



# **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

---

**Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali**

**Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale**

*Tesi di Laurea*

## **REVISIONE DEL LAYOUT AREA CAMBI E RIDUTTORI IN AGCO S.P.A.**

**Relatore**

*Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo*

**Laureando**

*Nicola Meneghetti*

---

**Anno Accademico 2017-2018**



# *Ringraziamenti*

Ringrazio AGCO SpA che mi ha dato la possibilità di fare lo stage, seguire un progetto per la mia tesi di laurea e collaborare con persone preparate e con esperienza, desidero ringraziare soprattutto Andrea Sperotto, Enrico Todesco, Claudio Fioravanzo ed il consulente aziendale Stefano Lecchi per i loro insegnamenti ed i loro consigli, i quali mi sono stati d'aiuto durante il mio periodo di stage in azienda.

Ringrazio il professore Roberto Panizzolo, che mi ha seguito nella realizzazione della tesi dimostrandosi sempre disponibile e gentile.

Ringrazio calorosamente i miei genitori Tiziana e Sergio e mio fratello Matteo per il loro supporto e la pazienza che hanno dimostrato in questi miei anni di studio, aiutandomi a raggiungere questo traguardo.

Desidero inoltre ringraziare un mio amico Fabio che mi ha aiutato con la sistemazione di alcune parti della tesi.

Un ringraziamento speciale va alla mia Giada che in questi anni mi ha sempre sostenuto ed incoraggiato, anche nei momenti più difficili.



# *Sommario*

L' oggetto di questa tesi è la revisione del layout di alcune aree di preassemblaggio dello stabilimento produttivo dell'azienda manifatturiera AGCO SPA, leader nella produzione di mietitrebbie.

Lo studio qui esposto kaizen relay layout area cambi e riduttori fa parte di un progetto di più ampio respiro, il quale fa parte del macro-progetto aziendale di revisione del layout per avere un flusso di materiale più razionale e snello all'interno dello stabilimento, che mira ad estendere i concetti propri della Lean Production a diverse aree aziendali.

Tutto ciò comporta lo spostamento di risorse, di macchinari e di materiali, e la lean production è la base fondamentale per attuare tutti questi cambiamenti.

Lo studio si compone di tre fasi principali: la prima riguarda l'analisi della situazione attuale andando analizzare i prodotti, il layout con le sue varie strutture, impianti ecc. e il rilievo dei tempi e dei problemi per l'assemblaggio dei due prodotti finiti, la seconda parte riguarda l'analisi dei materiali, con particolare attenzione nell'applicazione del PFEP (Plan For Every Part); la terza parte, detta di re-layout, alla luce dei risultati derivanti dai due punti precedenti, espone i risultati ottenuti in sede di riprogettazione delle aree produttive mostrando le implementazioni attuate ed espone gli esiti finali dell'attività di bilanciamento. In particolare, il Plan For Every Part mira ad aumentare l'efficienza degli operatori indiretti attraverso una migliore gestione dei materiali, mentre Relay layout e Balancing puntano ad un aumento di produttività.



# Indice

## Introduzione

Introduzione .....	1
--------------------	---

## Capitolo 1 - Lean Production

1.1 Introduzione alla Filosofia Lean .....	3
1.2 Il Modello Produttivo Fordista .....	3
1.3 Lean Thinking e i Suoi Principi Fondamentali .....	5
1.3.1 Value .....	9
1.3.2 Stream .....	9
1.3.3 Flow .....	10
1.3.4 Pull .....	10
1.3.5 Perfection .....	11
1.4 Muda .....	11
1.4.1 Difetti .....	12
1.4.2 Sovraproduzione .....	12
1.4.3 Trasporti .....	13
1.4.4 Movimenti .....	14
1.4.5 Attese .....	14
1.4.6 Troppe Scorte .....	15
1.4.7 Processi Complicati .....	15
1.5 Muri e Mura .....	16

