuità del flusso di questo materiale, nell'intervallo di tempo prefissato  $t$ , i materiali devono essere acquisiti, lavorati, trasformati per essere inviati ad un mercato finale. Se la catena logistica (approvvigionamento, trasformazione, spedizione) funziona adeguatamente, gestita coi tempi prescritti, l'azienda, all'istante 0, acquista la materia prima da lavorare, e nell'intervallo di tempo  $t$  la lavora. Ciò che viene lavorato in un turno di lavoro è rimpiazzato nel turno successivo. Una tale configurazione è riscontrabile in una gestione delle scorte in regime **Just in time** ovvero l'azienda non ha magazzino ma acquisisce quotidianamente ciò che lavorerà nel turno di lavoro, si rifornisce in base alle esigenze di produzione (Figura 1.13).

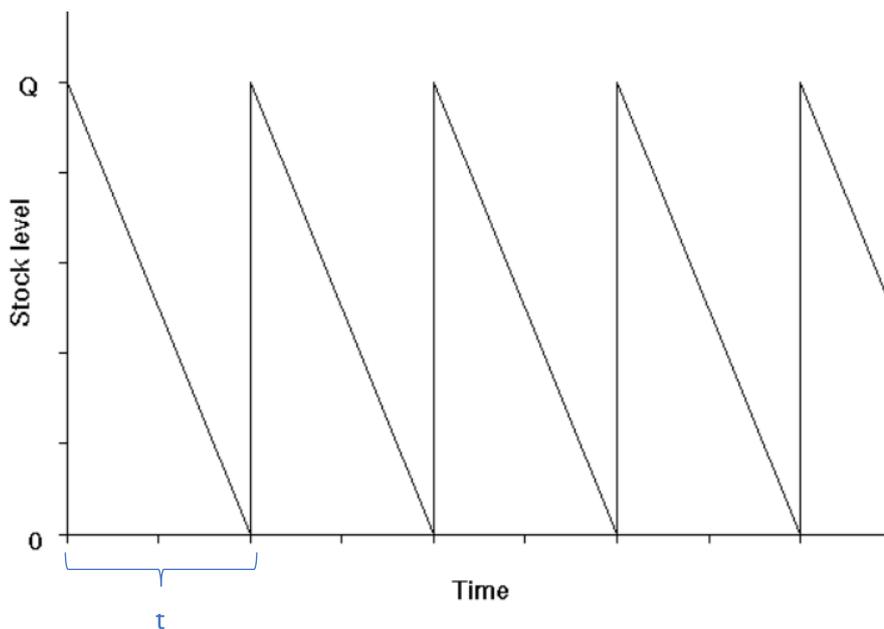


Figura 1.13 - Grafico JIT<sup>[44]</sup>

Se la quantità di approvvigionamento è uguale a quella che uscirà nel mercato di sbocco, non vi è accumulo di materiale. Ciò che la macchina a monte riesce a lavorare nell'unità di tempo, viene processato a valle: si ha un flusso continuo di materiale, l'azienda non ha esigenze di immagazzinare il prodotto né sotto forma di materia prima, né di semi lavorato (tra lavorazione a monte e lavorazione a valle) o prodotto finito. Tale situazione è ideale; non è possibile disporre di spedizioni giornaliere, vista la scarsa sostenibilità economica, nonché ambientale, di tale soluzione. C'è, perciò, bisogno di un "ammortizzatore" che vada a compensare le esigenze di approvvigionamento (dei fornitori) e del sistema produttivo; risulta a tal proposito necessaria una forma immagazzinamento in cui si acquistano quantità importanti, non giornaliere bensì mensili o settimanali.

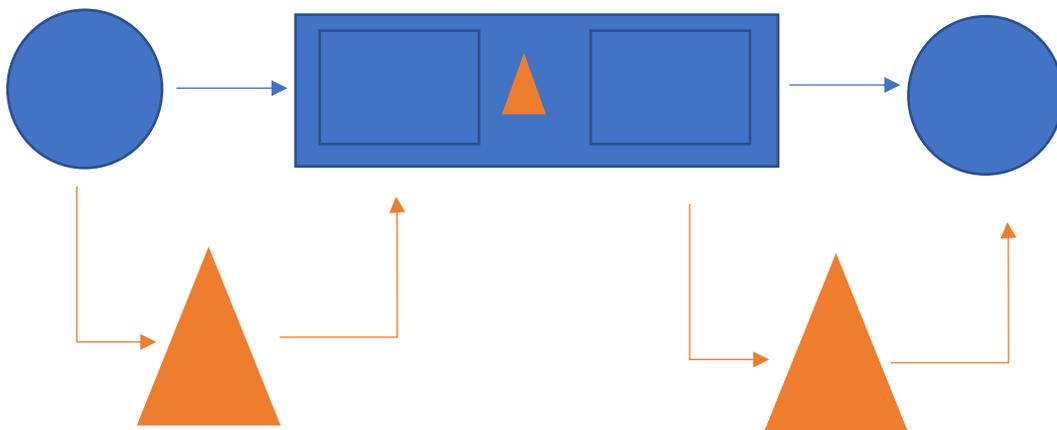


Figura 1.14 - Situazione reale processo logistico aziendale

Laddove la logistica e l'organizzazione produttiva possono avere delle inefficienze, queste possono essere sanate attraverso l'utilizzo dei magazzini, che fanno da interfaccia tra fornitore ed azienda, tra azienda e cliente, e all'interno del sistema produttivo, in funzione delle diverse capacità produttive che si hanno nel ciclo di lavorazione. Si possono avere, perciò:

- Esigenze di scorta di materie prime
- Esigenze di scorta di prodotti finiti
- Esigenze di scorta di semilavorati

Una corretta politica delle scorte deve tenere conto di alcune criticità e problematiche che si possono riscontrare nel ciclo di lavorazione e compensarle in maniera adeguata. Risulta necessario identificare la quantità ottimale di un lotto al fine di ottimizzare i costi. I costi da tener conto nel momento in cui si decide di stoccare dei prodotti sono:

- **Sconti di quantità:** più si compra più si possono ottenere delle riduzioni sul prezzo di acquisto, si è, perciò spinti ad aumentare le quantità per ottenere un maggiore potere di acquisto sul mercato.
- **Costi di ordinazione e ricezione:** sono dei costi che bisogna sostenere ad ogni ordine e ad ogni piano di controllo che si avrà per immagazzinare il prodotto stesso.
- **Costi di preparazione e controllo:** costo per controllare il materiale e per verificare che sia idoneo per la produzione.
- **Costi per lavoro straordinario:** nel caso in cui il tir arrivasse fuori l'orario di lavoro, si avrebbe un costo per una risorsa straordinaria
- **Costi per ritardi o inadempienze:** costo nel caso in cui non si riuscisse a consegnare il prodotto in tempo contrattualmente definito, per ritardi o inadempienze, avendo perciò una penale.
- **Costi di immagazzinamento:** dipendono dalla quantità che verrà acquistata, e che quindi dovrà essere gestita.
- **Costi di deterioramento o obsolescenza:** sono maggiormente impattanti in ambito agroalimentare. Se il prodotto non viene tenuto nelle giuste condizioni non sarà vendibile, in quanto deteriorato
- **Costi per interessi passivi:** avere delle scorte vuol dire immobilizzare denaro che non è utilizzabile; creando perciò un interesse passivo. Minore è la scorta, minore sarà tale costo.

In funzione di questi costi si definisce il lotto ottimale di acquisto. Vengono indicate con:

$$Ca = \text{Consumo nell'unità di tempo} = \frac{\text{tonnellate}}{\text{anno}}$$

$$Pu = \text{Prezzo unitario di acquisto} = \frac{\text{€}}{\text{unità}}$$

$$Cr = \text{Costo di rifornimento} = \frac{\text{€}}{\text{rifornimento}}$$

$$Cg = \text{Costo di giacenza} = \frac{\text{€}}{\text{unità} \cdot \text{anno}}$$

Il costo totale del lotto, perciò sarà:

$$C(L) = Ca \cdot Pu + Cr \cdot \frac{Ca}{L} + Cg \cdot \frac{L}{2}$$

- La prima aliquota non è dipendente dalla dimensione del lotto: è costante
- La seconda aliquota varia come  $1/L$ ; è massima per  $L=0$  ed è minima per  $L \rightarrow \infty$
- La terza aliquota cresce al crescere della quantità che si va ad acquisire

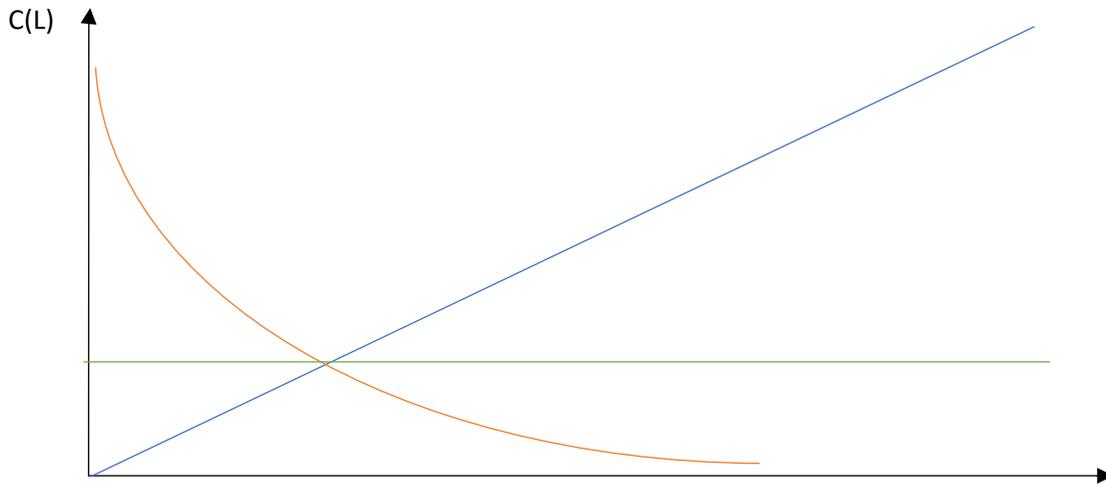


Grafico 1.2 - Aliquote costo lotto

Andando a sommare ascissa per ascissa i tre contributi si ottiene:

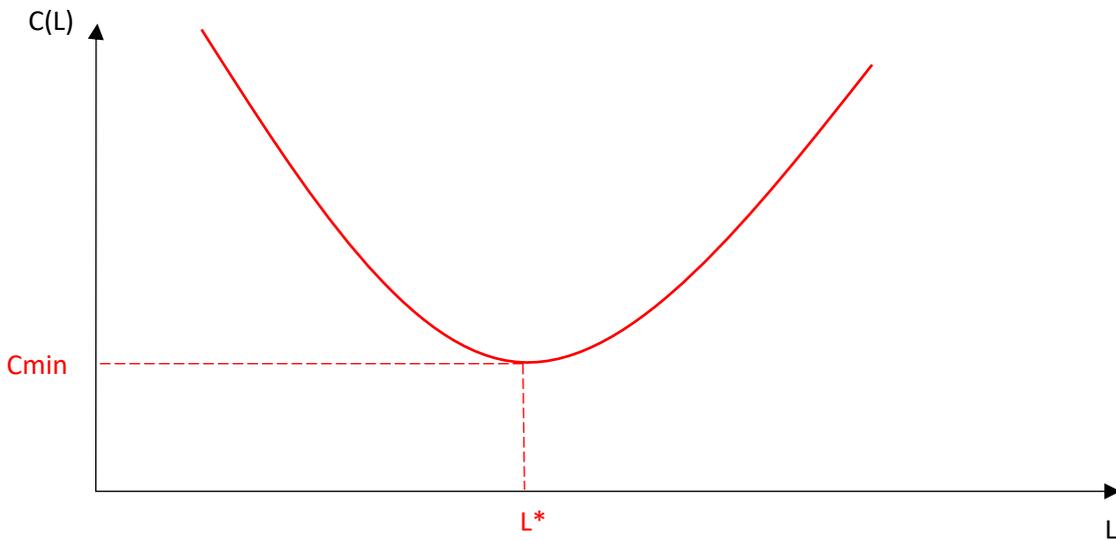


Grafico 1.3 - Lotto ottimale di acquisto

Il punto  $L^*$  è il punto a cui è associato il minore costo  $C(L)$ , si ricava derivando il costo del lotto e ponendo tale derivata pari a 0:

$$\frac{\partial C(L)}{\partial L} = 0$$

$$-\frac{Cr \cdot Ca}{L^2} + \frac{Cg}{2} = 0$$

$$L^* = \sqrt{2 \cdot Ca \cdot \frac{Cr}{Cg}}$$

Dopo aver individuato il lotto ottimale risulta necessario gestire e classificare le scorte in maniera tale da minimizzare gli spostamenti degli operatori durante le fasi di picking e filling, in accordo con l'ottica Lean. Molto diffusa è l'analisi ABC, che consente di classificare i prodotti in base alla frequenza di utilizzo, o altri parametri. Tale analisi ha però diverse criticità che tendono a esaltare, talvolta, i problemi preesistenti della supply chain, come la carenza o l'eccesso di scorte, l'instabilità e la bassa produttività. Per questo, in ottica Lean, risulta preferibile effettuare un'analisi più approfondita e personalizzata della situazione logistica dell'azienda. Tramite l'applicazione di un Framework, è possibile creare diagrammi di flusso, VSM e Spaghetti Chart della situazione attuale dell'azienda al fine di comprendere e visualizzare le criticità reali del processo logistico [45].

## 1.5.4 Lean Warehousing

L'obiettivo del Lean Warehousing è enfatizzare l'efficienza di un'azienda tramite la riduzione dei costi derivanti dagli sprechi. Si basa sui principi della Lean Production; eliminare gli sprechi, ridurre i livelli di stock, migliorare l'accuratezza e la qualità dei dati, migliorare l'efficienza operativa e aumentare di conseguenza la soddisfazione del cliente. L'applicazione dell'ottica Lean in un magazzino non è un processo semplice, si basa su alcuni principi base:

- **Waste control:** Womack e Jones (2003) includono nella parola “spreco” tutte le attività che non creano valore e li denominano “muda”. Al fine di raggiungere un livello di gestione più efficiente e conseguentemente con minori sprechi Mustafa (2015) individua quattro strumenti:
  - VSM: come descritto nel paragrafo 1.4, per ogni processo viene descritto come opera il magazzino dividendo le attività per attività a non valore aggiunto o a valore aggiunto [46].

- Workplace organization: l'applicazione del metodo 5S permette di ottenere una gestione del posto di lavoro oggettiva, e di dare visibilità ad eventuali criticità presenti [47].
- Standardized process: tale tecnica è stata descritta da Ohno (1986), Shingo (1898), Womack and Jones (1996) e Liker (2004). Consiste nell'identificazione dei migliori standard e le migliori pratiche e nell'adattamento di tali pratiche al processo logistico presente all'interno del magazzino, creando regole ben precise.
- Preventive maintenance: Si tratta della manutenzione preventiva di strumenti, macchinari di ausilio al processo al fine di non creare lunghi momenti di attesa causati dal non funzionamento di tali dispositivi [48].
- **Flow management:** La gestione del flusso e delle movimentazioni all'interno del magazzino è un aspetto fondamentale dell'ottica Lean. La sua analisi nel processo di magazzino consente di possedere dati sui tempi di attraversamento dei prodotti nelle singole fasi. Mustafa (2005) individua cinque strumenti per il controllo del flusso:
  - **Levelled flow:** Il livellamento del flusso permette di bilanciare le attività di movimentazione di materiali e lavoratori nelle postazioni di lavoro per gestire in modo ottimale il materiale in transito. In un'ottica di magazzino, la suddivisione equilibrata del carico in diverse postazioni di lavoro consente di ridurre i problemi di congestione e le inefficienze del flusso.
  - **Lot sizing:** Il lot sizing è uno strumento descritto dai principali teorici del Lean. In produzione, esso consente di modificare la dimensione dei lotti e, di conseguenza, il numero di operatori necessari per lavorarli. Riducendo la dimensione del lotto si riduce anche il numero di operatori. Nel magazzino, l'utilizzo di lotti più piccoli e leggeri consente agli operatori di dedicare meno tempo alle attività relative al materiale.
  - **Pull system:** Una prospettiva di produzione basata sulla domanda, nota come "produzione pull", permette di ridurre gli sprechi legati alla sovrapproduzione. Un sistema di produzione pull consente al magazzino di gestire il flusso in modo più efficiente e di garantire una maggiore affidabilità nello stoccaggio e nell'evasione degli ordini.
  - **Optimized picking plan:** Il processo di picking ricopre un ruolo rilevante nel bilancio dei costi di un magazzino, per ottimizzarlo sono presenti diversi algoritmi e metodologie.
  - **Cross docking:** il cross docking è il passaggio del prodotto direttamente dall'area di ricevimento all'aria di imballaggio e spedizione, senza passare dallo stoccaggio [49].

Tra tutte le operazioni di ricevimento merce, il cross docking è la più efficiente perché permette di rendere il flusso dei prodotti più lineare e di conseguenza risparmiare tempo impiegato nelle operazioni di stoccaggio. È applicabile soltanto in particolari contesti.

- **Quality assurance:** il rispetto della qualità è la base per ottenere una maggiore soddisfazione del cliente. Per qualità non si intende solo quella relativa al prodotto, bensì quella relativa ai dati, al flusso e tutto ciò che concerne il processo logistico in generale. Mustafa (2005) propone degli strumenti lean per garantire la qualità all'interno del magazzino:
  - **Quality at the Source:** è una tecnica che prevede la verifica della qualità del materiale direttamente alla sua ricezione e la ripetizione del controllo ad ogni fase del processo produttivo, evitando così di effettuare il controllo solo alla fine del processo <sup>[48]</sup>.
  - **Visual Management:** è un metodo di gestione che rende le informazioni più importanti visibili a tutti gli operatori, al fine di facilitare la comunicazione ed evitare errori dovuti a scarsa informazione o visibilità. Nel contesto del magazzino, il visual management può supportare l'operatore nelle sue attività <sup>[49]</sup>.
  - **Root cause analysis:** l'analisi delle cause delle criticità è un importante strumento per comprendere la ragione per cui si verificano i problemi e i difetti. Le tecniche più utilizzate sono l'analisi di Pareto e l'analisi delle 5W. L'utilizzo costante di queste tecniche permette di identificare le cause dei problemi e dei difetti. (Mustafa, 2015)
  - **Inspection and automation:** l'utilizzo di tecnologie e dispositivi di automazione e ispezione permette di soddisfare un certo standard di qualità. L'introduzione di dispositivi a radiofrequenza (RF) supporta l'operatore nelle sue attività e, uniti ad un sistema di warehouse management (WMS), rende il processo più automatico e controllato <sup>[18]</sup>.
- **Organizzazione delle risorse umane:** gli aspetti culturali e umani sono fondamentali nell'implementazione di strumenti Lean. Risulta, perciò, necessario che le risorse siano formate, flessibili e motivate. In tale ottica risulta rilevante che siano presenti i seguenti strumenti:
  - **Leadership and commitment:** Il leader sia in grado di ispirare il cambiamento e di motivare gli altri membri dell'organizzazione
  - **Training and communication:** Ci sia un'adeguata comunicazione tra management e figure operative e tra team di lavoro.

- **Teamwork and empowerment:** L'organizzazione sia il più orizzontale possibile in modo tale che il singolo si senta partecipe del cambiamento. Contestualmente i ruoli devono essere chiari e definiti.
- **Recognition and motivation:** Il riconoscimento agli impiegati e la motivazione degli stessi rappresenta un fattore fondamentale nell'implementazione e nella trasformazione lean di un'organizzazione
- **Continuos improvement:** il continuo miglioramento è un fattore fondamentale e permette un'applicazione a lungo termine dell'ottica Lean. Per permette tale miglioramento sono presenti tali strumenti <sup>[18]</sup>:
  - **PDCA:** un metodo ciclico per raggiungere target strategici e migliorare continuamente l'intera organizzazione.
  - **Kaizen events:** una filosofia di miglioramento continuo promossa da Toyota che coinvolge tutti i membri dell'azienda.
  - **Employees' suggestion:** un processo per raccogliere idee e suggerimenti da tutti i membri dell'organizzazione, che svolgono un ruolo fondamentale nell'apportare cambiamenti agli standard aziendali.



Figura 1.15 - Schema tools Lean Warehouse <sup>[54]</sup>

La possibilità di avere un continuo miglioramento deve essere accompagnata da dati reali e visualizzabili. Un framework è un approccio consolidato; esso fornisce una sequenza di strumenti

lean che se utilizzati nella maniera opportuna possono portare ad effetti migliorativi. A tal proposito la letteratura fornisce “framework” di step da applicare e dei casi reali nei quali sono stati implementati strumenti Lean. Mustafa et Al. (2013) propongono il seguente framework, composto da tre step, basato sul controllo e sulla riduzione degli sprechi nelle attività di magazzino:

1. **Stesura della Value Stream Map (VSM)** per analizzare tutto il processo ed individuare le attività critiche che necessitano modifiche;
2. **Analisi e classificazione degli sprechi (7 “muda”) con la tecnica delle 5W;**
3. **Applicazione della tecnica delle 5S** al fine di trovare possibilità di miglioramenti per ridurre gli sprechi.
4. **Applicazione dei miglioramenti** individuati nel punto 2 alle attività descritte nel punto 3
5. **Stesura della Future State Map**, cioè lo stato della VSM dopo l’applicazione dei miglioramenti

Al fine di visualizzare al meglio i miglioramenti introdotti tramite l’applicazione del framework è possibile accompagnare a tale analisi la redazione di uno Spaghetti Chart della situazione attuale e futura del magazzino. A tal proposito, Cagliano et al. (2018) presentano l’applicazione di tale framework per i processi di magazzino di un’industria operante nel settore automotive <sup>[55]</sup>. L’analisi dei 7 sprechi viene, inoltre, integrata da un’ulteriore analisi che evidenzia, attraverso una matrice, l’impatto di ogni tipologia di spreco sul singolo processo di magazzino, utilizzando un range di valori compresi tra 0 (nessun impatto) e 4 (alto impatto) come mostra la Fig. 1.15

		Warehouse processes							% waste impact per process
		Receiving	Quality control	Components put away	Raw materials put away	Supermarket replenishment	Picking from supermarket	Picking bulky components	
Waste types	Transport	6	3	4	2	1	3	2	23%
	Inventory	5	5	0	2	4	2	1	21%
	Waiting	1	6	4	1	1	3	2	20%
	Motion	3	2	1	1	1	4	1	14%
	Over Processing	1	3	0	3	1	2	2	13%
	Defects	3	1	2	1	0	1	1	10%
	% waste impact per process	21%	22%	12%	11%	9%	16%	10%	

Figura 1.16 - Impatto degli sprechi <sup>[55]</sup>.