## Capitolo 2 - Implementazione della Lean Production

2.1 Introduzione alla Filosofia Lean .....	19
2.2 Metodologie della Lean Production .....	19
2.2.1 Value Stream Mapping .....	19
2.2.2 Just In Time .....	21
2.2.3 Plan-Do-Check-Act .....	22

2.2.4 Define-MeasureAnalyze-Improve-Control .....	23
2.2.5 Cellular Manufacturing .....	25
2.2.6 Le 5S.....	26
2.2.7 Total Productive Maintenance .....	27
2.2.8 Single Minute Exchange of Die .....	29
<b>2.3 Tecniche della Lean.....</b>	<b>31</b>
2.3.1 Heijunka .....	31
2.3.2 Spaghetti Chart .....	32
2.3.3 Jidoka .....	33
2.3.4 Poka Yoke .....	35
<b>2.4 Strumenti della Lean .....</b>	<b>36</b>
2.4.1 Kanban .....	36
2.4.2 Metodo A3 .....	37
2.4.3 Plan For Every Part .....	39
<b>2.5 Indicatori della Lean Production.....</b>	<b>40</b>
2.5.1 Overall Equipment Effectiveness.....	40
2.5.2 Takt Time .....	41

## Capitolo 3 - Il Gruppo AGCO

3.1 Profilo Societario .....	45
3.2 Laverda S.p.A. ....	47
3.3 La Produzione AGCO .....	50
3.3.1 Mietitrebbie .....	50
3.3.2 Piattaforme di Taglio.....	57
3.4 Mission Aziendale .....	57

## Capitolo 4 - Caso Studio: Cambi e Riduttori

4.1 Introduzione al Re-layout a Cambi e Riduttori .....	59
4.1.1 Introduzione Cambi e Riduttori.....	60
4.1.2 Introduzione al Progetto di Revisione Totale Layout di Stabilimento.....	62
4.1.3 Obiettivi e Strumenti di Monitoraggio del Progetto.....	63
4.1.4 Meeting di Avanzamento Lavori .....	65
4.2 Analisi e Studio del Processo Produttivo.....	66
4.2.1 Raccolta Dati Preliminare .....	67
4.2.2 Analisi Modelli di Prodotto da Analizzare.....	67
4.2.3 Il Layout Cambi e Riduttori .....	70

4.2.4 <i>Analisi del Ciclo di Lavoro</i> .....	76
4.2.4.1 <i>Riduttori</i> .....	79
4.2.4.2 <i>Cambi</i> .....	84
<b>4.3 <i>Problematiche Rilevate</i></b> .....	<b>87</b>

## Capitolo 5 - Material Supply

<b>5.1 <i>Supply Policies</i></b> .....	<b>91</b>
<b>5.2 <i>Plan for Every Part (PFED)</i></b> .....	<b>92</b>
5.2.1 <i>Standard Work</i> .....	92
5.2.2 <i>Raccolta Dati</i> .....	93
5.2.3 <i>Analisi dei Dati</i> .....	97
<b>5.3 <i>Definire la Tipologia di Gestione</i></b> .....	<b>101</b>
5.3.1 <i>Dimensionamento Stocking Points</i> .....	104
5.3.2 <i>Definizione dei Kit</i> .....	106
5.3.2.1 <i>Lean Kitting</i> .....	106
5.3.2.2 <i>Progettazione dei Kit</i> .....	106
<b>5.4 <i>Risultati</i></b> .....	<b>108</b>
5.4.1 <i>Mappatura Racks in Area</i> .....	109