Al termine dell'analisi gli autori evidenziano una diminuzione del tempo di processo pari al 36% ed una riduzione del lead time del 6%, ottenuta dall'implementazione delle azioni correttive individuate tramite l'applicazione del framework. In termini di costi, l'azienda ottiene un risparmio annuale di 30k€, oltre che ulteriori risparmi di migliaia di Euro derivanti dalla riduzione dello stock in magazzino.

## Capitolo 2

### Automobili Lamborghini S.p.A.

Automobili Lamborghini è un'azienda italiana che produce veicoli di lusso dal 1963. Fondata da Ferruccio Lamborghini, un imprenditore italiano appassionato di motori, Lamborghini si è affermata presto come una delle aziende più innovative e prestigiose del settore automobilistico. Lamborghini ha sempre avuto una reputazione per l'eccellenza nella progettazione e nella produzione di veicoli di lusso dalle prestazioni elevate, come la Lamborghini Miura, la Lamborghini Countach e la Lamborghini Diablo. Oggi, l'azienda produce una gamma di veicoli sportivi di lusso, come la Lamborghini Huracán e la Lamborghini Urus, che sono apprezzati in tutto il mondo per le loro prestazioni straordinarie e il loro design unico. Oltre alla produzione di veicoli, Lamborghini è attiva anche nella produzione di motocicli, di macchine agricole e di altri prodotti correlati. L'Azienda ha sede a Sant'Agata Bolognese, in Emilia-Romagna, e ha filiali in tutto il mondo. In questo capitolo, verrà esaminata la storia e le attività di Lamborghini, verrà analizzato il suo posizionamento sul mercato e verranno discussi alcuni dei suoi prodotti più famosi. Inoltre, verrà approfondito come Lamborghini ha affrontato sfide e opportunità nel corso della sua storia e come l'azienda si sta preparando per il futuro.

#### 2.1 La storia

Automobili Lamborghini venne fondata il 7 maggio 1963 a Sant'Agata Bolognese. Il '900 fu il secolo delle trasformazioni dell'uso del prodotto, a causa delle nuove necessità che la guerra aveva introdotto, che causò anche mutamenti nell'ambito produttivo, ambito che ora doveva essere orientato alla massa e non più all'élite. La seconda metà del secolo però fu caratterizzata da una forte instabilità economica; si passò dagli aumenti del PIL e delle esportazioni alla crisi degli anni Settanta, dal boom economico degli anni Sessanta alla disoccupazione del 1970. A rendere possibile il boom economico degli anni Sessanta furono: le disponibilità tecnologiche portate dalle guerre mondiali, il mantenimento della stabilità della domanda da parte dello Stato al fine di garantire occupazione ai cittadini con conseguenti salari bassi e quindi diminuzione dei prezzi delle materie prime, l'aumento dell'alfabetizzazione, il sistema di cambi fissi introdotto con gli accordi di Bretton-Woods <sup>[57]</sup>. Tutti questi fattori contribuirono allo sviluppo del settore automotive anche in Europa, l'auto divenne uno status symbol. Iniziarono a essere prodotti sia modelli di automobili accessibili a tutti e che portarono una enorme rivoluzione sociale in relazione al modo di concepire i trasporti, sia modelli di gran classe

e accessibili solo ad una cerchia ristretta di facoltosi amanti delle belle auto (es. Ferrari, Lamborghini, Maserati) <sup>[58]</sup>. Nonostante Lamborghini fosse già un'azienda consolidata nell'ambito di trattori, caldaie e condizionatori la sua fondazione viene ricondotta ad una lite tra Enzo Ferrari e Ferruccio Lamborghini. Quest'ultimo possedeva una Ferrari 250 GT di cui non era pienamente soddisfatto. Decise così, nel 1963, di fondare un'azienda che costruisse un'automobile che fosse “perfetta anche se non particolarmente rivoluzionaria”.

### **1965-1972: Dalla fondazione al successo della Miura**

La prima automobile costruita fu la 350 GT (figura 2.1), una granturismo a due posti, che ebbe particolare successo tanto che fu seguita dalla 400 GT (possedeva una maggiore cilindrata) e dalla 400 GT 2+2.<sup>[59]</sup> Nel 1968 furono presentate sia la sostituta della 400 GT, la Islero che la Espada. La Lamborghini fu una delle prime aziende a presentare un'automobile con motore posteriore; la Miura. Questo modello ebbe così tanto successo che monopolizzò le vendite dell'azienda fino al 1973. Nel 1974 venne presentata uno dei modelli iconici dell'azienda; la Countach, che presentò numerosissime versioni e fu prodotta fino al 2022, in serie limitata.



*Figura 2.1 - Lamborghini 350 GT <sup>[60]</sup>*

## **1972-1980: La crisi**

Dopo l'abbandono di Ferruccio Lamborghini nel 1972, l'azienda passò nelle mani di due svizzeri Georges-Henri Rossetti e René Leimer. Tale cambio di proprietà seguì a diverse difficoltà economiche che furono causate da diversi fattori; l'uscita di scena della Miura (mentre la Countach non era ancora pronta), la crisi petrolifera del 1973, e la proprietà poco presente nella gestione dell'azienda. A sollevare le sorti dell'azienda fu un accordo di costruzione di 800 della coupé M1 per conto di BMW, ma Lamborghini non riuscì a rispettare le date di consegna e fu rescissa. Si trattò di anni difficili, anche con la perdita della commessa per la costruzione di un fuoristrada destinato all'esercito americano, in quanto il prototipo costruito fu scartato. Il tribunale di Bologna nel 1978 pose l'azienda in amministrazione controllata al fine di evitare il fallimento.

## **1981-1987: fratelli Mimran**

La Lamborghini nel 1980 venne messa in liquidazione, venne acquistata per 3,85 miliardi dai fratelli francesi Mimran. I nuovi proprietari risollevarono l'azienda ricominciando il lavoro di sviluppo sulla Countach, introducendo un nuovo modello, la Jalpa, e con l'introduzione di un fuoristrada ad uso civile. Venne costruito inoltre il prototipo della Countach Evoluzione (figura 2.2), prima esperienza di Lamborghini nell'ambito dei materiali compositi.



*Figura 2.2 - Prototipo Countach Evoluzione <sup>[61]</sup>*

## **1987- 1994: Chrysler**

L'azienda passò nelle mani di Chrysler nel 1987. Il primo modello uscito sotto tale nuova proprietà fu la Portofino, una berlina interamente progettata da Chrysler che possedeva solo telaio e motore firmati Lamborghini. Fu presentata la Diablo nel 1990, e rimase l'unico modello prodotto dopo la fine della produzione della LM003 nel '92, affiancata dalla sua versione VT (fu la prima supercar a trazione integrale di Lamborghini). Sotto Chrysler l'azienda debuttò anche in Formula Uno con la progettazione di un motore V12 chiamato LE3512, interamente Lamborghini, da fornire a team con maggiore esperienza. In pista scese anche la Lambo 291 interamente costruita dalla Lamborghini, affiancata da una apposita squadra, Modena Team. Le vetture pilotate da Nicola Larini ed Eric Van de Poele non ottennero punti. Il progetto fu chiuso a fine stagione vista la scarsità di finanziamenti.

## **1994-1998: proprietà indonesiana**

Nel '94 la Chrysler cedette l'azienda ad una proprietà indonesiana. In tale periodo l'azienda non ebbe un grande sviluppo (a causa della scarsa disponibilità da parte dei nuovi proprietari ad effettuare nuovi investimenti) e si concentrò unicamente sull'unico modello disponibile, da cui vennero create diverse versioni, tra cui la più importante la Diablo Roadster nel '95.



*Figura 2.3 - Diablo Roadster [62]*

## 1998-oggi: Audi

Nel 1998 l'azienda fu acquisita da Audi. Si era compreso che la nuova proposta Lamborghini avrebbe dovuto offrire qualcosa di maggiormente efficiente sia sotto il profilo della tecnica che delle prestazioni, si decise di puntare su un motore V10 per il nuovo modello. Nel 2003 fu presentata la Gallardo, nuovo modello con motore V10, prodotta fino al 2013 con più di 35 versioni. Per quanto riguarda il motore V12, nel 2001 venne presentata la Murciélago al salone dell'automobile di Francoforte. Nel 2004 Werner Mischke fu rimpiazzato da Stephan Winkelmann. Nel 2010 cominciò la produzione della Aventador, che sostituì la Murciélago e nel 2013 la Gallardo fu sostituita dalla Huracán. Nel 2016 la carica di CEO passò a Stefano Domenicali, direttore sportivo della scuderia Ferrari, che lasciò l'incarico per ricoprire il ruolo di CEO del World Motorsport Council della FIA, titolare della Formula Uno.



*Figura 2.4 – Gallardo <sup>[63]</sup>*

A seguito dell'uscita di Stefano Domenicali l'incarico tornò nelle mani Stephan Winkelmann. I modelli attualmente prodotti sono la Huracán, la Urus e la 744x. La 744x è il modello che rimpiazzerà l'Aventador (che ha terminato la sua produzione nel luglio 2022), non si tratta del nome commerciale, il quale sarà annunciato tra qualche mese.

## 2.2 La struttura di Automobili Lamborghini

Dal 2011 Automobili Lamborghini Spa, Lamborghini AntiMarca Spa e STAR Design Srl sono state fuse in Automobili Lamborghini Holding Spa denominandola Automobili Lamborghini Spa. L'azienda è interamente controllata da Audi AG, che dal 1964 appartiene al Gruppo Volkswagen i quali principi vengono adottati anche da Automobili Lamborghini. I Volkswagen Group Essentials rappresentano dunque dei principi che non si sostituiscono a quelli di Lamborghini, bensì che li rafforzano e identificano basi condivise della cultura aziendale all'interno del Gruppo. Come squadra, viene riconosciuto il valore di una solida e diffusa cultura aziendale, di valori condivisi che possano fungere da guida e da indirizzo comune nell'opera di trasformazione del business di fronte a sfide inedite per tutto il settore. Alla Automobili Lamborghini SpA appartengono quattro principali aziende sussidiarie:

- Ducati Motor Holding Spa
- Italdesign Giugaro Spa
- MML SpA (Motori Marini Lamborghini)
- Volkswagen Group Italia SpA <sup>[64]</sup>

La Società ha un sistema di amministrazione e controllo di tipo composto dai seguenti organi societari:

1. un Consiglio di Amministrazione avente il potere di gestione della Società
2. un Collegio Sindacale al quale spettano le funzioni di "controllo amministrativo"
3. una Società di Revisione Legale dei Conti, incaricata del controllo contabile.

La Società si è, inoltre, dotata al suo interno di un Comitato di Direzione regolato secondo appositi Standing Order. Automobili Lamborghini struttura la sua organizzazione al fine di assicurare correttezza e trasparenza nella conduzione del business, delle attività aziendali sia a tutela dei propri soci, clienti e dipendenti. La struttura organizzativa della Società è di tipo funzionale con meccanismi di integrazione tramite Comitati appositi. La struttura dei ruoli, responsabilità e attività assegnate segue il principio di coerenza tra responsabilità assegnate e assunte di concreto dal singolo soggetto nell'organizzazione <sup>[65]</sup>. Tale struttura aziendale è composta da diverse divisioni, ciascuna responsabile di un aspetto specifico delle attività dell'azienda. La divisione di Produzione è responsabile della realizzazione delle supercar di lusso di Lamborghini, dalla progettazione alla produzione. La divisione di Research and Discovery (R&D) è responsabile della ricerca e sviluppo di nuovi modelli e tecnologie. La divisione di Marketing e Vendite è responsabile delle attività di

marketing e della distribuzione delle vetture di Lamborghini a livello globale. Infine, la divisione Finanziaria è responsabile della gestione delle finanze dell'azienda e della pianificazione a lungo termine. Il management team di Lamborghini è composto da esperti del settore che hanno una profonda conoscenza dell'azienda e del mercato delle supercar di lusso. Il CEO, o amministratore delegato, è il capo dell'azienda e sovrintende alle attività di tutte le divisioni. Il CFO, o direttore finanziario, è responsabile della gestione delle finanze dell'azienda e della pianificazione a lungo termine. Altri membri del management team includono il Direttore della Produzione, il Direttore dello Sviluppo e il Direttore del Marketing e delle Vendite. La struttura aziendale di Lamborghini è composta da diverse divisioni specializzate che lavorano insieme per garantire il successo dell'azienda.

## 2.3 Politiche aziendali e riconoscimenti

La gamma di prodotti dell'Azienda si basa su tre segmenti, due nel mondo Super Sport Car (SSC) e una in quello dei Super SUV. L'evoluzione della strategia di prodotto si compone due fasi:

- 2022: Celebrazione dell'attuale gamma di prodotti attraverso derivati
- 2023-2024: Ibridizzazione dell'intera gamma



Figura 2.5 - Realtà aziendale<sup>[66]</sup>

Entro la fine del decennio sarà il primo BEV. Si tratta di obiettivi importanti, difatti l’Azienda è molto attiva nell’ambito della sostenibilità. Tutelare l’ambiente è un elemento chiave della condotta di Lamborghini come realtà aziendale (Figura 2.5). L’Azienda persegue una specifica strategia di business basata sul concetto di ESG (Environment, Social e Governance) che visualizza la sostenibilità come la congiunzione di tre impatti: l’impatto sull’ambiente, l’impatto sociale, e gli aspetti più interni, di struttura e governo dell’Azienda. L’obiettivo di Lamborghini è quello di creare valore attraverso azioni responsabili, ne sono la prova i riconoscimenti ottenuti. Per il secondo anno di fila, Lamborghini ha vinto il premio “Green Star 2022” classificandosi tra le aziende più sostenibili d’Italia.

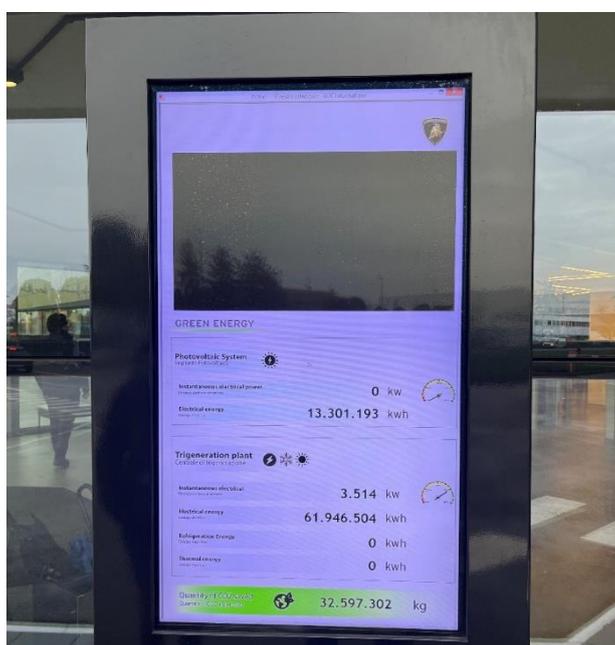


Figura 2.6 - Report energetico in tempo reale in sede

L’award è conferito alle aziende che più si sono impegnate attraverso strategie di green economy. L’azienda difatti produce un quantitativo di 2.500.000 kWh di energia elettrica ogni anno, grazie all’installazione del più grande impianto fotovoltaico dell’Emilia-Romagna. Nel 2011 ha visto la luce il Parco Lamborghini a Sant’Agata Bolognese. Un progetto, sviluppato su un’area di circa 7 ettari in collaborazione con il Comune e le Università di Bologna, Bolzano e Monaco di Baviera, che ha previsto la piantumazione di 10.000 piante al fine di assorbire le emissioni di CO2 prodotte dall’Azienda (in Figura 2.6 è osservabile il report in tempo reale) e di mantenere la biodiversità in funzione del clima. Nel 2012 Lamborghini ha inaugurato il primo edificio industriale in Italia in “classe A” energetica, quello dedicato allo sviluppo dei prototipi e delle vetture preserie. Oggi presentano questa classificazione anche il Pre-Series Center, il DESI Training Center, l’Urus, la Finishing Line, la Warehouse e la Verniciatura. Inoltre, la palazzina uffici “Torre 1963” è anche

certificata LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), il più alto standard al mondo di certificazione energetica e ambientale per l'edilizia. A contribuire alla sostenibilità del plant dell'azienda sono gli impianti di trigenerazione installati nel 2015, che rendono l'Azienda carbon-neutral. Dal 2016 Lamborghini possiede anche un apiario: 13 alveari con una popolazione totale di circa 600.000 api di cui 120.000 in volo per il territorio. Attraverso una stazione di biomonitoraggio l'azienda, in collaborazione con esperti in entomologia e apidologia, analizza le matrici di tre alveari (miele, cera e api stesse) per rilevare una vasta gamma di inquinanti ambientali: pesticidi, metalli pesanti, sostanze aromatiche, diossine, etc. Il fine di tale progetto è controllare l'inquinamento dell'ambiente circostante lo stabilimento produttivo e l'area abitata di Sant'Agata Bolognese e produrre miele certificato, distribuito annualmente ai dipendenti <sup>[64]</sup>. Grazie all'accordo con ÖBB Rail Cargo Group, realtà leader in Europa per il trasporto di merci su rotaie, le scocche della Urus vengono consegnate da Zwickau, in Germania, a Sant'Agata Bolognese attraverso un percorso più sostenibile con una riduzione dell'85% le emissioni di CO<sub>2</sub> <sup>[67]</sup>. L'azienda, inoltre, ha conquistato per il nono anno di fila il premio Top Employer Italia.

## 2.4 I modelli realizzati

Come accennato nel paragrafo 2.3, l'Azienda è attiva in tre famiglie di veicoli: due tipologie di SSC e una tipologia di Super SUV. Nel corso degli anni, Lamborghini ha introdotto diversi modelli iconici, ciascuno con prestazioni straordinarie e un design unico e distintivo. Tra i modelli più famosi di Lamborghini ci sono:

- **Aventador:** una supercar di lusso alimentata da un motore V12 a benzina da 6,5 litri che eroga una potenza di 700 CV. Con questo motore, l'Aventador può raggiungere velocità massime superiori ai 350 km/h e accelerare da 0 a 100 km/h in meno di 3 secondi.
- **Huracán:** una supercar di lusso alimentata da un motore V10 a benzina da 5,2 litri che eroga una potenza di 610 CV. Con questo motore, l'Huracán può raggiungere velocità massime superiori ai 325 km/h e accelerare da 0 a 100 km/h in meno di 3 secondi.
- **Urus:** il primo SUV di Lamborghini, alimentato da un motore V8 a benzina da 4 litri che eroga una potenza di 650 CV. Con questo motore, l'Urus può raggiungere velocità massime superiori ai 305 km/h e accelerare da 0 a 100 km/h in meno di 3,6 secondi.

## Aventador

L'Aventador (Figura 2.7) è stata progettata con l'obiettivo di essere un veicolo all'avanguardia e ciò emerge dall'utilizzo di tecnologie innovative, come il motore V12, e l'utilizzo della fibra di carbonio, interamente lavorata in Automobili Lamborghini. Il nome, come consuetudine della Casa Automobilistica, rimanda al nome di un toro da combattimento che vinse a Saragozza il Trofeo de la Peña La Madroñera nel 1993, per "l'incredibile coraggio nel corso del combattimento". I designer di tale vettura sono Filippo Perini e Mitja Borkert, per la Aventador S (direttore del centro stile di Lamborghini). Il design di tale vettura, con monoscocca in carbonio, suo tratto distintivo, esprime dinamismo e aggressività; caratteri tipi della Casa del Toro. Gli interni di tale vettura sono interamente realizzati all'interno dell'azienda, nel reparto di Selleria. Essi combinano tecnologie di altissimo livello e dotazioni di lusso con materiali di altissima qualità.



Figura 2.7 – Aventador <sup>[68]</sup>

Le prestazioni di tale vettura a trazione integrale sono elevatissime; la SSC in esame raggiunge una velocità massima di 350 km/h, con accelerazione 0-100 km/h pari a 2,9 secondi e possiede 700 CV. L'alimentazione è a benzina, ma il nuovo modello che sostituirà l'Aventador sarà ibrido, vista la particolare attenzione alla sostenibilità dell'Azienda. Negli anni sono state lanciate diverse versioni dell'Aventador classica che ne presentano maggiori performance/design differenti:

- Aventador S - Il motore V12 da 6,5 litri è stato potenziato a 740 CV erogati a 8400 giri/min, 40 CV in più rispetto alla versione standard.

- Aventador SVJ - Il 6,5 litri L539 V12 utilizzato sulle normali Aventador è stato elaborato per generare una potenza massima di 770 CV a 8500 giri/min e una coppia di 720 Nm a 6750 giri/min. Dotata di versione Roadster, con tetto pieghevole.
- Aventador LP780-4 Ultimae - Il motore aspirato è stato aggiornato per erogare una potenza massima di 780 CV (10 in più della SVJ) con la stessa coppia di 720 Nm a 6750 giri/min della Aventador SVJ. La vettura accelera da 0 a 100 km/h in 2,8 secondi, con una velocità massima pari a 355 km/h. La coupé ha un peso a vuoto di 1550 kg <sup>[69]</sup>. Presente anch'essa in versione Roadster, quindi dotata di tettuccio pieghevole.

## Huracàn

La Lamborghini Huracàn (Figura 2.8) è il perfetto compromesso tra tecnologia e design. Come la maggior parte dei nomi rappresentanti i veicoli dell'Azienda, Huracàn si ispira al mondo delle corride. Il toro da combattimento Huracàn è diventato famoso per il coraggio e il suo carattere incline all'attacco. Erede della Gallardo, ha debuttato per la prima volta nel Salone di Ginevra nel 2014. I designer di tale vettura portano il nome di Filippo Perini e Mitja Borkert. La linea della Huracàn unisce frontale abitacolo e posteriore tramite un'unica linea. Alta tecnologia, lusso e artigianalità si incontrano tra loro creano linee spigolose e tese, tipiche del carattere dell'Azienda.