## Capitolo 6 - Implementazione Nuovo Layout

<b>6.1 <i>Introduzione al Re-Layout</i></b> .....	<b>111</b>
6.1.1 <i>Le 5S in Laverda</i> .....	111
6.1.1.1 <i>5S nell'area Cambi e Riduttore</i> .....	111
6.1.2 <i>Definizione Area per il Nuovo Layout</i> .....	112
6.1.3 <i>Il Nuovo Layout</i> .....	114
6.1.3.1 <i>Vincoli Realizzativi</i> .....	114
6.1.3.2 <i>Principio di Posizionamento di Stocking Point e Kit</i> .....	114
<b>6.2 <i>Descrizione Layout</i></b> .....	<b>116</b>
6.2.1 <i>Layout Cambi</i> .....	116
6.2.1.1 <i>Area Assemblaggio Cambio</i> .....	116
6.2.1.2 <i>Area Preparazione Premontaggi e Area Test</i> .....	123
6.2.1.3 <i>Risultati Implementazioni Area Cambi</i> .....	124
6.2.2 <i>Layout Riduttori</i> .....	125
6.2.2.1 <i>Area di Premontaggio</i> .....	126
6.2.2.2 <i>Area di Assemblaggio</i> .....	128
6.2.2.3 <i>Risultati Implementazioni Layout Riduttori</i> .....	130

<b>6.3 Implementazione</b> .....	131
<b>6.4 Standard Work</b> .....	134
<b>6.5 Analisi Ciclo di Lavoro e Bilanciamento</b> .....	135
6.5.1 <i>Analisi Ciclo di Lavoro Riduttori e Cambi</i> .....	135
6.5.2 <i>Analisi Ciclo di Lavoro Cambi</i> .....	138
6.5.3 <i>Bilanciamento nel Caso in Esame</i> .....	139
<b>6.6 Risultati</b> .....	143
6.6.1 <i>Risparmi Ottenuti</i> .....	143
6.6.2 <i>Bilancio Manodopera</i> .....	144
6.6.3 <i>Saving M2</i> .....	145
6.6.4 <i>Valutazione Economica</i> .....	146
6.6.5 <i>Introduzione Concetti APS</i> .....	146
6.6.5.1 <i>5S + 1</i> .....	147
6.6.5.2 <i>LDMS</i> .....	147
6.6.5.3 <i>Sigma</i> .....	147
6.6.5.4 <i>Inventory</i> .....	148
<b>6.7 Conclusioni</b> .....	149
 <b>Riferimenti</b> .....	 151
 <b>Bibliografia</b> .....	 155





# Introduzione

Le imprese negli ultimi anni si trovano ad affrontare una pressione competitiva non solo più spietata, ma diversa, capace di mandare in crisi il modello stesso di impresa tradizionale. Questa pressione competitiva “diversa” è giustificata da vari fattori quali l’abbattimento delle barriere geografiche e la diffusione di internet che comportano da una parte l’aumento del numero delle aziende concorrenti, dall’altra una maggior possibilità di ricerca e confronto e quindi un maggior potere contrattuale dei consumatori. Un altro fattore determinante è una rapidissima innovazione che costringe le imprese a rivedere continuamente il prodotto. Venendo al caso dell’azienda in cui si è svolto lo stage che viene descritto in questo elaborato si notano in maniera evidente come le caratteristiche del mercato appena descritte rispecchiano bene quelle del mercato delle mietitrebbie in cui opera la multinazionale AGCO. Due sono le caratteristiche peculiari di questo particolare mercato che devono essere aggiunte alle precedenti ovvero volumi molto ridotti e un livello di personalizzazione del prodotto molto alto. Ecco che l’azienda ha necessità di reinventarsi continuamente nella sua organizzazione e nei suoi metodi.

Lo stabilimento di Breganze in particolare ha sperimentato una forte spinta innovativa dopo l’acquisto nel 2011 da parte di AGCO Spa di Laverda Spa, il precedente proprietario; tramite l’applicazione dei principi della Lean Production, ha creato le premesse per un salto di qualità nella posizione competitiva dell’azienda applicando una filosofia di contenimento dei costi e degli sprechi.

Nell’ottica appena descritta in questo periodo è in corso una totale riorganizzazione dello stabilimento produttivo che ha il fine di migliorare il sistema di gestione dei materiali, un miglior sfruttamento degli spazi occupati e una migliore gestione dei magazzini questo comporta lo spostamento di risorse, macchinari e strutture.

Le principali ragioni che fanno emergere l’esigenza di un cambiamento derivano da due fattori fondamentali quali l’inefficienza del flusso del materiale e la futura crescita dei volumi produttivi richiesti da AGCO.

Da questo macro-progetto scaturiscono numerosi progetti che si occupano in particolare di ognuna delle aree coinvolte nella riorganizzazione generale. Il progetto descritto nelle prossime pagine appartiene a questi progetti e mira all’ottimizzazione dell’area; “*non voglio spostare inefficienze*” questo l’imperativo di un responsabile di APS (AGCO Production System) l’ufficio che segue l’implementazione della Lean Production in azienda.

Il presente elaborato vuole quindi presentare il progetto di revisione di layout in tutte le sue fasi, analitiche e operative, durante il percorso di stage in azienda.

L’obiettivo dell’elaborato oltre alla descrizione delle attività e delle analisi effettuate, sarà quello di dimostrare il miglioramento raggiunto nell’area di studio.

La trattazione è stata divisa in due parti: la prima parte, composta dai primi tre capitoli, si pone l’obiettivo di introdurre ai lettori le nozioni teoriche utili per la comprensione del testo e alla

realità aziendale; la seconda parte invece, composta da altri tre capitoli, tratta nel dettaglio il caso studio.

I primi due capitoli espongono i principi e strumenti relativi alla Lean e alle tematiche legate al progetto, in modo da spiegare a livello teorico tutti gli argomenti trattati.

Il terzo capitolo presenta L'azienda AGCO SpA attraverso informazioni riguardanti il mercato in cui l'azienda si inserisce, la storia, lo stabilimento e i prodotti, per avere una panoramica della realtà aziendale oggetto di studio.

Nel quarto capitolo si introduce il progetto, fornendo nozioni preliminari sul caso e andando ad analizzare il layout e il processo produttivo attuale individuando le inefficienze, in questo capitolo verranno implementati metodi di osservazione e analisi;

Nel quinto capitolo trova spazio tutta l'analisi per la gestione dei materiali, focalizzandoci sullo studio PFEP;

Nel sesto definizione del nuovo layout spiegandone le implementazioni attuate, si andrà ad analizzare il nuovo sistema produttivo per definire il bilanciamento delle fasi di lavoro e i risultati ottenuti si andranno a confrontare con gli indicatori rilevati nei capitoli precedenti, infine presentate alcune riflessioni su quanto emerso in fase di elaborazione del lavoro.

Per quanto riguarda la metodologia di lavoro seguita a partire dall'esperienza di stage è stata fatta la ricerca della letteratura riguardante le tematiche del progetto in modo da applicare in modo corretto i vari strumenti utilizzati durante le analisi.

# Capitolo 1

## Lean Production

### 1.1 Introduzione alla Filosofia Lean

Il termine “*Lean Production*” viene introdotto per la prima volta nel libro “*The Machine that Changed the World*”, scritto dagli studiosi James P. Womack e Daniel T. Jones nel 1990.

All’interno di questo libro vengono descritti gli studi compiuti dai due riguardo le performance dei sistemi produttivi di numerose aziende leader nella costruzione di automobili<sup>1</sup>.

Nel confrontare le diverse aziende venne osservato che l’efficienza produttiva della Toyota era nettamente superiore rispetto a quelle delle altre concorrenti e ciò era dovuto al particolare sistema produttivo da loro adottato, molto più snello, o come lo definirono loro “*lean*”, rispetto a quello fordista tradizionalmente adottato dalle altre industrie.

Tale sistema, caratterizzato da un uso più attento delle risorse disponibili e l’eliminazione degli sprechi, ha portato la Toyota dall’essere una piccola fabbrica nel martoriato Giappone del secondo dopoguerra al divenire la più importante azienda nella costruzione di autoveicoli.