Figura 2.817 – Huracàn <sup>[70]</sup>

L'alta tecnologia è visualizzabile sia nel sistema di illuminazione full LED, che per la prima volta in un'auto sportiva include questa tecnologia in tutte le luci della vettura, e nell'innovativo abitacolo dotato di schermo TFT da 12,3 pollici. Le alte prestazioni della Lamborghini Huracàn permettono di

raggiungere una velocità massima di 325 km/h, tramite un motore V10, e un'accelerazione 0-100 km/h di 3,2 secondi. Sono state lanciate diverse versioni di questa vettura negli anni:

- Huracàn Sterrato – L'ultimo lancio datato 2022, è la prima supersportiva progettata per osare anche quando l'asfalto finisce. Tramite una versione dedicata del sistema Lamborghini Dinamica Veicolo Integrata (LDVI), possiede calibrazioni specifiche per Strada e Sport introducendo la modalità Rally.
- Huracàn Tecnica – presentata nel 2022, è una versione intermedia tra la EVO RWD e la STO. Presenta uno stile profondamente rivisto rispetto agli altri modelli Huracàn, lo stesso motore della Huracàn STO e un incremento di 30 CV rispetto alla Huracàn EVO.
- Huracàn STO – è una vera auto da corsa in un modello omologato per uso stradale. Presenta un motore V10 con le prestazioni più elevate realizzate fino ad ora, che permette di raggiungere i 100 km/h in 3 secondi.
- Huracàn EVO – è l'evoluzione del V10 di maggior successo dell'Azienda. Raggiunge velocità superiori ai 325 km/h, con un'accelerazione da 0 a 100 km/h di 2,9 secondi. Realizzata anche la versione Spyder, che presenta la stessa capote in tela pieghevole del modello normale.
- Huracàn EVO RWD – è la versione con sola trazione posteriore della EVO. Esteticamente presenta un paraurti ridisegnato, lo splitter anteriore rimodellato al fine di generare un maggior flusso di aria diretto al diffusore posteriore, anche questo rivisto. Presente anche nella versione Spyder.

## Urus

La Lamborghini Urus (Figura 1.9) è un SUV di lusso, il primo Super Sport Utility Vehicle del mondo. Prende nome, come tutti i modelli, dal mondo delle corride. Il responsabile del design della Lamborghini URUS è stato Mitja Borkert che ha collaborato con Filippo Perini. Benchè sia il primo



Figura 2.9- Lamborghini Urus <sup>[71]</sup>

SUV della Casa del Toro non è il primo fuoristrada progettato; tra il 1986 e il 1993 venne infatti prodotta la Lamborghini LM 002. Il motore della Urus è un V8 4.0 litri biturbo di derivazione Audi. La Urus possiede 650 CV, raggiunge una velocità massima di 305 km/h con un tempo di 0 – 100 km/h di 3,6 secondi. Le versioni realizzate fino ad ora sono:

- Urus S – il SUV mantiene la stessa potenza di Urus in una veste ancora più lussuosa e un tempo da 0 a 100 km/h di 3,5 secondi
- Urus Performante – uscita nel 2022 è l'evoluzione sportiva di Urus. Grazie al suo design sportivo e componenti alleggeriti e un'aerodinamica ottimizzata diminuisce il tempo da 0 a 100 km/h fino a 3,3 secondi e raggiungendo una velocità di 306 km/h, con 16 CV aggiuntivi rispetto alla versione base.

## 2.5 Il fatturato e il trend di crescita

Il fatturato è una misura della quantità di denaro che un'azienda genera vendendo i suoi prodotti o servizi. Nel caso di Automobili Lamborghini, il fatturato rappresenta il valore delle supercar di lusso che l'azienda produce e vende. Negli ultimi anni, il fatturato di Lamborghini è cresciuto significativamente, come dimostrato dai dati seguenti:

- Nel 2016, il fatturato di Lamborghini è stato di 1,4 miliardi di Euro, con un aumento del 37% rispetto all'anno precedente.
- Nel 2017, il fatturato è aumentato ulteriormente, raggiungendo i 1,7 miliardi di Euro.
- Nel 2018, Lamborghini ha raggiunto un fatturato record di 1,9 miliardi di Euro, il che rappresenta un aumento del 14% rispetto all'anno precedente.
- Nel 2019, il fatturato è ulteriormente aumentato, raggiungendo i 2,3 miliardi di Euro.

Il trend di crescita del fatturato di Lamborghini è quindi stato costante negli ultimi anni, con un aumento significativo ogni anno. Ma come è stato possibile questo aumento del fatturato? Uno dei principali fattori è stato l'introduzione di nuovi modelli di successo. Ad esempio, nel 2018, Lamborghini ha lanciato il suo primo SUV, il Lamborghini Urus, che si è rivelato un successo commerciale, contribuendo alla crescita del fatturato. Inoltre, l'azienda ha continuato a introdurre nuove versioni dei suoi modelli di punta, come l'Aventador e l'Huracán, attirando l'attenzione dei consumatori. Oltre all'introduzione di nuovi modelli, Lamborghini ha anche ampliato la sua presenza in mercati emergenti, come il mercato cinese e l'India. Questo ha contribuito a far crescere il fatturato dell'azienda, portando nuovi clienti e aumentando le vendite. Inoltre, è importante notare che il

numero di vetture realizzate da Lamborghini è aumentato negli ultimi anni, passando da 3.457 nel 2016 a 8.205 nel 2019. Questo aumento del numero di vetture prodotte ha sicuramente contribuito all'aumento del fatturato dell'azienda. Automobili Lamborghini sta per chiudere il suo anno più redditizio di sempre. Dopo nove mesi di successi senza precedenti, il marchio italiano di supercar di lusso ha continuato a crescere, con 7.300 consegne dei suoi modelli dal gennaio al fine settembre del 2022, un aumento del 8% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente. In tutte le tre macroregioni in cui Lamborghini è presente, si è registrato un aumento della domanda. Il mercato principale rimane quello degli Stati Uniti, seguito dalla Cina e Macao con un aumento del 5%. Anche il resto dell'Europa ha mostrato una domanda consistente, con la Germania in testa e l'Inghilterra che segue con un aumento del 20%. Il fatturato di Lamborghini nei primi nove mesi del 2022 è stato di 1,93 miliardi di Euro, un aumento del 30,1% rispetto al 2021, grazie non solo al mix di prodotto, ma anche all'aumento delle personalizzazioni e all'andamento favorevole dei tassi di cambio. Il CEO di Lamborghini, Stephan Winkelmann, ha dichiarato che questi costanti aumenti dimostrano la solidità dell'azienda oggi. Paolo Roma, il managing director e CFO di Automobili Lamborghini, ha aggiunto che, nonostante l'instabilità delle variabili macroeconomiche, l'azienda sta dimostrando la sua resilienza attraverso la crescita di tutte le principali metriche di business e finanziarie e prevede di chiudere l'esercizio migliore di sempre per Lamborghini.

# Capitolo 3

## Analisi situazione logistica attuale di Automobili Lamborghini

Il presente capitolo andrà a descrivere i flussi di merce e informativi che alimentano la logistica di Automobili Lamborghini. Di seguito saranno descritti layout e processi logistici che avvengono all'interno del magazzino centrale dell'azienda, mappandoli attraverso la stesura di flow-chart (Allegati 1 e 2).

### 3.1 Descrizione layout

L'unico stabilimento produttivo di Automobili Lamborghini nel mondo si trova a Sant'Agata Bolognese, in provincia di Bologna.

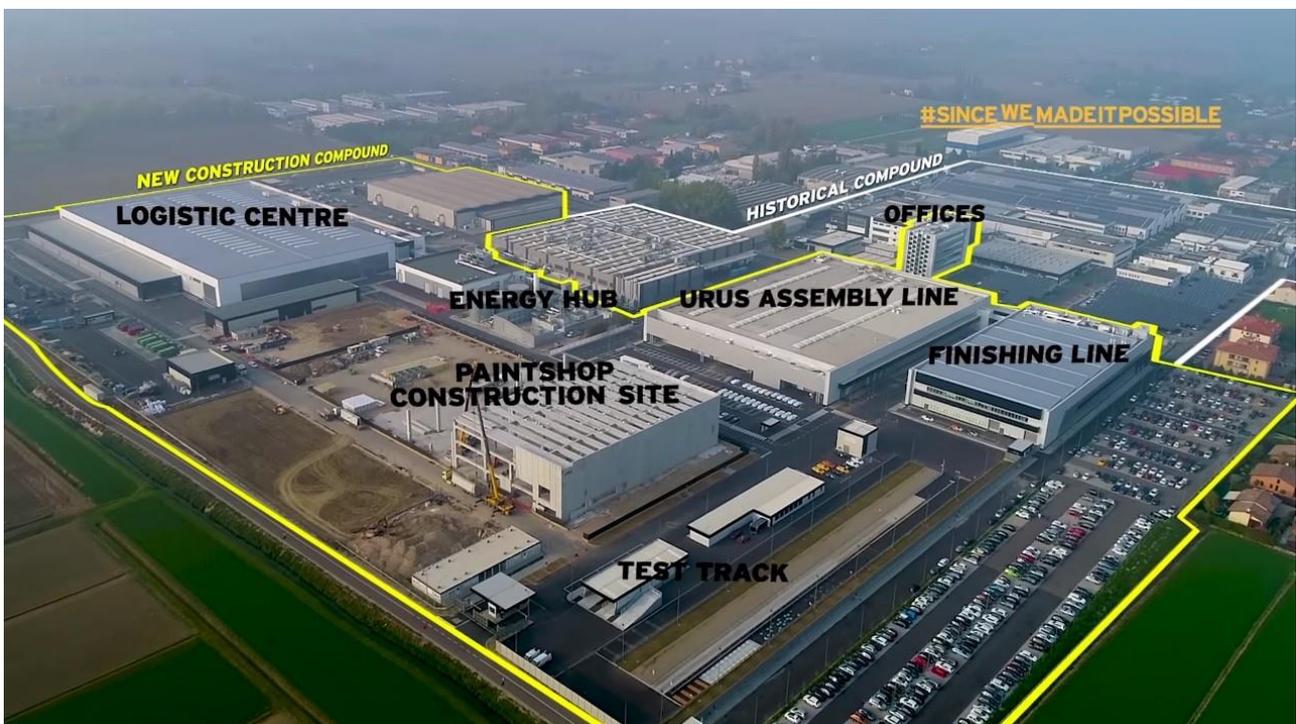


Figura 3.1 - Automobili Lamborghini plant <sup>[72]</sup>

Nella zona storica dell'azienda, visualizzabile in Figura 4.1, venivano prodotte Miura e Countach. Ad oggi le supersportive Huracan e 744x sono ancora prodotte nello stesso stabilimento. All'interno del perimetro storico, si trovano anche gli uffici Marketing e Amministrazione e il reparto Progettazione. Nel corso degli anni il complesso storico è passato da 80.000 metri quadrati a oltre 160.000 metri quadrati. Un grande impulso a questa crescita è legato al modello Urus, dal momento che i volumi di produzione, erano, e sono ancora oggi molto elevati rispetto ai modelli Huracan e Aventador. Lo stabilimento di produzione della Urus, che ospita la linea di assemblaggio e il suo magazzino supermarket, è stato il primo in Italia certificato per essere completamente conforme ai principi dell'Industria 4.0. Inoltre, nell'ultimo decennio, sono stati creati: un nuovo magazzino logistico (denominato Final Logistic Center, FLC) per aumentare la capacità di stoccaggio, oltre che una nuova pista di prova con 13 diverse superfici specifiche per i SUV, un moderno impianto di trigenerazione per fornire energia in modo economico ed ecologico all'intera azienda. La "torre" che ospita il Project Management, ufficio Acquisti e i Servizi Informatici è certificata LEED Platinum, il più alto standard di certificazione ambientale per gli edifici. Lamborghini è la prima azienda carbon neutral al mondo certificata DNV (Det Norske Veritas) grazie alla riduzione e alla compensazione delle emissioni legate all'utilizzo di energia attraverso impianti fotovoltaici, edifici di classe A, impianti di trigenerazione. Nel dettaglio, come è possibile notare in figura 3.2, l'azienda possiede diverse strutture, una per ciascuna fase che dovrà affrontare la vettura:

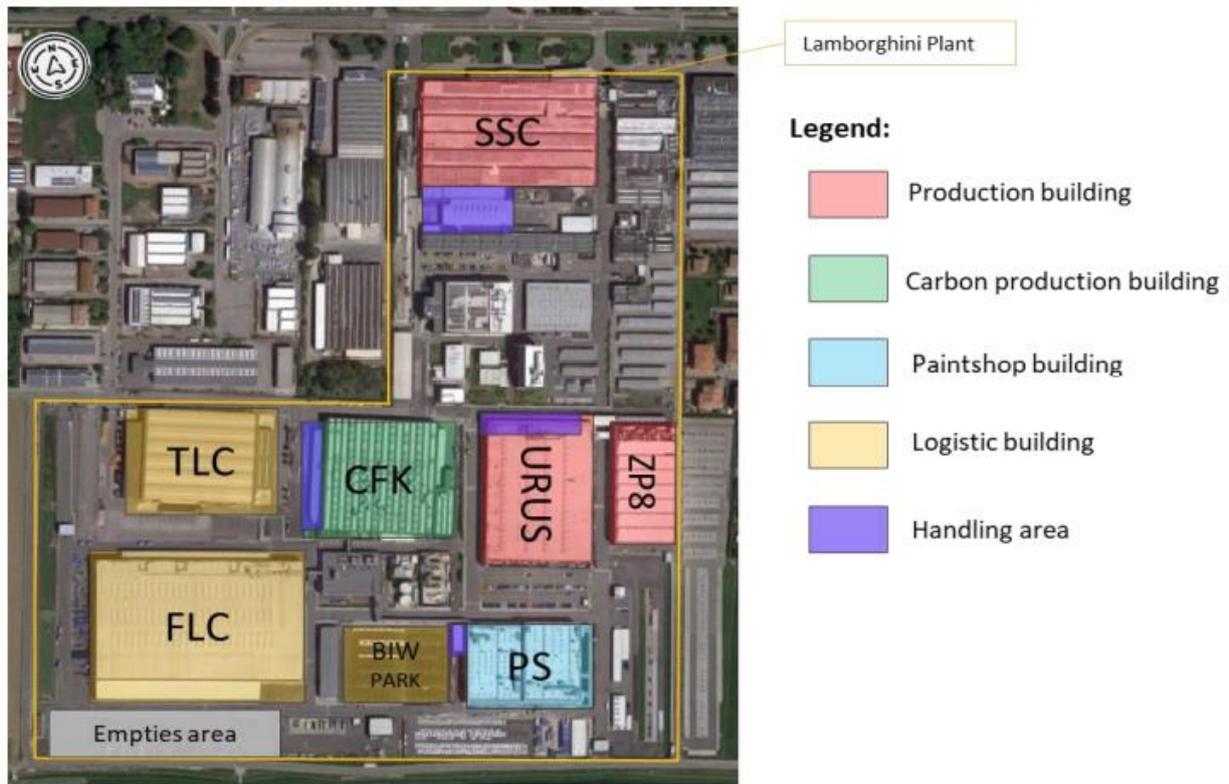


Figura 3.2 Automobili lamborghini layout

- **SSC (SuperSport Car):** è il fabbricato in cui sono presenti le linee di assemblaggio di Huracan (23 takt) e 744x (15 takt). Inoltre, è presente anche l'area dedicata alla selleria in cui sono realizzati a mano gli interni in cuoio. Non è certificata ancora industria 4.0, ma i progetti futuri prevedono il raggiungimento di tale certificazione.
- **URUS:** è il fabbricato in cui è presente la linea di produzione della Urus, certificata industria 4.0. Gli AGV sono utilizzati come sistema di trasporto ausiliario alla linea produttiva, portando i componenti dal supermarket alla stazione che richiede il carrello.
- **ZP8:** chiamato anche "Finizione", è lo step finale di ogni vettura che esce dalla linea produttiva, viene effettuato un check qualitativo, funzionale ed estetico.
- **PS (Paintshop):** è il fabbricato in cui i body in white (BiW) e i componenti delle Urus vengono verniciati.
- **CFK:** è il fabbricato in cui sono realizzati i componenti in fibra di carbonio. Il telaio e i componenti della 744x (come anche l'ex Aventador) è completamente realizzata in CFK, con processi all'avanguardia.
- **BiW park:** è uno spazio utilizzato per parcheggiare le Urus BiW temporaneamente prima di essere mandate in PS.

- **TCL (Temporary Logistic Centre):** è un magazzino temporaneo; nei progetti futuri sarà smantellato al fine di diventare un nuovo stabilimento produttivo.
- **FLC (Final Logistic Centre):** è il magazzino centrale dove tutti i componenti sono stoccati. Si espande per oltre 25.000 m<sup>2</sup>.

### 3.1.1 Layout magazzino centrale

È il fabbricato più esteso in Automobili Lamborghini, coprendo oltre 25.000 m<sup>2</sup>, e la sua gestione è affidata ad un'azienda esterna: Schnellecke (detta anche SLI). Come è possibile osservare in Figura 3.3, è presente un'area di inbound, in cui arrivano i camion dopo aver effettuato la registrazione sul sistema informativo TESI, per la gestione del magazzino. È poi presente l'area di stoccaggio, e la zona outbound in cui arrivano le navette (Plattenwagen) che dovranno consegnare i carrelli preparati dai picker per consegnarli in linea.

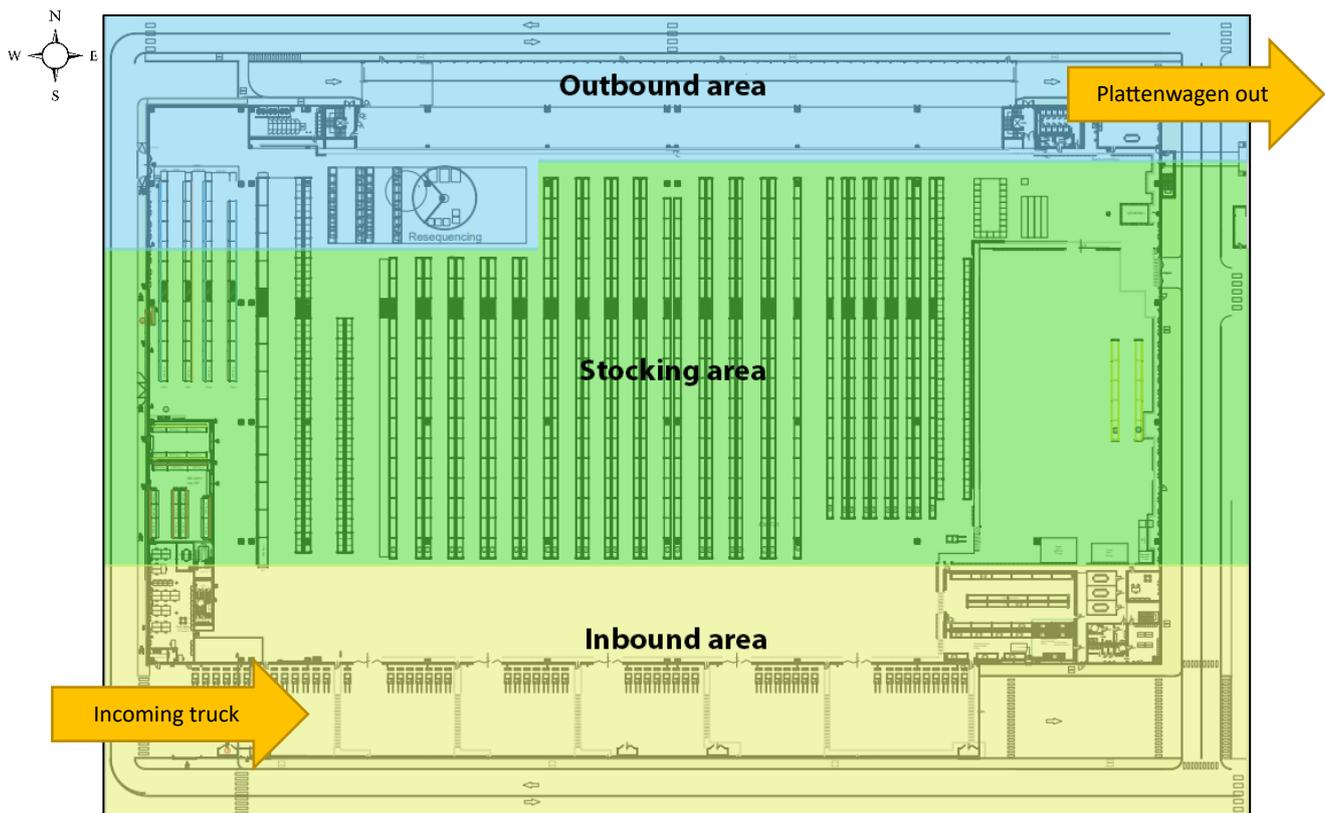


Figura 3.3 Layout SLI

- **Area inbound:** nella zona Sud è presente una tettoia esterna dove sono presenti le baie adibite allo scarico delle merci dai camion. Sono presenti sei baie di scarico per camion utilizzabili contemporaneamente e ogni baia è adibita a uno specifico scarico di merce. Da queste baie di scarico gli operatori controllano le bolle di consegna, controllano visivamente che il materiale

sia conforme e procedono allo scarico della merce. Attraverso l'utilizzo di carrelli elevatori, la merce viene poi posizionata all'interno delle baie di accettazione, a seconda della tipologia di materiale (just-in-time o just-in-sequence, make-to-stock, urgente). A fianco delle baie di accettazione è presente anche una gabbia per il contenimento dei materiali che presentano delle anomalie (per essere accettati, necessitano di un intervento Lamborghini). Inoltre, c'è anche uno spazio a terra dedicato ai materiali che devono essere imballati nuovamente, perché i fornitori li hanno spediti in contenitori sbagliati o in cartone (Repack).

- **Area stoccaggio:** occupa la maggior parte della superficie dell'edificio e vi sono più di 40 scaffalature di tipo tradizionale. Le dimensioni degli scaffali e la larghezza delle corsie non sono tutte uguali, ma variano a seconda del tipo di merce che deve essere stoccata. Nella zona Est (in figura 3.3) si trova l'area dedicata allo stoccaggio dei materiali make to stock, suddivisa in area KLT (contenitori di dimensioni piccole, dove le corsie sono le più strette) e area GLT (contenitori grandi). Poi, nella parte centrale del magazzino, si trovano gli scaffali dedicati allo stoccaggio dei materiali make-to-order (just-in-time e just-in-sequence). Inoltre, nella zona Ovest dell'edificio, è presente l'area denominata "block storage", dove vengono stoccati i container speciali più pesanti mediante apposite strutture.
- **Area outbound:** La zona Nord dell'edificio è dedicata al processo in uscita, con le baie e le aree di sequenziamento. I commissionatori e i carrelli trilaterali prelevano i materiali dagli scaffali e li depositano nelle baie di uscita, in base al tipo di contenitore (mono-commessa, multi-commessa o make-to-stock) e a seconda della linea che lo ha generato (74x, Huracan o Urus). Oltre alle baie di uscita, è presente anche un'area di sequencing, dove gli operatori devono sequenziare le commesse all'interno dei container secondo l'ordine di line-in (ingresso della vettura nella linea di produzione).