### 1.2 Il Modello Produttivo Fordista

Lo scenario industriale all’inizio del XX secolo era caratterizzato da un sistema produttivo di stampo molto simile a quello

artigianale in cui la realizzazione di un prodotto veniva affidata a piccoli gruppi di persone, i quali seguivano la costruzione dall’inizio sino alla fine (fig. 1.1). Questo metodo produceva, però, notevoli sprechi di tempo, essenzialmente dovuti all’estrema varietà di lavoro necessario per ottenere il prodotto finale, e influiva in maniera estremamente negativa sul volume prodotto.

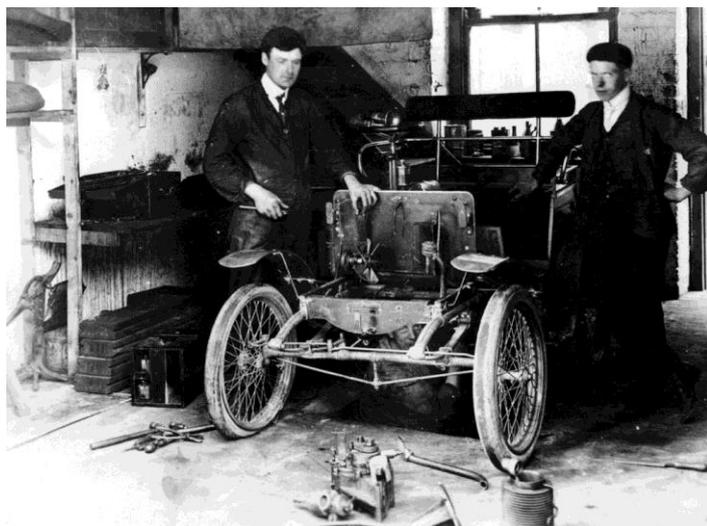


Figura 1.1 - Costruzione Artigianale (Timetoast, 2007)

---

<sup>1</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/Produzione\\_snella](https://it.wikipedia.org/wiki/Produzione_snella)

Questi due fattori contribuivano a mantenere il costo dei prodotti molto elevati, limitando la platea dei potenziali acquirenti solamente agli appartenenti ai ceti più benestanti e quindi, vista la loro estrema esiguità, privando le attività industriali della volontà di espandersi visto i limitati profitti.

La svolta si ebbe nel 1913 quando Henry Ford, presidente dell'omonima azienda automobilistica, introdusse nelle proprie aziende la catena di montaggio e il nastro trasportatore (fig. 1.2).

Lo scopo era quello di suddividere la produzione in numerose attività elementari da affidare a specifiche stazioni, dove alcuni operai avrebbero svolto solo il lavoro cui erano chiamati. La frammentazione del processo di costruzione, grazie al fatto che i lavoratori dovevano svolgere solo movimenti ripetitivi e meccanici, permise una notevole riduzione dei tempi costruttivi e quindi un aumento del volume di produzione, infatti, per il primo modello di automobile realizzato con questo metodo, il famoso modello T, si passò dalle 12.5 ore inizialmente necessarie a 93 minuti.

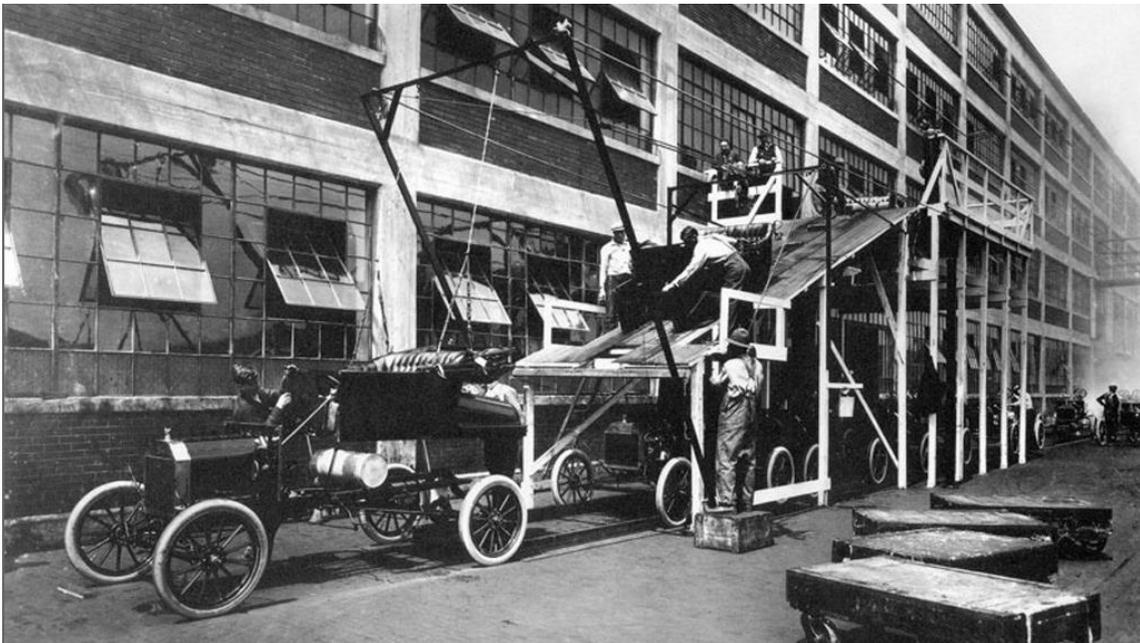


Figura 1.2 - Catena di Montaggio Ford nel 1913 (Wikipedia, 2006)

I benefici che derivarono, in termini di abbattimento dei tempi di produzione e di risparmio economico grazie alle economie di scala, furono tali da spingere gran parte delle compagnie industriali del periodo ad adottare questo metodo, creando un nuovo metodo di concepire la produzione di massa, chiamato per l'appunto fordismo.

Il modello prendeva spunto dalle teorie proposte qualche anno prima da Frederick Taylor sull'organizzazione scientifica del lavoro, raggiungibile, secondo l'autore, attraverso la razionalizzazione del ciclo produttivo sulla base di criteri di ottimo economici ovvero attraverso l'assegnazione di tempi standard di esecuzione, e dalla spinta all'automazione in modo da garantire una maggior efficienza.

Tale sistema prevedeva quattro elementi chiave<sup>2</sup>:

---

<sup>2</sup> <https://it.wikipedia.org/wiki/Fordismo>

- suddivisione dei compiti in base alle qualifiche: gli operai non specializzati venivano impiegati per eseguire le operazioni più semplici e ripetitive mentre il personale più qualificato era incaricato della ricerca, del design, della finanza, del marketing, ecc...
- standardizzazione della produzione: la produzione di elementi senza possibilità di varianti permetteva una più rapida costruzione; inizialmente il modello T era disponibile in diversi colori, tuttavia con l'adozione della linea si decise di impiegare solo il color nero opaco, celebre è in tal senso la frase di Ford "*Any customer can have a car painted any colour that he wants so long as it is black*" ("Ogni cliente può avere un'auto del colore che vuole, purché sia nera").
- disposizione funzionale delle macchine: queste non sono più dislocate tutte nella stessa, ma secondo uno schema che rispecchia il corretto ordine di sequenze necessarie alla fabbricazione del prodotto.
- utilizzo del nastro trasportatore: le varie parti della catena di montaggio sono collegate tra loro in modo da facilitare un veloce ed efficiente svolgimento dei compiti.
- innalzamento dello stipendio: tale provvedimento aveva lo scopo di consentire agli operai di acquistare ciò che producevano, inoltre sfavoriva l'assenteismo e gli avvicendamenti di personale.

Tutto questo portò a un crollo dei prezzi e a un notevole incremento nelle vendite: il costo del modello T era metà rispetto a quello delle concorrenti e per questo divenne molto diffusa tra la classe operaia, si pensi, infatti, che in due anni più del 50% dei veicoli in circolazione era un modello T.