È possibile, inoltre, notare dalla figura 3.4 che la zona Sud, in cui vengono trasportati i materiali subito dopo essere aver scaricato i camion, è divisa in base al tipo di materiale, al fine di velocizzare le operazioni. In particolare, sono presenti cinque aree dedicate:

- **Area anomalie:** finiscono in questa area tutti i componenti che hanno problemi di tipo qualitativo, o mancata conformità rispetto ai documenti. In particolare, si tratta di merce danneggiata, merce che presenta inconsistenza tra bolla di trasporto e ordine fisico, pallet con etichetta mancante, ordini con over-shipping.
- **Aree dedicata a JIT/JIS:** si tratta dei componenti che dovranno essere stoccati nelle scaffalature JIT/JIS.

- **Area dedicata a MTS:** si tratta dei componenti che dovranno essere stoccati nelle scaffalature MTS.

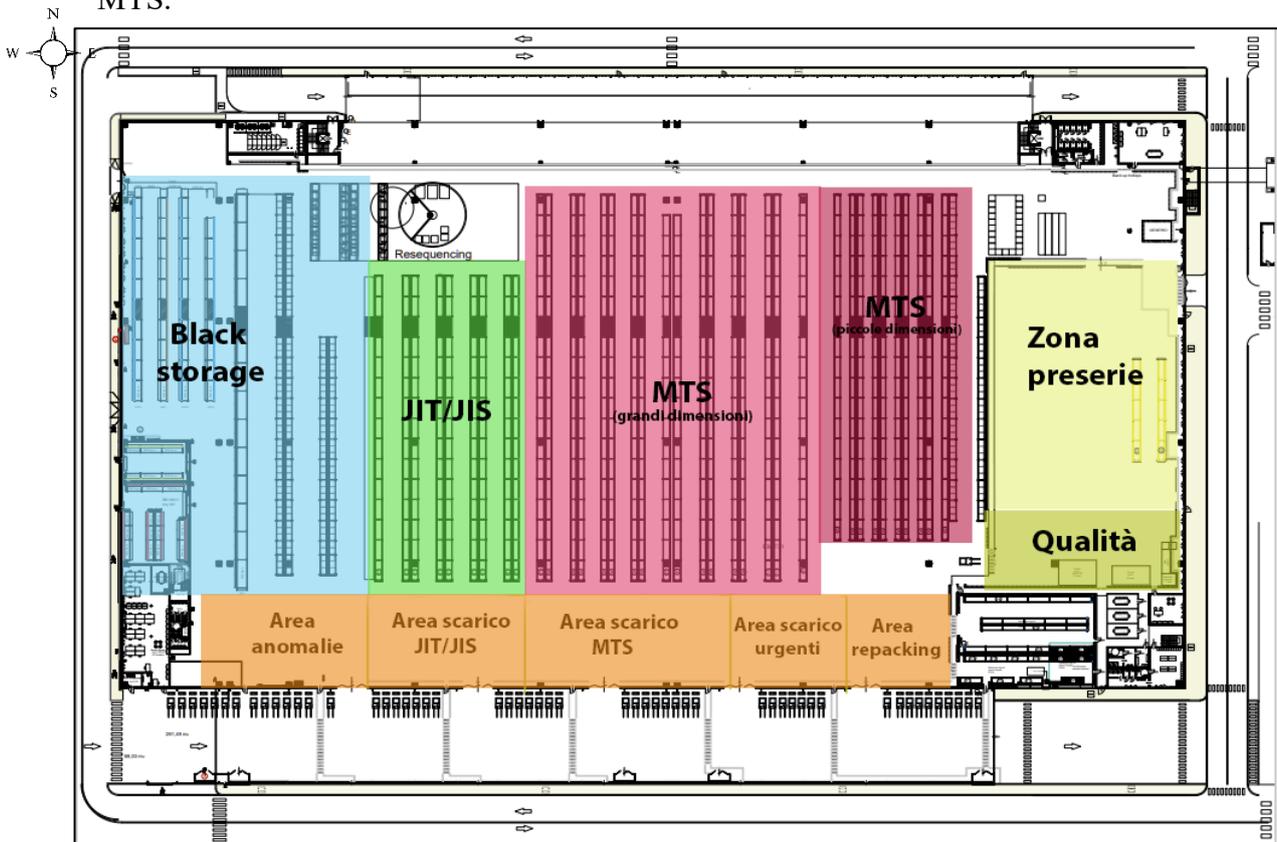


Figura 3.4 - Descrizione layout SLI

- **Area dedicata ai componenti urgenti:** si tratta di componenti che se non evasi entro 30 minuti bloccheranno la linea di produzione, motivo per cui vengono definiti “Job-stopper”.
- **Area repacking:** è l’area in cui viene cambiato il contenitore di alcuni pallet in quanto non conforme a quello utilizzato nel magazzino.

## 3.2 Processo logistico del magazzino centrale

In questo paragrafo si descrive il processo riguardante la movimentazione dei componenti, a partire dal loro arrivo alla consegna nella linea di produzione. Il processo logistico all’interno di Automobili Lamborghini ha inizio nel magazzino di Schnellecke, motivo per il quale l’analisi partirà proprio da qui. Come descritto nel paragrafo 3.1.1 il magazzino di Schnellecke presenta tre diverse zone: zona di inbound, outbound e zona di stoccaggio. Per ogni zona è presente un flusso differente, perciò le strategie adottate per ciascuna sono differenti.

### 3.2.1 Processo di inbound

Il processo di inbound inizia prima dell'arrivo dei camion nelle baie di scarico. I fornitori ricevono la richiesta di spedizione via Electronic Data Interchange (EDI) message sette giorni prima del line-in dei componenti. Un EDI message è una tecnologia consolidata che permette la dematerializzazione dei documenti tra diversi operatori. Esso contiene informazioni come lista dei prezzi dei componenti, ordine d'acquisto, fatture, conferme di spedizione, schedulazioni. Tramite questo tipo di comunicazione è possibile ridurre la percentuale di errore umano. Il fornitore dovrà inviare per ogni spedizione a Lamborghini, un Advanced Shipment Notice (ASN) message: è un EDI message recapitato in anticipo al mittente. Questo messaggio contiene informazioni complete circa la spedizione e il suo contenuto, quantità e descrizione del prodotto. Dopo che l'ASN message è stato inviato il fornitore carica una copia della bolla di consegna (DDT) su TESI, il software Transport Management System (TMS) utilizzato in Automobili Lamborghini. Quando i dati sono disponibili su TESI, l'operatore può scaricare la bolla di consegna e confrontarla con l'ASN message e verificare la presenza dei componenti e le quantità. Nel caso in cui tutto corrisponda si passa al processo di prebooking. Quando il camion arriva in Lamborghini, l'autista registra la sua presenza su TESI. L'operatore comunicherà la possibilità di entrare successivamente, utilizzando TESI. A quel punto l'autista potrà portare il camion nella baia di inbound. Nel momento in cui il camion sarà posizionato nella baia corretta, i materiali saranno scaricati utilizzando i carrelli elevatori e posizionati nelle baie dedicate (descritte nel paragrafo 3.1.1). Dopo che i container sono stati posizionati nella baia corrispondente l'operatore etichetta il pallet utilizzando delle etichette definite "FIFO", che quando vengono scannerizzate trasferiscono le informazioni circa la disponibilità dei materiali online su SAP. Una volta fatto ciò, i containers sono stoccati nelle ubicazioni descritte su SAP. Sono presenti poi, i sub processi relativi ai componenti che vengono spostati in area anomalia, in area repacking, e il sub processo relativo ai componenti urgenti. Può capitare che i componenti arrivati in Lamborghini non rispettino le specifiche logistiche e che quindi non possano essere ricevuti dal magazzino di SLI. Nel caso in cui venga riscontrata una delle problematiche descritte nel paragrafo 3.1.1, i componenti vengono stoccati temporaneamente nell'area anomalie del magazzino, e viene richiesto supporto all'ufficio Logistica di Lamborghini. Se l'anomalia è risolvibile allora il componente viene stoccato nelle scaffalature dedicate, altrimenti viene rimandato al fornitore. Nel caso in cui l'anomalia in esame sia relativa al contenitore errato, il componente viene semplicemente spostato nell'area repacking e viene cambiato il packaging. Un altro flusso particolare è quello relativo ai componenti urgenti. Nel caso in cui venga richiesto un componente urgente, vi è il rischio che ci sia un mancante nella linea di produzione. Tali componenti, in Automobili Lamborghini, vengono chiamati Job Stopper, perché

se non spediti in tempo potrebbero bloccare la linea d'assemblaggio causando fermi di linea e ritardi. Questi componenti vengono rilasciati sulla baia di inbound e spostati nell'area dedicata in modo da essere etichettati e spediti in linea il prima possibile; quindi, saltano completamente l'attività di stoccaggio e le attività derivanti da essa.

### 3.2.2 Processo di stoccaggio

Dopo essere stati rilasciati nelle aree dedicate, ed essere stati etichettati, i componenti sono pronti per essere stoccati nelle rispettive scaffalature. Il trilaterale preleva i componenti rilasciati nelle aree dedicate ed effettua il filling.

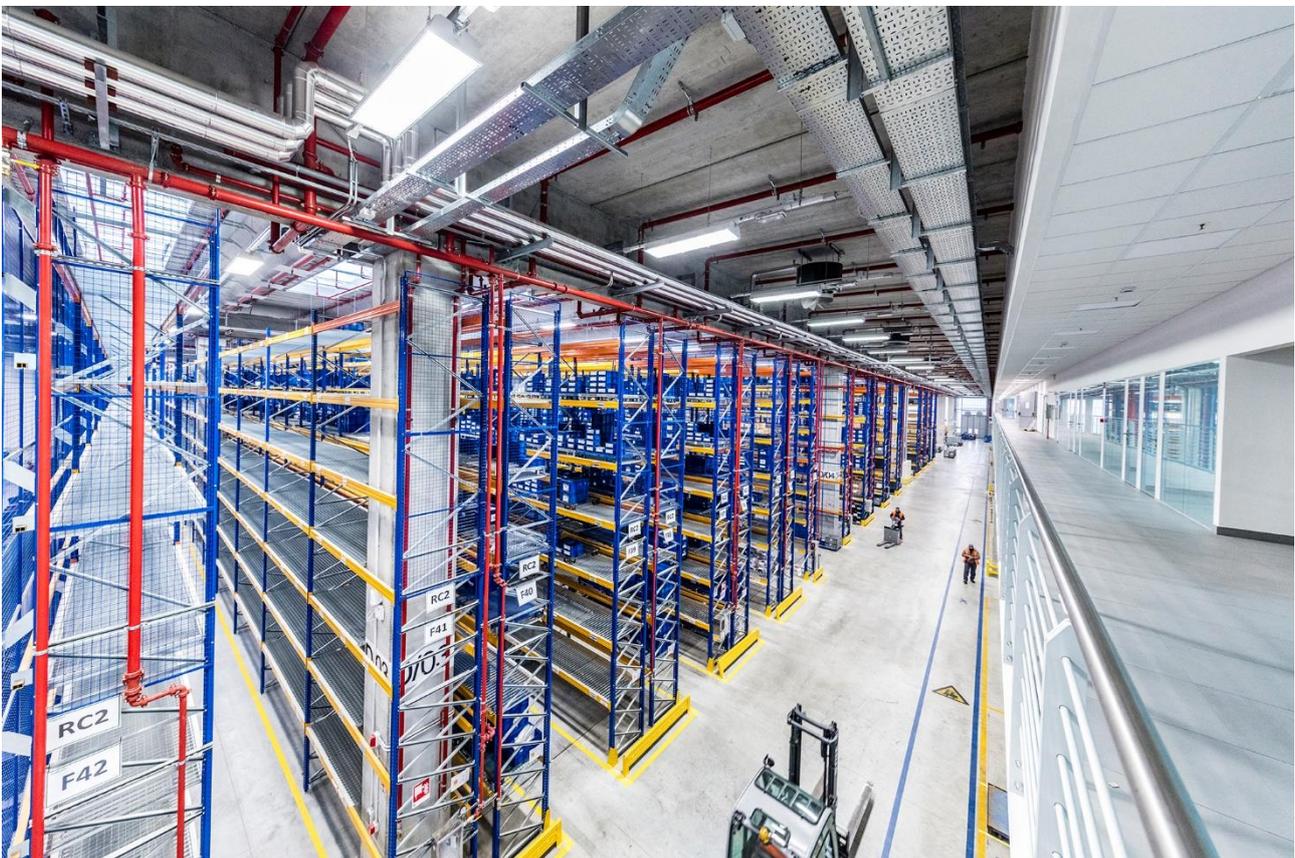


Figura 3.18 - Magazzino SLI <sup>[73]</sup>

Al fine di rendere il processo più efficiente e diminuire la possibilità di errore i componenti sono stoccati in base alla tipologia di prodotto:

- **Materiali Make to Order (MTO):** sono i componenti associati ad una specifica commessa, in quanto destinati ad una particolare configurazione/personalizzazione della vettura. La logica MTO è tipicamente adottata nelle produzioni di auto di fascia alta.

- **Materiali Make to Stock (MTS):** sono i componenti che al momento dell'emissione dell'ordine di approvvigionamento non sono ancora associati ad uno specifico ordine cliente (commessa). Tuttavia, ciò non esclude la possibilità che non possano essere specifici solo per alcune varianti di modello o per alcune configurazioni. Pertanto, sono componenti per i quali il fornitore è tenuto a spedire le parti in conformità con le date e le quantità di consegna di Lamborghini. Questo concetto di logistica viene utilizzato per componenti con bassa varianza e basso/medio costo e ingombro, come viti, cinture di sicurezza, serbatoi di carburante, ecc. I componenti MTS vengono suddivisi e stoccati in base alla grandezza dei contenitori, grandi (definiti GLT) o piccoli (definiti KLT).
- **Materiali Just in time / Just in sequence (JIT/JIS):** sono i componenti per i quali il fornitore è tenuto a spedire i pezzi nella sequenza dettata da Lamborghini, ovvero la sequenza dei line-in. Tutte le parti sono associate ad un unico ordine di auto e sono quindi uniche. La differenza tra ciò che è inteso come JIT e JIS è data solo dal numero di car-kit che sono presenti per container. Per il JIT abbiamo un solo car-kit per container, mentre per i pezzi JIS abbiamo più car kit all'interno del container e quindi anche all'interno di questo deve essere rispettata la sequenza indicata da Lamborghini. L'obiettivo di questa strategia di gestione snella, JIT e JIS, è ridurre al minimo gli sprechi relativi alle immobilizzazioni dei componenti a magazzino utilizzando una logica pull per la generazione dei requisiti, guidata dal fattore a valle, ovvero la linea di produzione.
- **Materiali Block storage:** sono materiali che richiedono un trasporto ed uno stoccaggio speciale, in quanto facilmente infiammabili (es. vernici, oli...), o particolarmente pesanti. Lo stoccaggio dei materiali pericolosi adotta particolari soluzioni dettate dalla normativa in merito alla conservazione degli stessi (ad esempio l'impianto antincendio è situato su ogni scaffale, a differenza delle scaffalature tradizionali).

### 3.2.3 Processo di outbound

La continuità di pezzi in linea di produzione è un aspetto fondamentale per l'efficienza di un'azienda, permette di evitare ritardi e quindi costi ulteriori; il processo di outbound gioca un ruolo fondamentale nel mantenimento di questo aspetto. La linea d'assemblaggio richiede i componenti, e questi dovranno essere consegnati nel tempo schedulato al fine di non creare colli di bottiglia. Dopo che il picking dei componenti richiesti dalla linea è stato effettuato, questi vengono rilasciati nelle baie di outbound (nella parte superiore del layout), e successivamente caricati sulle navette (plattenwagen) per essere trasportati in linea. Da notare in figura 3.6 che sono presenti tre baie di scarico, una per ciascun modello di vettura; Huracan, Urus, 744x.

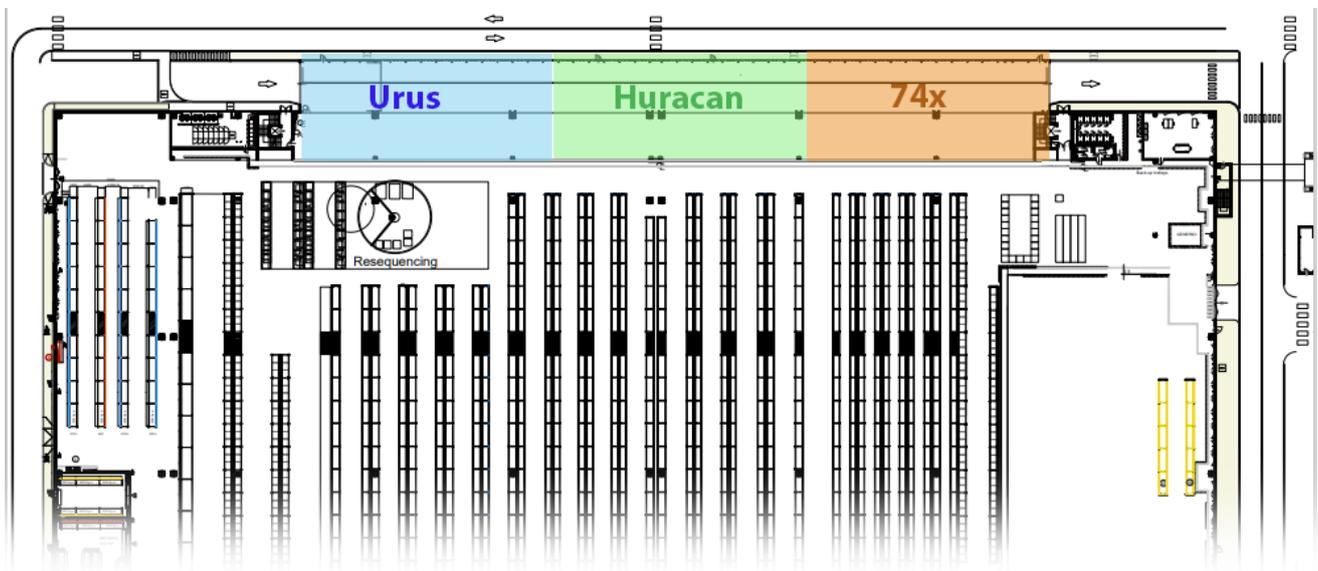


Figura 3.6 - Dettaglio baia outbound

I materiali inviati dal magazzino possono essere classificati in cinque categorie, in base al criterio di stoccaggio (MTO, MTS), al criterio logistico e alle richieste della linea di produzione:

- **JIT/Mono-commessa:** sono componenti gestiti come MTO dall'inizio alla fine del processo. Il fornitore riceve la "JIT call-off" (un reminder) sette giorni prima del line-in del componente nella linea d'assemblaggio. I container JIT sono mono-commessa e contengono un solo car-set; perciò, non c'è necessità di alcuna attività di risequenziazione. Conoscendo la sequenza dei line-in delle vetture e degli offset SAP automaticamente genera la picking list e fornisce il tempo in cui i containers devono essere inviati in linea.
- **JIS/Perlenkette:** sono componenti gestiti con logica MTO, ma in questo caso sono trasportati in container multi-commessa; quindi, è presente più di un car-set per ognuno. La sequenza

delle commesse all'interno del container deve essere la stessa della sequenza dei line-in, per questo motivo viene effettuata la "JIS call-off" sette giorni prima del line-in. Nel caso in cui la sequenza dei line-in sia cambiata dopo la "JIS call-off" o ci siano stati dei problemi da parte del fornitore tali per cui la sequenza nel container sia errata è necessaria un'attività di risequenziazione. Tale attività verrà segnalata dal sistema ERP, SAP. In tal caso viene ristabilito l'ordine corretto, scannerizzando i bar-codes, così che si aggiornino in automatico su SAP.

- **Materiali sequenziati:** sono materiali gestiti con logica MTS sia nella fase di acquisto, sia nel magazzino. Poi, in base ai line-in, SAP trasforma un componente da MTS in commessa assegnandolo ad una particolare vettura, in base alla sua configurazione. Tali componenti dovranno essere quindi sequenziati prima di essere inviati in handling area.
- **Car kit:** sono materiali che, sono gestiti come stock comune fino allo stoccaggio nel magazzino. Successivamente, SAP conoscendo la sequenza del line-in, genera differenti picking list per ogni macchina (basate sui modelli e sugli optional) comprendenti il tempo di spedizione in linea di assemblaggio. L'operatore segue la picking list e posiziona i componenti nel carrello, scannerizzando con il lettore RFID per aggiornare il sistema. In ogni carrello può essere presente più di un car-kit, ognuno dei quali creato dagli operatori seguendo la picking list per ogni specifica vettura.
- **Kanban:** sono materiali organizzati secondo logica di stock comune a partire dal fornitore fino alla linea di produzione. Le "chiamate kanban" (avviso di prelievo per tali componenti) sono gestite autonomamente dal sistema SAP. Il loro trigger è dato dal raggiungimento del livello di riordino, che dipende dal consumo in linea di produzione. Quando viene raggiunto tale livello SAP automaticamente effettua una *picking call* per tale componente. L'operatore effettua, quindi, il picking scannerizzando le targhette RFID per tenere traccia di tutti gli step sul sistema. Da qui i materiali sono portati nelle baie di outbound, sono caricati sul plattenwagen e vengono inviati in linea per sostituire i kanban vecchi nel supermarket. Il concetto alla base, di fatti, è "full for empty"; il kanban vuoto viene spedito indietro e torna nel flusso dei container vuoti, mentre il pieno è dato al magazzino supermarket.

### 3.2.4 Processo di trasporto in linea

In questo paragrafo viene descritto il flusso che subiscono i materiali all'interno di Automobili Lamborghini. Il trasporto dal magazzino alla handling area avviene tramite i plattenwagen. Bisogna specificare che sono presenti flussi minori oltre quelli relativi al trasporto in linea, come quelli di materiali generici o di prototipi. I plattenwagen vengono inviati nelle linee nei tempi specificati da Automobili Lamborghini; perciò, anche quando è presente una navetta libera non può essere spedita al fine di non ingombrare la handling area, deve rispettare il tempo schedato. I componenti, per la linea Huracan, giungono al magazzino centrale, successivamente dopo il processo descritto vengono rilasciati nella handling area. Prelevati dalla handling area, viene effettuato il refilling delle cassette presenti all'interno del supermarket. La logica di prelievo è agevolata dalla presenza di tag elettronici (Figura 3.7), che risultano essere maggiormente intuitivi per l'operatore che effettuerà il prelievo, oltre che agevolarne l'efficienza. L'operatore presenta un guanto con un dispositivo elettronico e un carrello vuoto da riempire con i componenti necessari alla stazione che andrà a rifornire.



Figura 3.19 - Etichette elettroniche supermarket Huracan

La lista dei componenti non sarà necessaria, perché ogni qual volta che l'operatore dovrà selezionare un prodotto la targhetta presente al di sotto di esso si illuminerà e verrà selezionato tramite il

dispositivo presente sul guanto. Nel momento in cui il carrello sarà stato riempito, questo sarà pronto per essere portato nella stazione di destinazione. Effettuato il picking i wagen, appositamente costruiti e ideati per Lamborghini, trasportano il kit dal magazzino alla linea. Il flusso consentirà non solo il trasporto delle cassette piene ma anche il ritiro di queste ultime vuote dalla linea, al fine di riportarle al supermarket; per effettuare nuovamente il filling. La linea Urus ha un flusso simile a quello di Huracan. Dopo che i componenti sono trasportati dal magazzino centrale alla handling area viene effettuato il filling delle cassette del supermarket. Il processo di picking in tal caso è differente, in quanto agevolato dalla presenza degli AGV. Gli operatori effettuano il picking, preparando il carrello per ciascuna stazione, che successivamente verrà trasportato tramite un AGV. L'utilizzo di tali dispositivi garantisce la denominazione di Industria 4.0 alla linea Urus. Simile a tale logica sarà la nuova linea 744x, verranno utilizzati degli AGV e verrà creata una linea integrata col nuovo modello Huracan, così da rendere l'intero stabilimento conforme alle norme di Industria 4.0.

### 3.2.5 Prodotti preserie e controllo qualità

Il processo di arrivo, stoccaggio e spedizione in linea dei prodotti preserie è differente rispetto al processo di tutti gli altri componenti. I prodotti di preserie sono componenti “non definitivi”, e per tale motivo devono seguire un iter di ottimizzazione prima di diventare componenti di serie, e perciò definitivi. Prima di procedere alla spiegazione di tale processo risulta necessario introdurre il concetto di Generation Stand e di Preserie. I Generation Stand sono dei codici associati a ciascun componente di preserie che viene montato su una vettura non di serie. I Generation Stand, perciò rappresentano lo stato di aggiornamento dell'ottimizzazione del componente stesso. Le vetture realizzate da Automobili Lamborghini prima di essere vendute e di entrare in un processo consolidato che possa permettere un takt stabile hanno due fasi:

- **Fase di preserie:** Si tratta della fase successiva alla fase di realizzazione dei prototipi. Vengono realizzate vetture impiegate per effettuare test funzionali al fine di valutare le performance dell'automobile ed audit estetici, al fine di poter migliorare tale aspetto in fase di assemblaggio o a monte facendo presente eventuali imperfezioni direttamente al fornitore. Le vetture realizzate in questa fase non sono vendibili.
- **Fase di 0-serie:** Si tratta della fase intermedia tra fase di preserie e fase di serie. Le vetture realizzate in tale fase sono vendibili solo nel caso in cui alcuni componenti vengano sostituiti

(i componenti con Generation Stand vecchio), con componenti ottimizzati (componenti con Generation Stand nuovo).

In tale ottica assumono grande rilevanza i Generation Stand, questi vengono aggiornati proprio tramite il processo di arrivo e controllo qualità che avviene sui singoli componenti di preserie. Nel momento in cui un componente di preserie arriva nel magazzino, viene stoccato temporaneamente nella zona di preserie (figura 3.4) e successivamente inviato nel Meisterbock, per effettuare dei loop di MB (Meisterbock). Il Meisterbock è un'avanzata sala metrologica utilizzata per effettuare il controllo qualità dei componenti di preserie. Grazie all'ausilio di cubing, maschere e robot avanzati è possibile effettuare delle analisi di parti, disegni e dati tecnici per evidenziare le deviazioni tra target/standard e componenti misurati. Successivamente tali dati vengono trasmessi tramite l'intervento della Logistica Preserie e dell'Ufficio di Controllo Qualità direttamente al fornitore al fine di ottimizzare il componente. Dopo i loop di MB (almeno tre, ma in caso di problematiche particolari si arriva anche a più di dieci), i componenti passano alla fase di "campionatura". Le campionature vengono analizzate in strutture diverse rispetto al Meisterbock e prima di entrare in linea di produzione effettuano delle prove e misurazioni, ciascuna delle quali ha un esito; lo stato di avanzamento della campionatura viene definito dal peggior esito di tali prove. In base allo stato di avanzamento della campionatura, questa può:

- Essere inviata nuovamente in Meisterbock e ricominciare il processo di ottimizzazione da capo.
- Mantenuta allo stato di campionatura.
- Mantenuta allo stato di campionatura ma pronta per essere montata in vettura tramite l'associazione di un Generation Stand. Nel momento in cui viene associato un Generation Stand ad un componente, esso viene aggiornato dopo ogni ottimizzazione che viene effettuata dal fornitore, sotto richiesta di Lamborghini.
- Portata alla fase di componente di serie.

Nel momento in cui i componenti passeranno alla fase di serie, non subiranno più alcuna modifica e perciò seguiranno il processo logistico standard. Nel caso in cui rimangano nella fase di preserie, dovranno subire il processo di controllo qualità (Meisterbock o prove di campionatura) sopra descritto prima di essere portate in linea di assemblaggio ed essere montati in vettura.

## Capitolo 4

# Applicazione del framework di Lean Warehousing al processo logistico di Automobili Lamborghini

In questo capitolo verrà affrontata l'applicazione del Lean Warehousing ai processi che si svolgono nel magazzino centrale di Automobili Lamborghini, al fine di individuarne sprechi, criticità e azioni migliorative per ridurle. I processi, descritti nel capitolo 3, verranno analizzati nell'ottica Lean, tramite la realizzazione di uno Spaghetti Chart e l'applicazione della metodologia Value Stream Mapping della situazione attuale e futura. Verranno individuate le criticità dei processi attuali e proposte azioni di miglioramento al fine di renderli più efficienti. Si introdurranno suggerimenti atti a ridurre la durata delle attività che non apportano valore aggiunto al processo. Al termine del capitolo verrà effettuata una quantificazione dei risparmi in termini di tempo che si potrebbe ottenere tramite l'applicazione delle azioni analizzate e proposte.

### 4.1 Metodologia

La raccolta dei dati è stata effettuata grazie all'ausilio di decine di interviste. Queste sono state effettuate in maniera congiunta all'osservazione diretta dei processi, prendendo in considerazione sia la prospettiva dell'operatore che quella del responsabile logistico dell'azienda. Tale metodologia ha permesso di identificare le inefficienze del processo, ma anche di comprenderne la causa alla base. Le ipotesi effettuate sono state verificate tramite l'osservazione diretta e l'accertamento dei documenti rilasciati dal magazzino alla linea di produzione e sui quali era possibile visualizzare gli orari di rilascio dal magazzino e di arrivo in linea. L'applicazione del Value Stream Mapping e dello Spaghetti Chart ha permesso di analizzare, in ottica Lean, i processi, col fine di individuarne le criticità che sono fonte di spreco. Successivamente, attraverso la tecnica 5W, sono state esaminate nel dettaglio le problematiche emerse al fine di comprenderne le cause e le responsabilità. Infine, grazie all'uso della tecnica 5S, sono state proposte azioni di miglioramento, per ridurre gli sprechi e rendere i flussi dei materiali e delle informazioni più efficienti.

## 4.2 Value Stream Mapping

Il primo passo dell'analisi è la Value Stream Map, attraverso la quale vengono rappresentati i processi relativi al magazzino di Schnellecke, il magazzino centrale di Automobili Lamborghini. I passi per realizzare la Current State Map sono i seguenti:

- Nella parte superiore sono state riportate tre icone rappresentative della linea di produzione, del fornitore e dell'Ufficio di Pianificazione.
- Sono state calcolate le quantità richieste dalla linea di produzione. È stato ricavato il numero medio di navette giornaliere che vengono spedite verso le diverse handling areas, che è pari a 91. È stato, inoltre, calcolato il numero di navette medie spedite giornalmente. Questo valore corrisponde al numero di navette medie giornaliere ordinate dalla linea.
- Le navette in uscita e gli arrivi in ingresso e le relative frequenze giornaliere sono state schematizzate attraverso una freccia verso la linea di produzione e verso il magazzino e il simbolo di un autocarro.
- Nella parte inferiore sono stati disegnati alcuni rettangoli che rappresentano i processi che avvengono all'interno del magazzino. I processi a cui sono sottoposti i prodotti che arrivano nel magazzino di Schnellecke sono: accettazione, scarico camion, stoccaggio, picking, spedizione in linea.
- Sotto ogni processo è stata introdotta una tabella chiamata data box in cui sono inserite le informazioni riguardanti il processo:
  - C/T tempo di ciclo, ossia l'intervallo di tempo in cui si completa l'operazione.
  - C/O tempo di set up, ossia il tempo necessario a cambiare la produzione da un modello di prodotto ad un altro. In questo caso è nullo, poiché i processi che avvengono in magazzino non richiedono dei tempi di set up.
  - Addetti: numero di persone richieste per operare nel processo.
- È stato tracciato il flusso delle informazioni partendo dalla linea fino al fornitore. Al fine di differenziare il flusso delle informazioni dal flusso dei materiali, quando lo scambio di informazioni avviene tramite il sistema informativo, vengono utilizzate delle frecce a tratto discontinuo.
- Sono state evidenziate le zone in cui si accumulano le scorte rappresentandole tramite un triangolo; in questi punti si interrompe il flusso, con l'intenzione di ridurre il loro tempo. È presente un'area di accumulo scorte nella zona in cui vengono scaricati i componenti dopo essere stati prelevati dai camion, rimangono in tale zona 60 minuti. Le scorte vengono

successivamente stoccate e rimangono in stock, una settimana da contratto. Nel momento in cui il carrello da spedire in linea è stato preparato dal picker si ha un accumulo di materiale nella zona di outbound. Tale materiale rimane in attesa 15 minuti prima di essere spedito.

- È stato calcolato il tempo a non valore aggiunto, cronometrando per quanto tempo il materiale non veniva movimentato. Inoltre, sulla base di osservazioni sul campo è stato notato che il materiale rimane stoccato una settimana come da richiesta di contratto.
- È stata disegnata nella parte bassa della VSM una linea temporale in cui viene rappresentato il tempo a valore aggiunto, cioè il tempo durante il quale vengono svolte delle operazioni sul prodotto, e il tempo non a valore aggiunto. È, così, possibile calcolare il lead time totale.
- Le frecce continue che collegano i processi dal ricevimento fino allo stoccaggio indicano una logica push, in quanto sono processi dettati dalla pianificazione, mentre le frecce tratteggiate che legano i processi dal picking alla spedizione rappresentano la logica pull, in quanto questi processi sono attivati dalla domanda della linea.

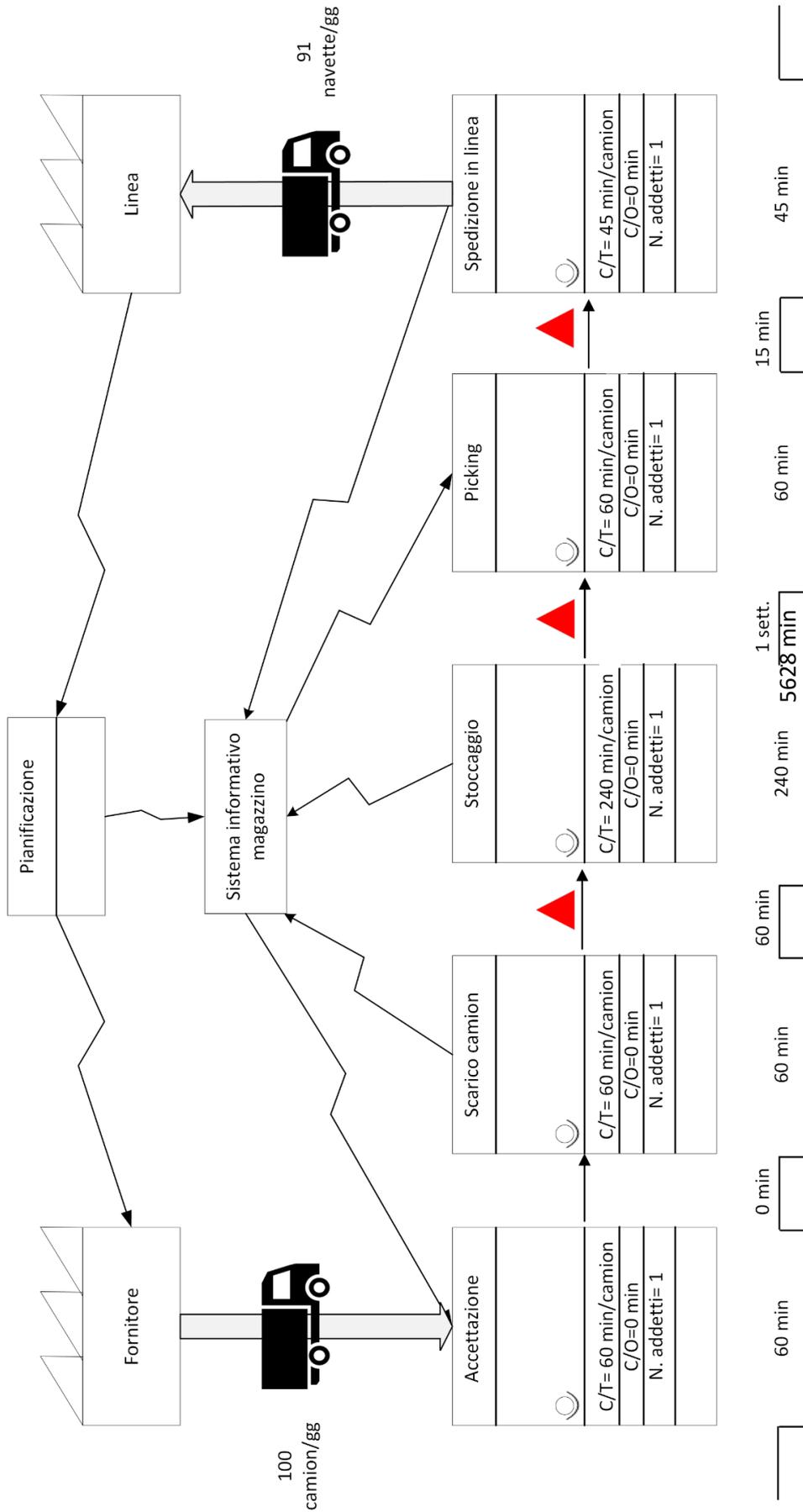


Figura 4.1 – Value Stream Map processo standard

### 4.3 Analisi della Current state Map

L'obiettivo della Current State Map sarà quello di avvicinare il lead time totale, cioè il tempo di attraversamento del magazzino al tempo a valore aggiunto, cioè quel tempo che dà valore aggiunto al processo. Prima di effettuare tale analisi si procede all'identificazione del valore del tempo a valore aggiunto:

$$T_v = \sum_{i=1}^5 tv_i = 465 \text{ minuti}$$

Si calcola successivamente il tempo a non valore aggiunto:

$$T_n = \sum_{j=1}^4 tn_j = 4899 \text{ minuti}$$

Infine, si calcola il tempo totale come somma del tempo a valore aggiunto e quello a non valore aggiunto:

$$T = T_v + T_n = 465 + 4899 = 5364 \text{ minuti}$$

Come si può notare dalla Current State Map, a incidere particolarmente sono i tempi in cui il materiale staziona e rimane non movimentato.

Si noti, peraltro, che in tale diagramma non sono stati presi in considerazione due tempi:

- Il tempo di analisi anomalie che prevede una giornata di fermo (13 ore)
- Il tempo di risequenziazione, in base al line in, dei componenti comuni (1 ora)

La motivazione alla base di tale scelta è che il primo tempo riguarda un gruppo ristretto di materiali e sarà analizzato successivamente nel paragrafo 4 di suddetto capitolo, il secondo non è riducibile in quanto le azioni svolte dagli operatori sono elementari e prive di inefficienze.

Un altro strumento che permette di identificare la presenza di inefficienze nel processo è il calcolo del Takt Time. Il Takt Time è definito come:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo lavorativo}}{\text{Produzione richiesta dal cliente}}$$

Nel caso in analisi il cliente è rappresentato dalla linea di produzione; perciò, si considererà la *produzione richiesta dal cliente* come il numero di navette che viaggiano verso le linee di produzione, ossia 91 navette/gg.

$$Takt\ time = \frac{13,4 \frac{ore}{gg}}{91 \frac{navette}{gg}} = 0,147 \frac{ore}{navetta} = 8,83 \frac{minuti}{navetta}$$

Perciò circa ogni nove minuti parte una navetta dal magazzino centrale. Il dato si discosta rispetto a quello effettivo di circa due minuti, difatti tramite le interviste effettuate è stato ricavato che si ha una partenza dal magazzino centrale ogni 11 minuti. Sarebbe possibile decrementare tale valore, riducendo il tempo di processo, aumentando di conseguenza il numero di navette che escono dal magazzino nell'unità di tempo. Tale riduzione del Takt Time incrementerebbe l'efficienza del processo.

## 4.4 Spaghetti Chart della situazione attuale

L'implementazione dello spaghetti chart è stata effettuata manualmente, i colori dei flussi sono stati distinti in base al tipo di attività, ossia stoccaggio, picking, e movimentazioni varie (es. Spostamento prodotti urgenti). Nel magazzino in esame, gli addetti che si occupano della movimentazione della merce sono numerosi, più di 20, quindi non è stato possibile tracciare l'esatto spostamento di ognuno, ma ogni linea rappresenta il percorso che ogni operatore deve effettuare svolgendo quell'attività.

Nel dettaglio:

- *Scarico camion*; si tratta dell'operazione di scarico che avviene nella baia presente all'ingresso del magazzino. Il camion può arrivare in svariate baie.
- *Posizionamento in area dedicata*; Si tratta dello spostamento del materiale dalla banchina all'area dedicata all'ingresso del magazzino. I prodotti vengono generalmente scaricati nell'area dinanzi al luogo dello stoccaggio.
- *Stoccaggio MTS*; fa riferimento allo stoccaggio dei prodotti nelle scaffalature MTS
- *Stoccaggio JIT/JIS*; fa riferimento allo stoccaggio dei prodotti nelle scaffalature MTO
- *Spostamento in anomalia*; è lo spostamento che subiscono i prodotti che presentano anomalie di tipo qualitativo o documentale
- *Spostamento urgenti*; Si tratta della movimentazione dei Job Stopper, descritti nel paragrafo 3.2.1

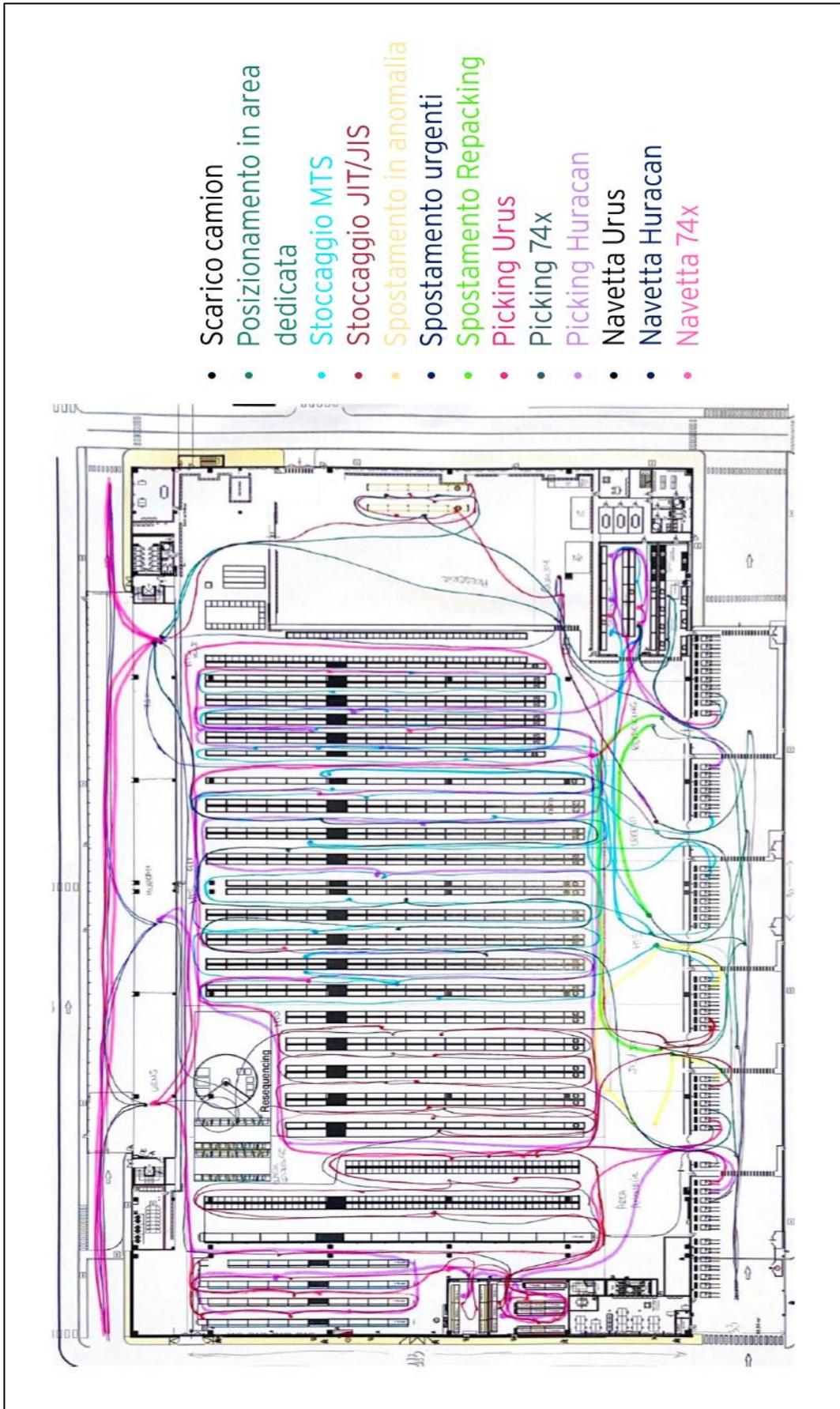


Figura 4.2 - Spaghetti Chart situazione attuale

- *Spostamento Repacking*; fa riferimento allo spostamento dei prodotti che devono subire un processo di repacking. I prodotti vengono rilasciati nell'area di repacking per poi essere posizionati nell'area dedicata (MTS, MTO)
- *Picking Urus*; Si tratta delle operazioni di picking per creare i kit per la linea Urus
- *Picking 74x*; Si tratta delle operazioni di picking per creare i kit per la linea 74x
- *Picking Huracan*; Si tratta delle operazioni di picking per creare i kit per la linea Huracan
- *Navetta Urus*; Fa riferimento alla navetta che arriva in Schnellecke per prelevare i Kit creati dai picker e portarli nella handling area di Urus
- *Navetta Huracan*; Fa riferimento alla navetta che arriva in Schnellecke per prelevare i Kit creati dai picker e portarli nella handling area di Huracan
- *Navetta 74x*; Fa riferimento alla navetta che arriva in Schnellecke per prelevare i Kit creati dai picker e portarli nella linea 74x.

È stato rilevato che nelle zone evidenziate potrebbe essere presente un rischio di incontro tra operatori differenti. Tali zone non sono a senso unico, sono perciò percorribili da operatori che stanno svolgendo operazioni differenti causando rallentamenti, quindi inefficienze.

In particolare, le zone che permettono l'accesso ad aree più ristrette, potrebbero risultare un problema nella situazione in cui più operatori vi accedano contemporaneamente.

Le segnalazioni tratteggiate nella parte inferiore del layout fanno riferimento ad un potenziale rischio di congestione. In tale zona, di passaggio tra le baie e le aree dedicate ai prodotti da stoccare, sono presenti i carrelli trilaterali da utilizzare per effettuare le operazioni di magazzino. Il prelievo di tali carrelli potrebbe intralciare l'operazione di spostamento in area dedicata. A tal proposito potrebbe risultare utile modificare l'ubicazione di tali carrelli.

Infine, è presente un'area verde, che è poco sfruttata a fronte degli ingorghi che si creano dinanzi a tale zona.



Sarebbe possibile sfruttare meglio tale area, variandone l'utilizzo, al fine di alleggerire il flusso complessivo.

Nella tabella 4.1 vengono riportate le distanze, in metri, minime e massime dei diversi tipi di flussi. Il numero di metri percorsi è stato stimato misurando su un foglio A3 le linee tracciate per ogni attività nello Spaghetti Chart ed effettuando poi una proporzione per trasformarle nelle distanze reali tramite la scala nella quale è espresso il layout. Le misure del magazzino con cui sono state effettuate le proporzioni sono state fornite dall'Ufficio Pianificazione Layout.

	<b>Distanza minima [m]</b>	<b>Distanza massima [m]</b>
Scarico camion	36	144
Posizionamento in area dedicata	30	120
Stoccaggio MTS	210	661
Stoccaggio JIT/JIS	168	601
Spostamento in anomalia	30	90
Spostamento urgenti	129	168
Spostamento Repacking	48	99
Picking Urus	198	601
Picking 74x	234	601
Picking Huracan	198	601
Navetta Urus	180	361
Navetta Huracan	180	361
Navetta 74x	180	361

Tabella 4.1 - Distanze Spaghetti Chart attuale

In tabella 4.1 la distanza minima è stata ottenuta facendo riferimento al best case, mentre la distanza massima al worst case (es. **Scarico camion**; *distanza minima*: scarico effettuato nella prima baia a sinistra in Figura 4.3, *distanza massima*: scarico effettuato nell'ultima baia a destra).

## 4.5 Criticità individuate

L'individuazione delle criticità rilevate ha seguito un preciso approccio:

1. Tramite la permanenza in linea è stata effettuata un'osservazione delle inefficienze della produzione.
2. È stata effettuata una valutazione delle inefficienze riscontrate, verificando se la motivazione alla base fosse il processo logistico. È stato richiesto un riscontro ai logistici operativi circa le inefficienze, direttamente riferite dagli operatori di linea, i quali hanno fornito una spiegazione dettagliata delle cause
3. Sono state creati la Current State Map e lo Spaghetti Chart Current State.
4. È stata valutata la coerenza tra i dati riscontrati su VSM e Spaghetti Chart e ciascuna delle inefficienze osservate.
5. È stata studiata ciascuna inefficienza, tramite gli strumenti della Lean Production, come illustrato di seguito

Pertanto, nel corrente paragrafo ogni criticità individuata verrà classificata attraverso la classificazione dei 7 Muda, successivamente con la tecnica delle 5W saranno comprese le cause del problema. Infine, verrà applicato il metodo delle 5S con lo scopo di individuare le azioni di miglioramento per ridurre tali inefficienze. Tali criticità risulteranno utili per indicare le possibili cause di inefficienza nel processo logistico.

Di seguito vengono elencate le criticità individuate.

### 4.5.1 Criticità 1 – Lunga attesa componenti urgenti

In Automobili Lamborghini i prodotti urgenti vengono inviati tramite i Job Stopper. Si tratta di componenti che potrebbero bloccare la linea di produzione, nel caso in cui non arrivassero in un tempo di 30 minuti. Il flusso logistico di tali prodotti dovrà essere, perciò, particolarmente snello e veloce al fine di permettere un'evasione dell'ordine in tale tempo. Dall'analisi dello Spaghetti Chart, il flusso di tali prodotti non risulta essere particolarmente complesso. Le segnalazioni da parte della linea di produzione fanno riferimento, però, ad un tempo di arrivo del Job Stopper pari a 3 ore, contro i 30 minuti previsti. Analizzando la VSM, possiamo notare come il flusso dei job stopper sia più alleggerito rispetto ad una commessa standard, difatti non è presente l'attività di stoccaggio e perciò neanche l'attività di picking.

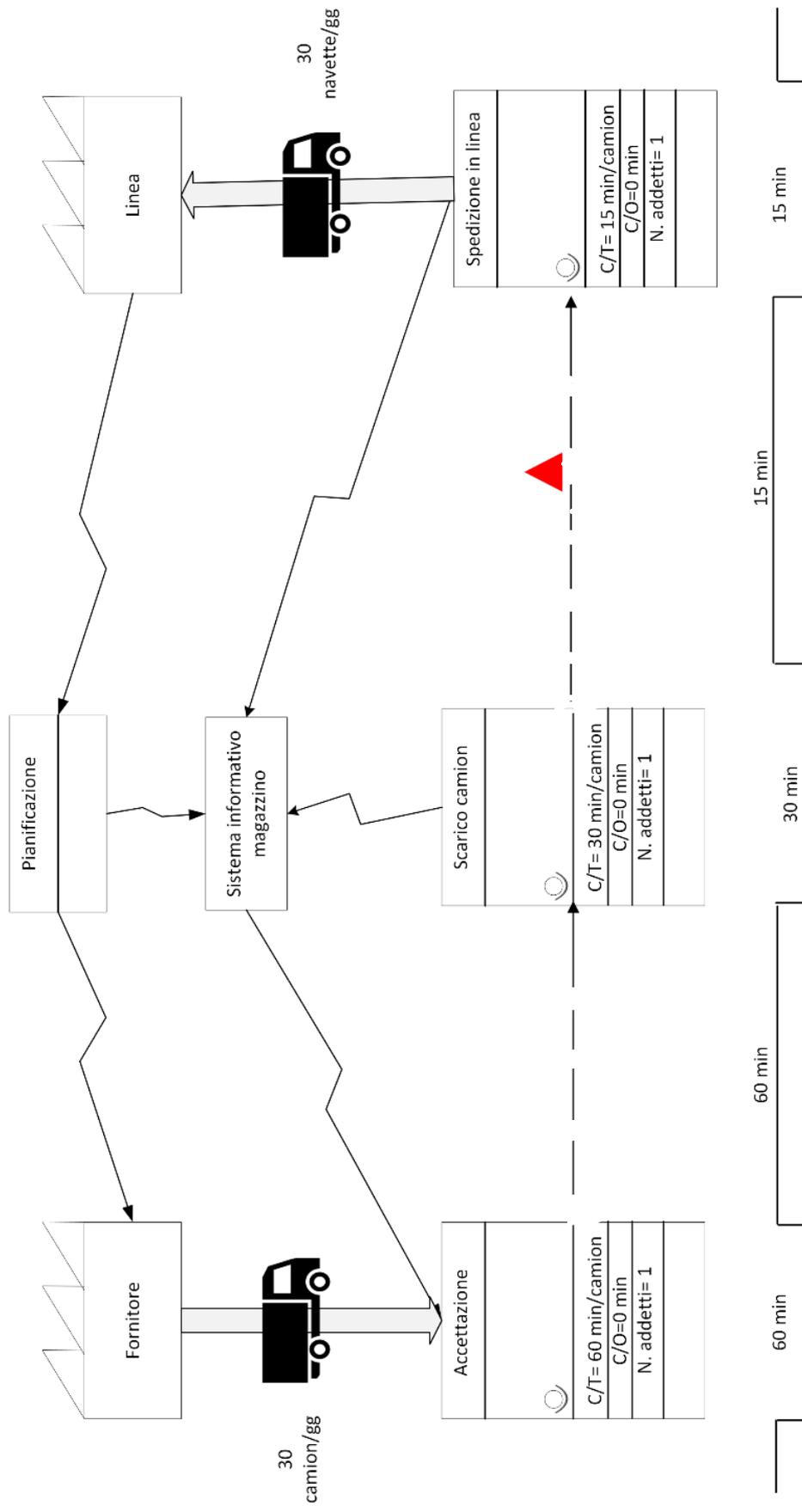


Figura 4.4 - Value Stream Map prodotti urgenti

Le operazioni svolte sono inferiori ma il tempo a non valore aggiunto è maggiore. Oltre ad essere aumentato, in proporzione, anche il tempo a non valore aggiunto, le operazioni svolte non sono particolarmente veloci. A differenza del processo relativo ai prodotti non urgenti l'accettazione viene svolta molto spesso a cavallo dello scarico merci, causando perciò un tempo a non valore aggiunto. Risulta necessario specificare che quello analizzato è il worst case, ovvero il caso in cui le operazioni sono svolte nel maggior tempo possibile. Di seguito viene effettuata l'applicazione della tecnica 5W:

WHAT	I prodotti urgenti impiegano 3 ore ad arrivare alla linea di produzione
WHEN	Prima dello scarico in handling area
WHERE	Dalla baia di inbound alla baia di outbound
WHY	I camion rimangono in fila perché la pre-accettazione è lenta o non viene effettuata prima del loro arrivo come previsto
WHO	Ufficio Accettazione

Tabella 4.2 - Applicazione 5W criticità 1 1

Il problema principale, può essere così ricondotto ad un problema meramente organizzativo; l'accettazione potrebbe essere svolta prima rispetto all'arrivo del camion ed essendo un componente bloccante, si potrebbe assegnare ad essa una priorità maggiore rispetto alle altre accettazioni quotidiane in atto.

Seiri (separare)	Scaricare i camion dinanzi all'area dedicata ai prodotti urgenti e riservare la relativa baia solo a essi
Seiton (riordinare)	Riorganizzare le priorità di accettazione e pre-accettazione dei camion
Seiso (pulire)	Eliminare eventuali materiali ingombranti nella baia dei prodotti urgenti e nell'area dedicata
Seiketsu (standardizzare)	Sviluppare procedure specifiche per ottimizzare la sequenza di arrivo dei camion.
Shitsuke (diffondere)	Diffondere i metodi ed attuare periodiche verifiche

Tabella 4.3 - Applicazione 5S criticità 1

Allo scopo di eliminare questa criticità risulta necessaria una maggiore organizzazione del processo di schedulazione dell'accettazione e un maggiore coordinamento circa l'orario di arrivo dei camion.

## 4.5.2 Criticità 2 – Flussi incrociati che rallentano le operazioni

La seconda criticità individuata fa riferimento al posizionamento delle banchine di scarico e al flusso derivante da esso. È possibile notare, come accennato prima, che nello Spaghetti Chart analizzato precedentemente sono presenti tre zone:

- Le zone con flusso incrociato; davanti le aree dedicate si ha un ingorgo, con possibilità di incroci di flusso e possibili rallentamenti. Tale zona è presente anche davanti alle baie di carico delle navette (zone in alto), dove il flusso non è regolato e non è a senso unico.
- Le zone ad accesso ristretto con potenziale ingorgo di flusso; sono le zone di accesso ai magazzini speciali e alle baie di scarico.
- Le zone con flusso scarso; dinanzi al magazzino di preserie è presente una zona priva di flussi. In questa zona sono presenti pallet posizionati in maniera disordinata, che ostruiscono lo spostamento degli operatori e impediscono lo sfruttamento ottimale dello spazio.

Di seguito viene effettuata l'analisi delle 5W:

WHAT	Il flusso è rallentato e non ottimale
WHEN	Dalla fase di inbound alla fase di outbound
WHERE	Nella zona dedicata al posizionamento dei trilaterali, la zona del magazzino di preserie e la zona tra le scaffalature e le baie di carico
WHY	Flusso non regolato, aree non utilizzate
WHO	Ufficio Pianificazione e Layout

Tabella 4.4 - Applicazione 5W criticità 2

Il problema può essere, così, ricondotto ad una pianificazione dei flussi e del layout ottimizzabile. Si effettua di seguito l'analisi delle 5S:

Seiri (separare)	Separare il flusso dei trilaterali nelle diverse zone del magazzino
Seiton (riordinare)	Sfruttare zone inutilizzate al fine di ottimizzare i flussi
Seiso (pulire)	Facilitare l'accesso dei trilaterali al fine di non essere di ingombro all'accesso del magazzino
Seiketsu (standardizzare)	Individuare zone con cartelli che individuano il senso di percorrenza e l'area dedicata
Shitsuke (diffondere)	Verificare il mantenimento dei risultati tramite controlli periodici

Tabella 4.5 - Applicazione 5S criticità 2

Pertanto, al fine di eliminare la criticità individuata, si suggerisce di spostare la zona anomalia, che è una zona di accumulo di materiale (di almeno un giorno lavorativo) nelle vicinanze del magazzino di preserie. Tale spostamento permetterebbe di creare un'area dedicata allo smisto dei componenti black storage. Inoltre, sarebbe possibile modificare l'ubicazione dei trilaterali o semplicemente creare un accesso riservato solo al loro ingresso in magazzino.

Infine si potrebbe creare una scaffalatura al fine di ordinare i pallet posizionati per terra e creare un flusso nella zona di preserie. In particolare sarebbe possibile dedicare a questa zona il flusso dei picker, nello spostamento del kit dalle scaffalature alle baie di carico.

### 4.5.3 Criticità 3 – Attesa merce in area anomalie

Un'altra criticità che è possibile constatare dall'analisi della Current State Map è il lungo tempo di stazionamento della merce in area anomalia. I componenti finiscono in tale area nel caso in cui abbiano problemi di tipo documentale o mancata corrispondenza di tali documenti col componente fisico. Tali anomalie sono causate da inefficienze da parte dei fornitori, e la loro risoluzione fa capo a questi, perciò il tempo di processamento potrebbe essere particolarmente lungo. In figura 4.5 la VSM relativa ai componenti che vengono spostati in area anomalia.

Questa VSM fa riferimento al best case, in cui l'anomalia non dura più di un giorno lavorativo. Può capitare che il tempo dell'anomalia si prolunghi anche di molte settimane nel caso in cui venga a mancare coordinamento col fornitore.

Di seguito si allega l'analisi 5W:

WHAT	Tempo di attesa in anomalia elevato
WHEN	Quando i componenti presentano anomalie documentali
WHERE	Area anomalie
WHY	Scarso cordinamento col fornitore
WHO	Logistica

Tabella 4.6 - Applicazione 5W criticità 3

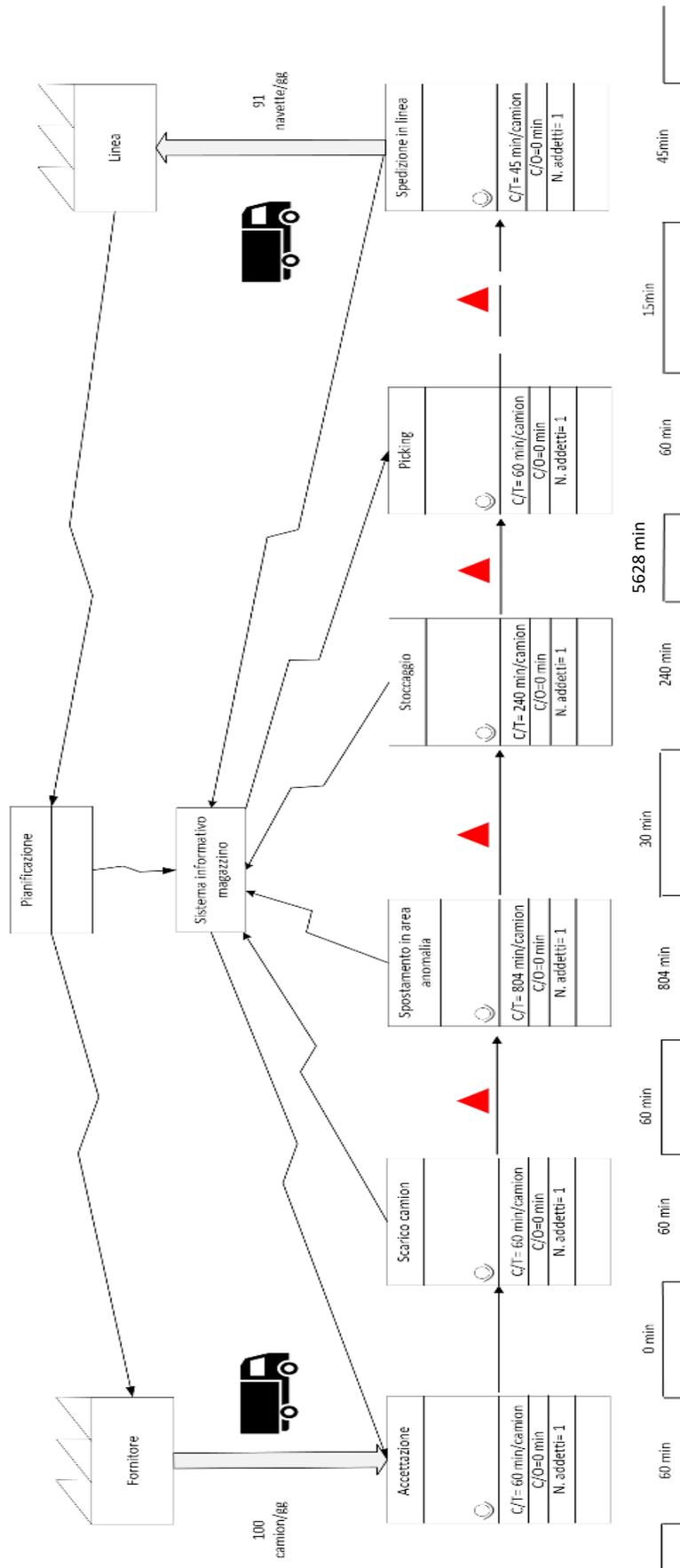


Figura 4.5 - Value Stream Map prodotti spostati in area anomalia

Si analizzano di seguito le possibili azioni migliorative con l'ausilio dell'analisi 5S:

Seiri (separare)	Spedire in area dedicata allo stoccaggio i componenti appena vengono deliberati dal pianificatore di competenza
Seiton (riordinare)	Aggiungere delle scaffalature in maniera tale da mantenere ordinata l'area e dare maggiore visibilità
Seiso (pulire)	Separare i componenti con alta priorità da quelli con bassa priorità
Seiketsu (standardizzare)	Sviluppare specifiche procedure in maniera tale da migliorare il coordinamento interno ed esterno
Shitsuke (diffondere)	Divulgare le procedure ed effettuare apposite verifiche

Tabella 4.6 - Applicazione 5S criticità 3

Da tale analisi è possibile ricavare diverse attività che mirano alla diminuzione del tempo di attesa in area anomalia. Il mancato coordinamento con i fornitori sta alla base della criticità, attuare queste azioni migliorative darebbe maggiore visibilità al processo.

## 4.5.4 Criticità 4 – Attesa stoccaggio merce

Un'ulteriore criticità che è possibile evidenziare tramite l'analisi della Current State Map è il tempo di attesa della merce prima di essere stoccata. L'attesa di movimentazione è il maggiore contributo nel *tempo a non valore aggiunto* che è stato calcolato precedentemente, perciò sarebbe quello da ridurre maggiormente. Il materiale viene scaricato nell'area dedicata in base alla destinazione di stoccaggio, ma da questa zona viene movimentato un'ora dopo. Il tempo di stazionamento prolungato porta a sovraccarico del sistema, perché in tale tempo c'è un accumulo sempre maggiore di pallet. Il sovraccarico, Muri, porta inevitabilmente a perdita di efficienza, aumentando il rischio di errori di trasporto, che a sua volta causa molte altre forme di spreco. L'ideale sarebbe ridurre a zero tale tempo di attesa, ma sarebbe necessario un perfetto coordinamento tra tutti gli attori contribuenti al processo.

WHAT	Il tempo di attesa prima che i prodotti vengano stoccati è troppo elevato
WHEN	Prima dello stoccaggio
WHERE	Davanti alle banchine di scarico, nelle aree dedicate
WHY	Mancato coordinamento tra gli operatori che effettuano lo scarico e quelli che effettuano lo stoccaggio
WHO	Ufficio tempi e metodi

Tabella 4.7 - Applicazione 5W criticità 4

Sarebbe necessario un maggiore coordinamento tra i diversi operatori. Prima di effettuare ulteriori considerazioni si effettua l'analisi delle 5S:

Seiri (separare)	Separare i pallet in base all'ordine di arrivo, attuando una politica FIFO
Seiton (riordinare)	Riorganizzare il coordinamento tra gli operatori e il tempo dedicato a tale attività
Seiso (pulire)	Attuare metodi atti a diminuire il numero di pallet presenti nell'area
Seiketsu (standardizzare)	Utilizzo di un ausilio informatico per standardizzare il processo
Shitsuke (diffondere)	Divulgare le procedure ed effettuare controlli periodici

Tabella 4.8 - Applicazione 5S criticità 4

Come è possibile intuire dall'analisi, una possibile soluzione potrebbe essere l'utilizzo di un sistema informativo di ausilio a tale attività.

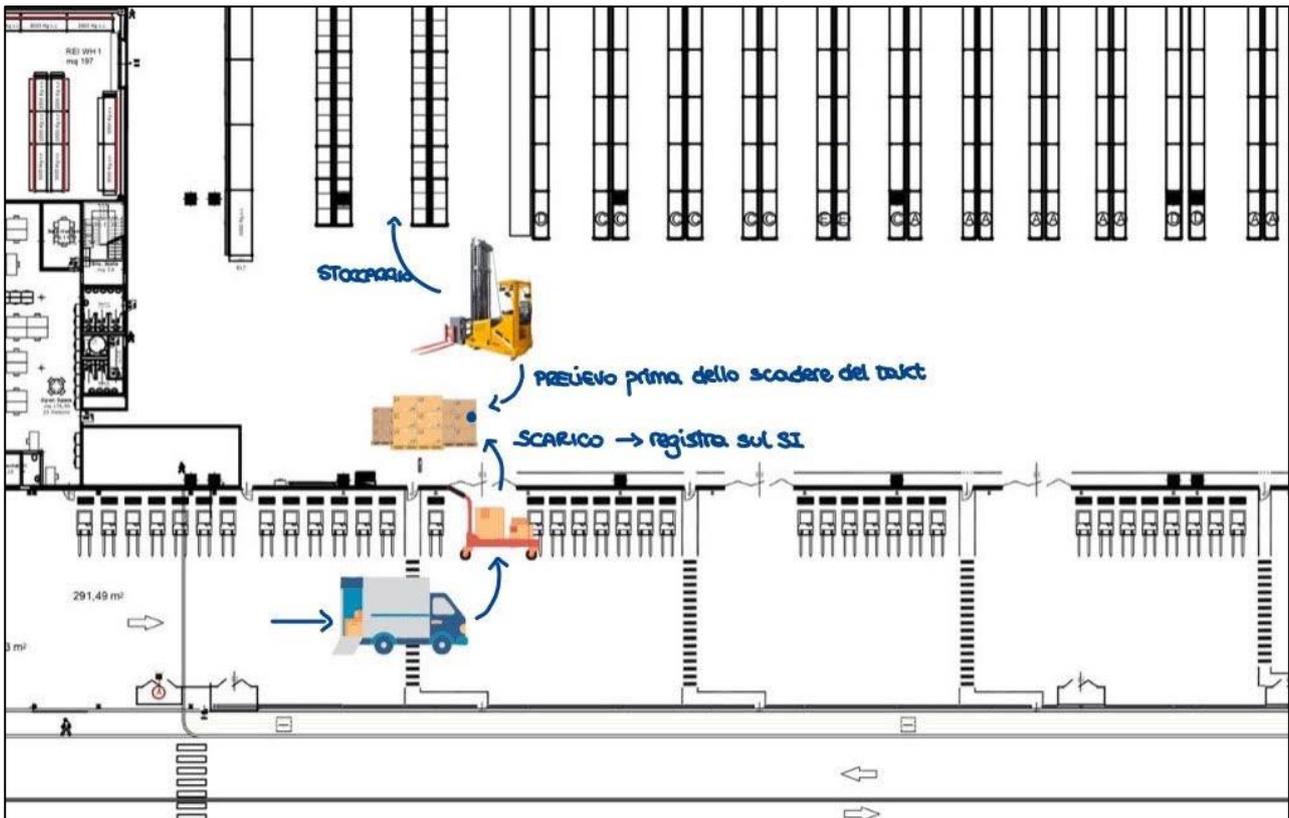


Figura 4.6 – Rappresentazione grafica operazioni di scarico e prelievo

Tale ausilio informatico dovrebbe attivare un takt time nel momento in cui viene effettuato lo scarico dall'operatore A (colui che effettua lo scarico). Il Sistema informativo invia una notifica all'operatore B nel momento in cui lo scarico viene effettuato e si attiva il takt time di un tempo pari a 15 minuti. Il takt time viene azzerato quando l'operatore B (colui che effettua il prelievo) inizia il prelievo per effettuare lo stoccaggio. In tal modo il tempo di stazionamento dei pallet nell'area non può essere superiore a 15 minuti, in caso contrario verrebbe inviata una notifica al capo reparto.

## 4.6 Value Stream Map TO BE

Dopo aver analizzato le potenziali fonti di inefficienza del processo è stato possibile tracciare la Future State Map con lo scopo di stimare i potenziali benefici portati. Al fine di realizzare un'analisi completa sono state create le Future State Map relative a tutte le criticità analizzate nei punti precedenti. Per quanto riguarda il processo standard (relativo ai componenti non urgenti e che non vengono spostati in area anomalia), si evidenzia:

- Una riduzione del tempo dedicato allo stoccaggio. Questa riduzione potrebbe essere raggiunta grazie alle modifiche apportate, in particolare grazie:
  - Al maggior coordinamento con l'operatore che si occupa dello scarico tramite il sistema informativo.
  - Ai minori ingorghi di flusso.
- Una riduzione dei tempi di picking dovuta all'introduzione di una corsia dedicata
- Una riduzione del tempo tra scarico e stoccaggio grazie all'introduzione del sistema informativo.

Tali modifiche si ripropongono anche nei processi di prodotti soggetti ad anomalia e dei prodotti urgenti, ma questi presentano delle modifiche ulteriori. Tramite l'introduzione del sistema informativo i prodotti soggetti ad anomalia potrebbero ridurre ulteriormente il proprio tempo a non valore aggiunto nelle fasi tra scarico e spostamento in anomalia e tra anomalia e stoccaggio. Per quanto concerne, invece, i prodotti urgenti, la fase di pre-accettazione/accettazione e di scarico andrebbe svolta in un tempo antecedente rispetto al processo attuale. Difatti, come è possibile notare dalla value stream map, sarebbe necessario:

- Eliminare l'attesa tra l'accettazione e lo scarico, come accennato nel paragrafo dedicato.
- Ottimizzare il processo dedicato allo scarico dei camion, dedicandogli una baia apposita e assegnandogli una priorità maggiore

Questi processi, dovranno essere in ogni caso svolti prima che il prodotto manchi nella linea di produzione; rendendo visibile solo la parte di processo evidenziata dopo linea rossa (30 minuti).

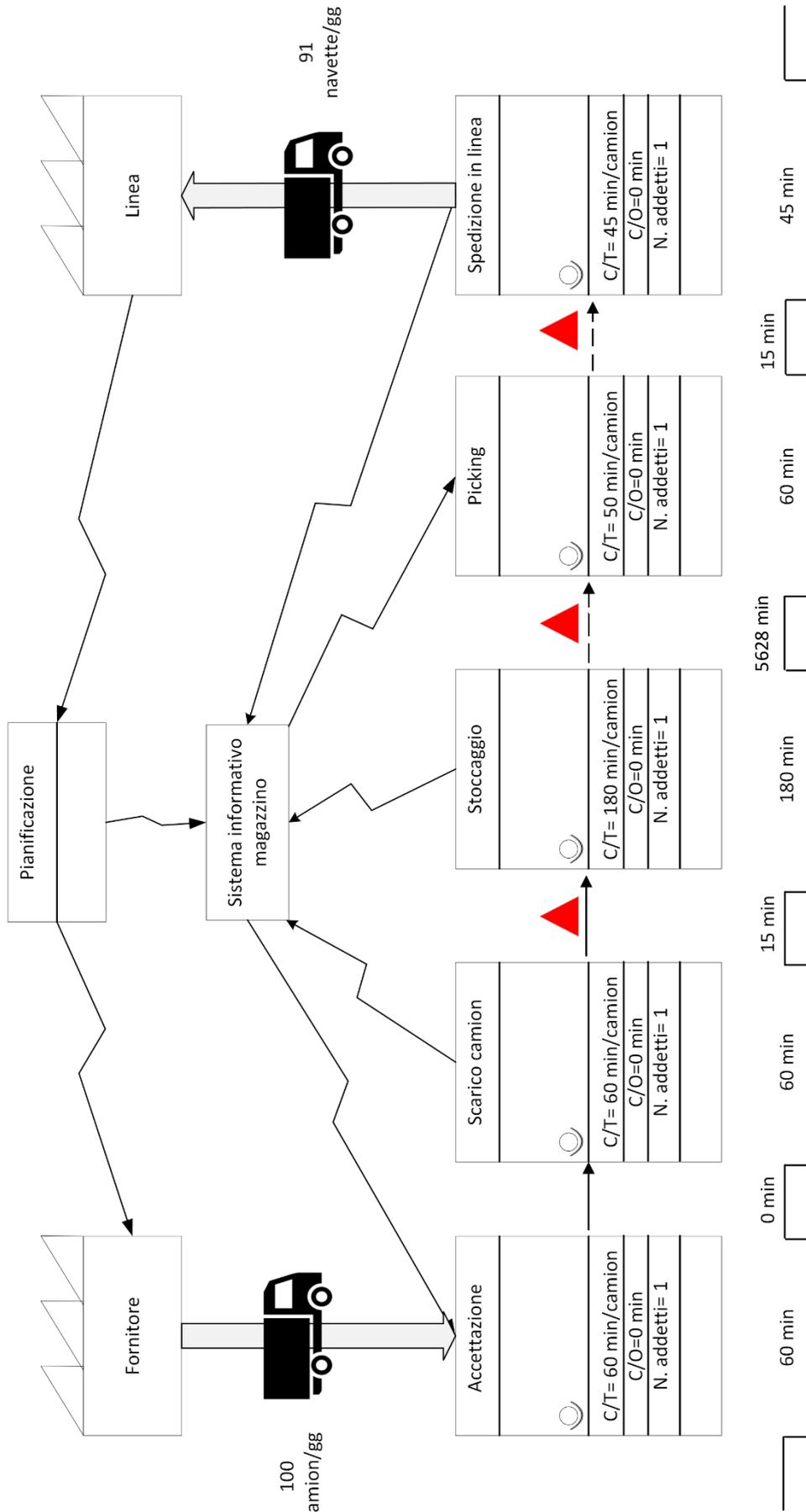


Figura 4.7 - Future State Map processo standard

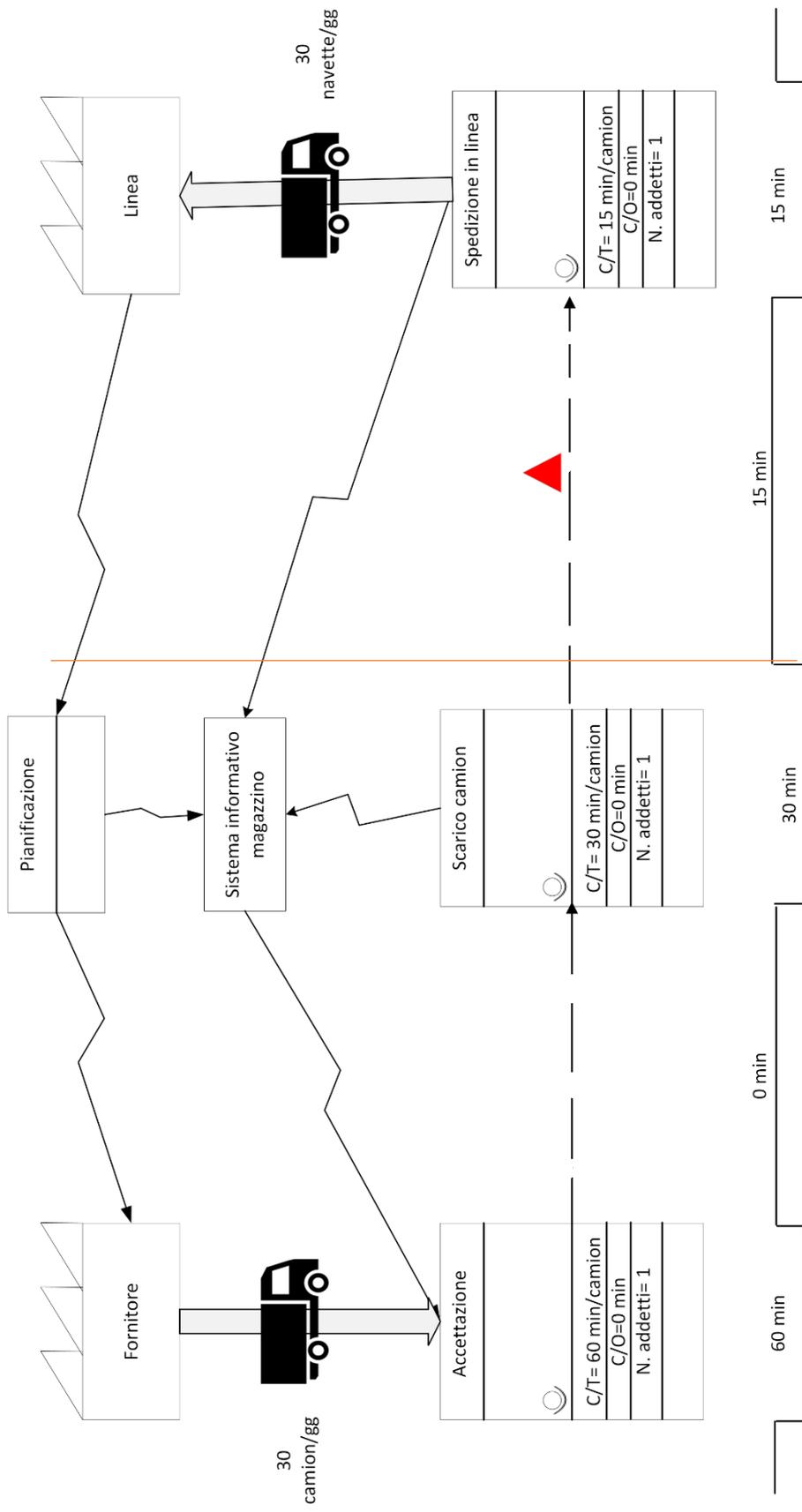


Figura 4.8 - Future State Map componenti urgenti

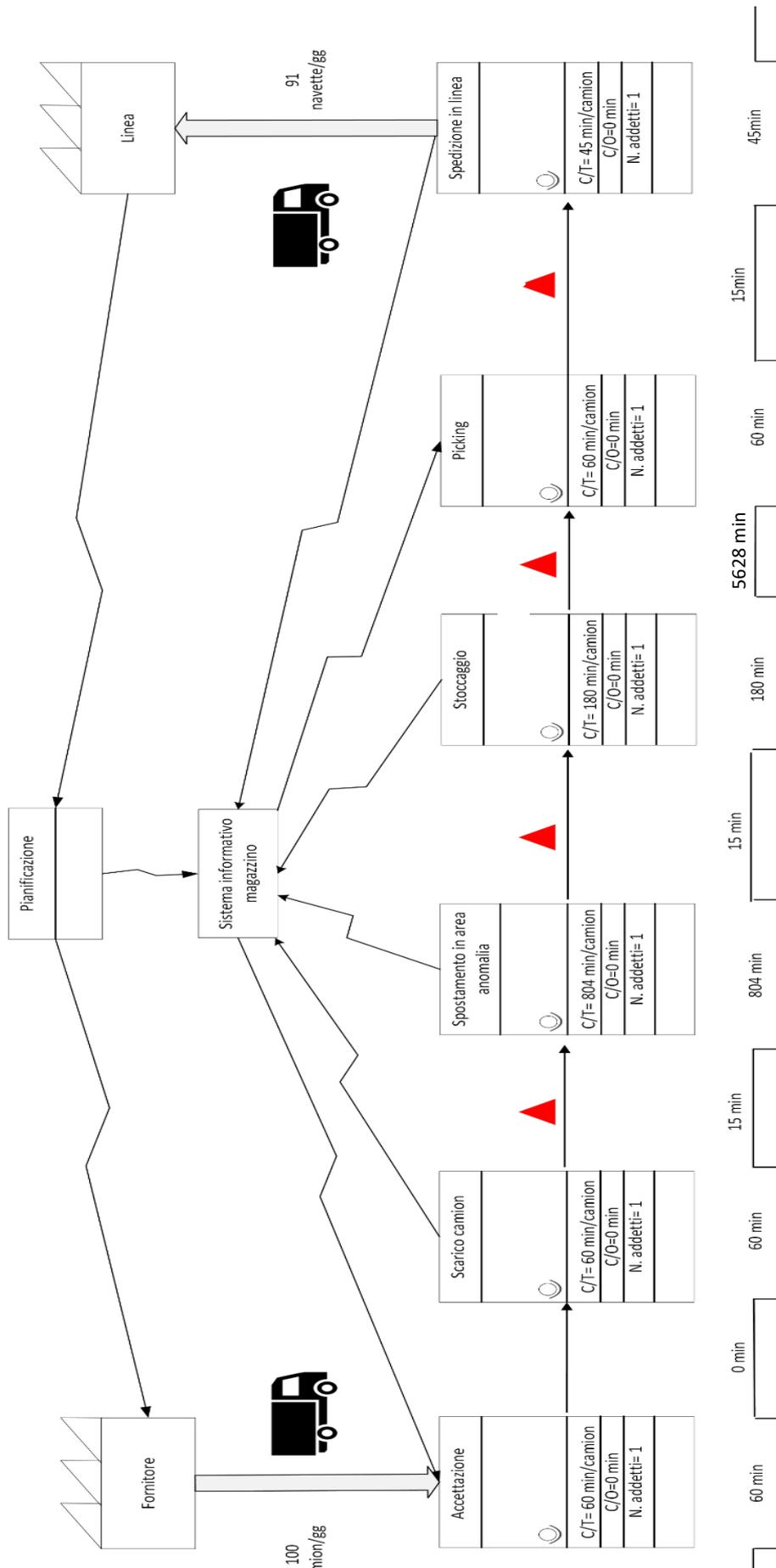


Figura 4.9 - Future State Map componenti spostati in anomalia

Nelle tabelle 4.9, 4.10, 4.11 vengono calcolati i tempi a valore aggiunto (Tv) , non valore aggiunto (Tn) e Lead Time totale (Tt) nei tre diversi casi (prodotti relativi al processo standard, prodotti urgenti, prodotti spostati in area anomalia) effettuando un confronto rispetto alla situazione precedente, prima di introdurre le modifiche.

	<b>Processo standard</b>	
	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>
<b>Tn</b>	75 min	30 min
<b>Tv</b>	465 min	405 min
<b>Tt</b>	540 min	435 min

Tabella 4.9 – Confronto tempi AS IS e TO BE dei prodotti relativi al processo standard

	<b>Processo prodotti urgenti</b>	
	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>
<b>Tn</b>	75 min	15 min
<b>Tv</b>	105 min	105 min
<b>Tt</b>	180 min	120 min

Tabella 4.10 – Confronto tempi AS IS e TO BE dei prodotti urgenti

	<b>Processo anomalie</b>	
	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>
<b>Tn</b>	120 min	45 min
<b>Tv</b>	1209 min	1209 min
<b>Tt</b>	1389 min	1254 min

Tabella 4.11 – Confronto tempi AS IS e TO BE dei prodotti spostati in anomalia

I vantaggi dell'introduzione di miglioramenti possono essere dedotti confrontando il tempo a valore aggiunto e il tempo a non valore aggiunto dei diversi tipi di processo della situazione attuale con la situazione futura. Tramite l'introduzione delle azioni migliorative sarebbe possibile ridurre i flussi incrociati, con una conseguente diminuzione dei tempi di stoccaggio nonché dei tempi di attesa tra scarico e stoccaggio.

## 4.7 Spaghetti Chart TO BE

Al fine di descrivere compiutamente la situazione futura, viene disegnato un ulteriore Spaghetti Chart (Figura 4.10) che rappresenta il flusso dopo la possibile applicazione dei miglioramenti suggeriti.

Le variazioni attuate sono:

- Spostamento dell'area di anomalie. A tale zona è stata sostituita un'area di scarico dei prodotti black storage in modo da smaltire il flusso dalle zone di scarico JIT/JIS, e diminuire la distanza percorsa per stoccare i componenti.
- Ingresso dedicato per l'ingresso dei trilaterali. Tale variazione ha permesso di ridurre il flusso in ingresso, tra le banchine di scarico e le aree dedicate. Inoltre il prelievo dei trilaterali avviene nella zona in cui parte lo stoccaggio.
- Flusso dei picker che raggiungono le banchine di carico separato, spostato nella zona di preserie
- Baia di scarico dedicata unicamente ai prodotti urgenti, al fine di alleggerire il flusso temporale di questi ultimi

	Distanza minima [m]	Distanza massima [m]
Scarico camion	36	144
Posizionamento in baia dedicata	30	60
Stoccaggio MTS	210	661
Stoccaggio JIT/JIS	168	301
Spostamento in anomalia	90	90
Spostamento urgenti	129	168
Spostamento Repacking	48	99
Picking Urus	120	481
Picking 74x	120	481
Picking Huracan	120	481
Navetta Urus	180	361
Navetta Huracan	180	361
Navetta 74x	180	361

Tabella 4.12 – Distanze minime e massime Spaghetti Chart TO BE

Lo spostamento dovuto al posizionamento in area dedicata è sceso in quanto il camion scarica dinanzi alla zona in cui sarà effettuato lo stoccaggio, salvo i casi in cui sia presente un'unica baia libera. Lo spostamento dovuto allo stoccaggio JIT/JIS è calato in quanto i prodotti black storage hanno un flusso apposito, essendogli stata dedicata un'area di scarico apposita.

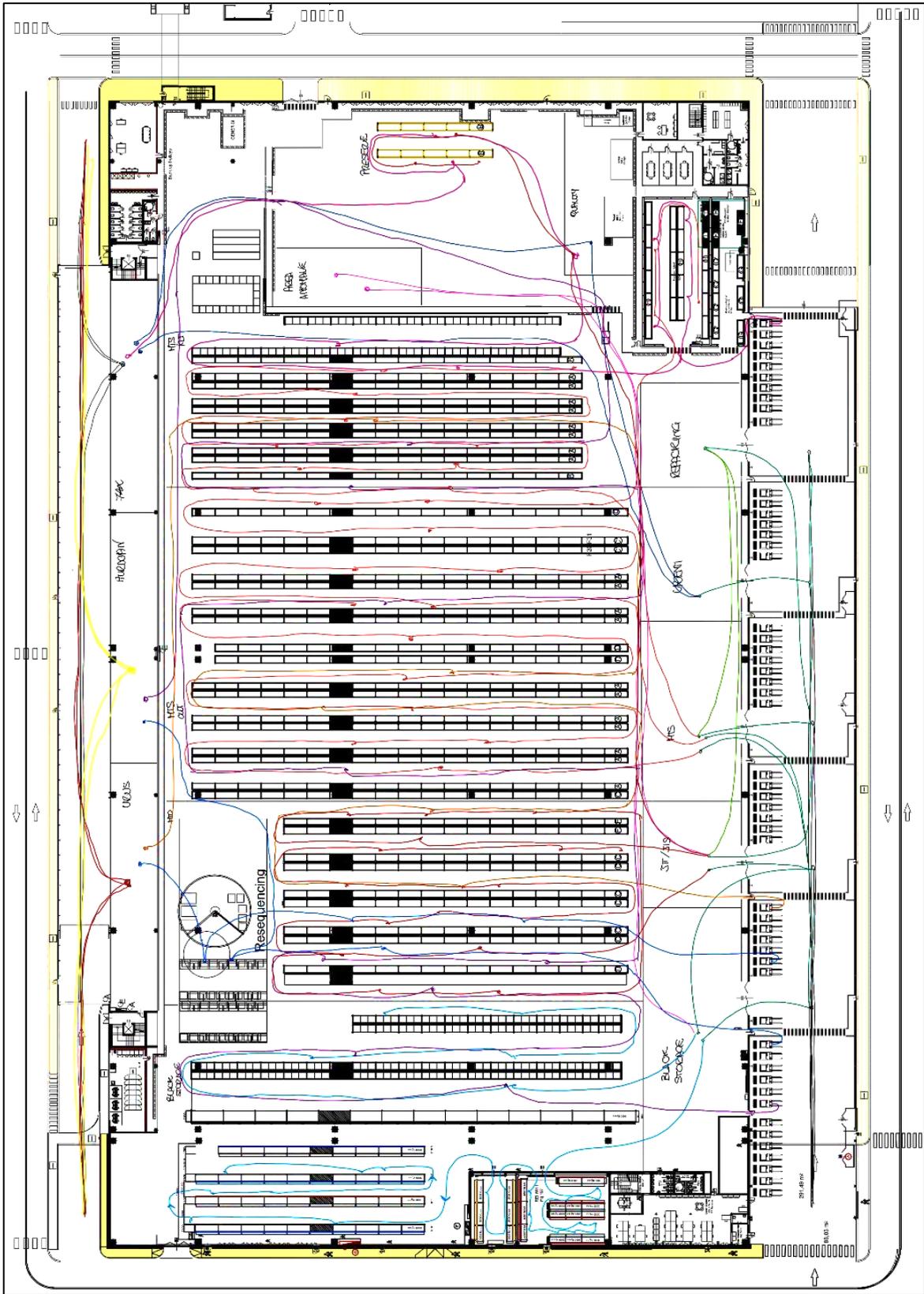


Figura 4.10 – Spaghetti Chart TO BE

Lo spostamento dovuto ai picking è calato in quanto i picker possiedono un accesso dedicato alle baie di carico, oltre alla modifica dell'ingresso dei trilaterali.

## 4.8 Quantificazione dei risparmi ottenuti

È possibile calcolare i risparmi ottenuti in termini percentuali nei diversi processi (standard, anomalie e urgenti). Si calcola in prima battuta la differenza tra il tempo attuale ( $T_a$ ) e il tempo che si otterrebbe tramite i miglioramenti introdotti (Tempo futuro  $T_f$ ):

$$\Delta T = T_a - T_f$$

Si noti che se il Delta è positivo il miglioramento attuato ha avuto degli effetti migliorativi, se invece il Delta è negativo il tempo futuro è aumentato quindi si ha un peggioramento del processo.

VSM processo standard				
	AS IS	TO BE	$\Delta T$	Percentuale
<b>T<sub>n</sub></b>	75	30	45	60,00%
<b>T<sub>v</sub></b>	465	405	60	12,90%
<b>T<sub>t</sub></b>	540	435	105	19,44%

Tabella 4.13 – Calcolo percentuale riduzione tempi processo standard

Successivamente, si calcola la percentuale rispetto al tempo attuale, al fine di valutare la variazione delle durate. Di seguito delle tabelle riassuntive:

VSM processo anomalie				
	AS IS	TO BE	$\Delta T$	Percentuale
<b>T<sub>n</sub></b>	120	45	75	62,50%
<b>T<sub>v</sub></b>	1209	1209	0	0,00%
<b>T<sub>t</sub></b>	1389	1254	135	9,72%

Tabella 4.14 – Calcolo percentuale riduzione tempi processo anomalie

VSM prodotti urgenti				
	AS IS	TO BE	$\Delta T$	Percentuale
<b>T<sub>n</sub></b>	75	15	60	80,00%
<b>T<sub>v</sub></b>	105	105	0	0,00%
<b>T<sub>t</sub></b>	180	120	60	33,33%

Tabella 4.15 – Calcolo percentuale riduzione tempi processo prodotti urgenti

È possibile notare che il maggior risparmio di tempo ottenibile sarebbe nel processo dei prodotti urgenti. Risulta inoltre necessaria una precisazione, già accennata nel paragrafo 4.5. Il processo “visibile”, dove per visibile si intende la parte del processo che non contempla lo scarico e l’accolteazione del camion alla linea di produzione con le azioni di ottimizzazione proposte, ha una durata pari a 30 minuti (il tempo previsto per uno Job Stopper) e non 120 minuti (tempo comprensivo dello scarico e dell’accolteazione), come risulta dall’analisi della VSM. Ciò è possibile tramite la schedulazione mirata delle attività (fase di pre-accolteazione e pre-scarico, che fa riferimento allo scarico dei camion effettuato prima che il componente venga richiesto) da svolgere prima dell’arrivo dei camion, rendendole così “invisibili” alla linea di produzione, essendo state già svolte precedentemente e non dopo l’arrivo dello stesso. Tenendo conto di tali considerazioni la percentuale calcolata in tabella 4.15 relativa al tempo totale dei prodotti urgenti aumenta fino all’83,3%.

# Capitolo 5

## Conclusioni

In questo ultimo capitolo si presentano le conclusioni del lavoro di tesi. Inizialmente verrà valutata l'applicabilità del framework di Lean Warehousing sviluppato da Mustafa, Cagliano e Rafele (2013), analizzato approfonditamente nel paragrafo 1.6.4, utilizzato per analizzare i processi logistici che avvengono all'interno del magazzino centrale di Automobili Lamborghini, al fine di individuare la versatilità di applicazione dello stesso. Successivamente verranno presentati i benefici portati all'azienda col presente lavoro di tesi e le limitazioni dello stesso. Il capitolo, infine, termina suggerendo i possibili spunti di ricerca circa il Lean Warehousing e cosa potrebbe fare l'azienda per continuare il lavoro avviato con questo elaborato.

### 5.1 Valutazione applicabilità del Framework

L'applicazione del Framework di Lean Warehousing si è rivelato efficace nell'individuazione delle criticità del processo logistico. L'implementazione di strumenti come la VSM, Spaghetti Chart, 5W e 5S si sono dimostrati particolarmente utili al fine di visualizzare in dettaglio il processo e tempi derivanti da esso. Nel Capitolo 4 è stata effettuata l'analisi dei flussi e del processo logistico del magazzino centrale tramite l'ausilio dei tool previsti dal Framework di Lean Warehousing utilizzato. Il primo passo del Framework è quello di realizzare la VSM del processo che avviene all'interno del magazzino. Nel magazzino in analisi sono presenti tre processi differenti, derivanti dalle tipologie di prodotti da spedire in linea di produzione. La VSM fa riferimento ad attività a valore aggiunto e a non valore aggiunto, che nel contesto di un magazzino sono difficilmente distinguibili. In particolare, ragionando in ottica Lean quasi ogni processo che avviene all'interno di un magazzino non apporta valore aggiunto al prodotto, in quanto non produce alcuna trasformazione alle sue caratteristiche; questo è il motivo per cui bisogna "adattare" tale ottica a quella di un magazzino. In un'ottica logistica sono presenti alcune movimentazioni che apportano valore aggiunto al processo, in particolare quelle che avvicinano il prodotto al cliente finale, nel momento giusto e senza alcun ritardo. È stato deciso, perciò, di tracciare come tempo a non valore aggiunto ogni tempo associato ad attività che non apportano alcuna movimentazione ai prodotti, all'interno del magazzino, in quanto queste avvicinano

il prodotto al cliente finale, permettendone la consegna giusta al momento giusto. Durante la stesura della VSM sono state individuate alcune criticità. Al fine di comprendere l'effettiva durata delle attività a non valore aggiunto è stato cronometrato il tempo in cui il materiale non veniva movimentato, ma nel caso dei prodotti stoccati è risultato necessario affidarsi ai dati contrattuali di stoccaggio vista l'impossibilità di settare un cronometro che tenesse traccia dei minuti effettivi di fermo in stock. Inoltre, erano presenti attività con tempo non modificabile come il tempo di risequenziazione e per tal motivo non sono stati inseriti nell'analisi. Per alcuni componenti (come i componenti di normaleria) sarebbe ottimale, in ottica Lean, effettuare una spedizione diretta nei supermarket di linea, evitando la fase dello stoccaggio nelle scaffalature del magazzino centrale, risparmiando in termini di movimentazioni e tempo a non valore aggiunto, nonché di spazio disponibile. È stato possibile osservare, che data la configurazione del magazzino risulta necessario depositare i pallet a terra tra una fase del processo e l'altra, tale attività sarebbe da ridurre a 0. Purtroppo, una riduzione di tale attività comporta necessariamente una riprogettazione del magazzino, in ottica Lean, che favorirebbe l'utilizzo di sistemi di movimentazione e di stoccaggio automatico. Il secondo step del Framework utilizzato è la stesura dello Spaghetti Chart. Le limitazioni operative in tale tipo di analisi nel magazzino oggetto dell'elaborato riguardano principalmente la difficoltà di ricostruzione dei flussi reali che avvengono all'interno di esso. Tale difficoltà poggia le sue basi sulla numerosità degli operatori operanti all'interno del magazzino, che difatti è anche una delle principali criticità riscontrate. Un elevato numero di risorse operanti all'interno del magazzino causa necessariamente una maggiore probabilità di congestioni all'interno di esso. La motivazione alla base di tale osservazione può essere, pertanto, tradotta in ottica Lean; la mancata automazione dei processi causa maggiore probabilità di errori nelle fasi di picking e minore efficienza nelle fasi di stoccaggio. L'ubicazione dei carrelli, il cui utilizzo è reso necessario dalla mancata adozione di sistemi di stoccaggio automatici, il flusso non regolato e il layout non ottimale, derivante dall'adozione di scaffalature tradizionali, sono la principale causa di inefficienza del magazzino. Pertanto, le criticità riscontrate corrispondono con le limitazioni del lavoro di analisi: un processo automatizzato è maggiormente efficiente, oggettivo e perciò più semplice da ricostruire e analizzare. Infine, la stesura della FSM e dello Spaghetti Chart TO BE sono basati su stime e portano con sé tutte le criticità sopra esposte. Il processo sarebbe maggiormente ottimizzabile, nel caso in cui fosse effettuata una ripianificazione del layout e dei sistemi utilizzati. In ogni caso, le analisi effettuate grazie alla stesura delle FSM e dello Spaghetti Chart TO BE permetterebbero delle importanti riduzioni in termini di tempo, e movimentazioni, traducendosi quindi in riduzioni in termini di costo e aumento di efficienza. L'applicazione degli altri strumenti (5W e 5S) non ha comportato alcuna difficoltà in quanto il loro chiaro e semplice approccio permette di implementarle in molti contesti.

## 5.2 Benefici del lavoro di tesi

L'applicazione del framework di Lean Warehousing al processo logistico di Automobili Lamborghini è risultata particolarmente efficace permettendo un risparmio dei tempi di processo e di conseguenza dei costi derivanti da essi, mettendo in evidenza le criticità che causano perdita di valore per il cliente finale. L'applicazione effettiva della proposta sviluppata in questo elaborato porterebbe ad un risparmio di 105 minuti per il processo standard, 150 minuti per il processo relativo ai prodotti urgenti e 135 minuti per il processo dei prodotti che vanno in area anomalia. Tuttavia, il lavoro è stato limitato ad una stima ex-ante dei benefici in termini di tempo, poiché l'applicazione delle azioni di miglioramento proposte non è stata attuata. Infatti, la principale limitazione del presente elaborato consiste nella mancata applicazione delle proposte a causa della fase di avviamento di una nuova vettura in atto nell'azienda.

## 5.3 Spunti per attività future

Come accennato nel paragrafo 5.1 la principale criticità riscontrata all'interno del magazzino centrale fa riferimento al layout non ottimale. Al fine di ottimizzare il layout in ottica completamente Lean bisognerebbe impostare un target di tempo e di movimentazione da raggiungere. Tale approccio prevederebbe, perciò:

1. La definizione di un valore di tempo target per ogni attività (es. picking, filling...)
2. La definizione di un valore di movimentazione target, in metri, per ogni attività
3. La stesura della VSM obiettivo basata sui tempi target definiti al punto 1, che preveda valori minimi di tempi di non valore aggiunto
4. La stesura di uno Spaghetti Chart obiettivo basata sui valori di movimentazioni target impostati al punto 2, che preveda flussi snelli e con minime aree di congestione
5. La progettazione di un layout che permetta di ottenere un processo identificabile con la VSM obiettivo e lo Spaghetti Chart obiettivo

Questo approccio favorirebbe l'utilizzo di sistemi di movimentazione e stoccaggio automatico (es. AGV e magazzino Shuttle), essendo degli strumenti programmabili e non dotati di discrezionalità, e che quindi adottano comportamenti quasi totalmente prevedibili (i comportamenti non prevedibili fanno riferimento unicamente alle anomalie tipiche della fase di progettazione, o ai guasti). Inoltre,

un approccio del genere potrebbe essere esteso anche all'ambito della produzione, nella fase di spedizione dei componenti in linea, come già avviene nella linea Urus. La limitazione principale di tale soluzione è l'importante fase di progettazione che ne deriva e la difficile applicabilità ad una linea di produzione già avviata. Si consiglia all'azienda di adottare sistemi di ausilio nelle fasi di picking e filling, che permettano all'operatore di identificare con facilità lo scaffale desiderato, con l'obiettivo di ridurre ulteriormente i tempi di tali attività. Sarebbe ottimale implementare le azioni di miglioramento proposte e di proseguire il lavoro di applicazione delle tecniche Lean non solo al magazzino, ma anche ai processi di approvvigionamento e di gestione dell'ordine effettuati dall'amministrazione, al fine di rendere più "snella" l'intera supply chain.

# Bibliografia

- [1] *Di Santo V. (2017/2018), "VIAGGIO NELLA CLASSE OPERAIA AL TEMPO DI INDUSTRY 4.0", Tesi di dottorato, Università Statale di Milano, Milano.*
- [2] *Audisio A. (2017/2018), "Continuous Improvement in OLSA SpA", Tesi, Politecnico di Torino, Torino.*
- [3] *Ledbetter P., (2018), "The Toyota Template The Plan for Just-In-Time and Culture Change Beyond Lean Tools", Productivity Press, New York, United States.*
- [4] *Bicheno J., Staudacher A. P., (2009) "Metodologie e Tecniche per la Lean", Pitagora, Bologna.*
- [11] *Lucca E. (2017/2018), "Applicazione di un framework per la gestione Lean di un magazzino: il caso Gruppo Poli", Tesi, Politecnico di Torino, Torino.*
- [13] *Ling L., (2007), "Supply Chain Management: Concepts, Techniques and Practices Enhancing the Value Through Collaboration", World Scientific Publishing Company, Singapore.*
- [15] *Locher D., (2008), "Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide for Streamlining Time to Market", Productivity Press, New York, United States.*
- [17] *Di Giovanni G., (2006), "Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi", Hoepli, Milano.*
- [18] *Mustafa, M.S. (2015). "A Theoretical Model of Lean warehousing", Tesi di Dottorato, Politecnico di Torino, Torino.*
- [24] *De Marco M., (2001), "I sistemi informativi aziendali. Temi di attualità", Franco Angeli, Milano.*
- [25] *Slide e appunti del Corso "Supply Chain Management" 2021/2022, Antonio Carlin, Politecnico di Torino, Torino.*

- [27] *Frazelle, E. (2002) World-Class Warehousing and Material Handling. McGraw-Hill, New York.*
- [31] *Monte A, (2003), "Elementi di impianti industriali I", Cortina, Torino.*
- [45] *Giovanni Mirabelli, 2019, Appunti di "Impianti Industriali", Università della Calabria, Cosenza.*
- [46] *Garcia, F. C. (2004), "Applying lean concepts in a warehouse operation", Proceedings of the IIE Annual Conference and Exhibition 2004, pp. 2819–2859.*
- [47] *Gergova, I. (2010), "Warehouse improvement with Lean 5S - A case study of Ulstein Verft AS", Tesi di Master, Molde University Colledge, Molde, Norvegia.*
- [48] *Bozer, Y. A. (2012), "Developing and Adapting Lean Tools/Techniques to Build NewCurriculum/Training Program in Warehousing and Logistics", Report University of Michigan, Department of Industrial and Operations Engineering.*
- [49] *Sobanski, E.B. (2009), "Assessing Lean Warehousing: Development and Validation of a Lean Assessment Tool", Tesi di Dottorato, Oklahoma State University, USA.*
- [55] *Cagliano A.C., Grimaldi S. e Schenone M. (2018), "Proposing a new framework for lean warehousing: first experimental validations", Proceedings of the XXII Summer School "Francesco Turco", Industrial Systems Engineering.*
- [57] *Ciancio M. P., (2021/2022), "Il settore dell'automotive tra passato, presente e futuro: Adler e le componentistiche ecosostenibili.", Tesi, Luiss, Roma.*
- [65] *Modello Organizzativo 231/01 aggiornato con delibera del Consiglio di Amministrazione del 12 marzo 2019.*

# Sitografia

[7] <https://www.makeitlean.it/blog/il-potere-delle-3m>

[12] <https://www.opta.it/operations-management/lean-production/principi-lean-production>

[14] <https://www.kaufmanglobal.com/glossary/value-stream-mapping/>

[16] <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/spaghetti-chart.html>

[20] <https://www.reconsultsrl.it/metodo-5w1h-metodo-kipling/>

[21] <https://www.mainsim.com/blog/5s/>

[23]

<https://www.datalog.it/gestionemagazzino/#:~:text=Il%20magazzino%20%C3%A8%20la%20struttura,quantit%C3%A0%20giacente%20di%20ciascun%20articolo.>

[26]

[https://www.logisticamanagement.it/it/articles/20181217/il\\_nuovo\\_magazzino\\_automatizzato\\_filini](https://www.logisticamanagement.it/it/articles/20181217/il_nuovo_magazzino_automatizzato_filini)

[28] <https://www.mecalux.it/manuale-logistica-magazzino/picking>

[30] <https://www.transpalletitalia.com/transpallet-manuali/53-transpallet-manuale-2500-kg.html>

[32] [https://www.topregal.com/it/attrezzature-di-sollevamento-transpallet/221921.html?gmc=1&gclid=CjwKCAiA2rOeBhAsEiwA2P17Qz3XcFC0Kx36q-](https://www.topregal.com/it/attrezzature-di-sollevamento-transpallet/221921.html?gmc=1&gclid=CjwKCAiA2rOeBhAsEiwA2P17Qz3XcFC0Kx36q-hJSI3k6RKnlLfcVqFPfObUE8Mcia5CEzWcMLzQ_RoCAaYQAvD_BwE)

[hJSI3k6RKnlLfcVqFPfObUE8Mcia5CEzWcMLzQ\\_RoCAaYQAvD\\_BwE](https://www.topregal.com/it/attrezzature-di-sollevamento-transpallet/221921.html?gmc=1&gclid=CjwKCAiA2rOeBhAsEiwA2P17Qz3XcFC0Kx36q-hJSI3k6RKnlLfcVqFPfObUE8Mcia5CEzWcMLzQ_RoCAaYQAvD_BwE)

[34] <https://www.toyotaforklift.com/blog/how-low-level-order-pickers-help-increase-warehouse-efficiency>

[37] <https://www.orzicarrellielevatori.com/listings/muletto-linde-h30d-evo/>

- [38] <https://toyota-forklifts.it/i-nostri-carrelli/carrelli-per-corsie-strette-vna/posto-guida-a-terra/bt-vector-125t-trilaterale/>
- [40] <https://www.jungheinrich.ch/it/prodotti/carrelli-elevatori/carrelli-trilaterali>
- [42] <https://www.logisticamente.it/Articoli/12570/lascesa-degli-agv-nella-movimentazione-automatizzata-dei-materiali-qual-e-il-ruolo-delle-batterie/>
- [44] <http://people.brunel.ac.uk/~mastjbj/jeb/or/jit.html>
- [58] <https://sites.google.com/site/storiaindustriaauto/evoluzione-dell-industria-automobilistica-nella-societa-e-nell-economia>
- [59] <https://www.lamborghini.com/sites/it-en/files/DAM/lamborghini/company/pdf/2019/Modello%20Organizzativo%20231-01%20Automobili%20Lamborghini%20SpA%20-.pdf>
- [60] <https://kidston.com/motorcars/2616-1964-Lamborghini-350-GT/>
- [61] <https://auto.everyeye.it/notizie/lamborghini-countach-evoluzione-prototipo-raro-tutti-530162.html>
- [62] <https://www.lautomobile.aci.it/articoli/2021/01/05/tutti-i-volti-della-lamborghini-diablo.html>
- [63] <https://www.autoscout24.it/auto/lamborghini/lamborghini-gallardo/>
- [64] <https://notizie.tiscali.it/economia/articoli/energia-strategia-green-lamborghini-superare-crisi/?chn>
- [66] <https://motori.ilgiornale.it/lamborghini-per-il-nono-anno-di-fila-e-top-employer-italia/>
- [67] <https://www.iconwheels.it/novita/news/lamborghini-sostenibilita-ambientale>
- [68] <https://www.lamborghini.com/it-en/modelli/aventador>

[69] <https://motori.money.it/lamborghini-aventador>

[70] <https://www.autoscout24.it/auto/lamborghini/lamborghini-huracan/>

[71] <https://www.motori.it/anteprime/1863478/lamborghini-urus-graphite-capsule-nuovi-colori-per-il-suv-del-toro.html>

[72] <https://www.4x4magazin.hu/suv/megmutatjuk-ime-az-urus-650-loeros-femszive>

[73] <https://www.archilinea.it/project/automobili-lamborghini-warehouse/>