### **1.3 Lean Thinking e i Suoi Principi Fondamentali**

La filosofia del "*lean thinking*" viene riconosciuta solo all'inizio degli anni '90, tuttavia questa era già presente da quasi 50 anni in Giappone, o meglio in Toyota, attraverso il cosiddetto "*Toyota Production System*", noto maggiormente con la sigla "*TPS*".

Al termine della 2<sup>a</sup> Guerra Mondiale il Giappone riversava in una situazione assai disastrosa, caratterizzata dal povertà e grave recessione economica: uscito sconfitto e stremato dal conflitto si ritrovava privo di un tessuto economico-industriale funzionale visto che la maggior parte delle proprie aziende erano o state distrutte oppure erano inutili dato che erano state riconvertite a uso militare, le poche industrie produttive si trovavano in condizioni di arretratezza tecnologica, inoltre permaneva una grave e cronica mancanza di risorse (fig. 1.3).



Figura 1.3 - Distretto Industriale di Tokyo nel Marzo 1945 (The Telegraph, 2015)

Toyota, nata inizialmente come società per la produzione di telai in legno per poi approdare alla fabbricazione di automobili, durante la guerra era stata impegnata a produrre autocarri per l'esercito nella maniera più economica possibile.

Agli inizi degli anni '40 la fabbrica era nella condizione appena descritta, le piccole dimensioni, il ritardo tecnologico rispetto alle aziende estere e la piccola quota di mercato che deteneva rendevano impossibile l'adozione dei criteri tayloristi-fordisti di produzione e quindi l'adozione di un'economia di scala maggiore, oltre che l'essere competitivi su un mercato dominato dalle multinazionali americane.

Fu in questa situazione che il giovane direttore Taiichi Ōhno (fig. 1.4) decise di adottare una nuova strategia produttiva: resosi conto che la sovrapproduzione recava danno all'azienda vista la carenza di risorse, decise che lo *scheduling* di lavoro non sarebbe più stato dettato sulla base di un *target* di produzione, ma invece sulle vendite effettive, seguendo perciò un atteggiamento *pull* rispetto al *push*, tipico del fordismo<sup>3</sup>.

Grazie a questo nuovo allestimento produttivo si ebbe una rivalutazione del ruolo del operaio, non più mero esecutore di ordini, ma figura attiva all'interno dell'azienda in grado di intervenire sulla produzione stessa e modificarne l'andamento: la riorganizzazione del lavoro in celle di produzione, piccoli gruppi di operai che cooperavano



nell'assemblamento e nel controllo del prodotto, permise una maggiore autonomia dei

Figura 1.4 - Taiichi Ōhno (ToolsHero, 2017)

<sup>3</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Production\\_System](https://it.wikipedia.org/wiki/Toyota_Production_System)

lavoratori, concedendo loro la possibilità di interrompere la produzione ogni qual volta si presentasse un'anomalia e di correggerla.

La fiducia tra impresa e dipendenti, qualunque sia il loro livello, e la nuova strategia produttiva permisero un notevole incremento della produttività aziendale permettendo a Toyota di essere oggi il leader mondiale delle automobili.

Per questo motivo la logica Toyota, la *Toyota's Way*, è vista da molti come il nuovo modello di sviluppo industriale e perciò copiata.

Il concetto che sta alla base del *TPS* e del successivo *lean thinking* viene dalla volontà di fare sempre più con meno, cercando al contempo di avvicinarsi a ciò che vogliono gli acquirenti. Ovviamente, per poter raggiungere tale obiettivo, è necessario che il sistema funzioni in maniera perfetta in ogni sua parte, pertanto si intuisce come lo scopo principale di questa politica produttiva sia la lotta agli sprechi, qualunque essi siano.

Questi concetti fondamentali del *Toyota Production System* possono quindi essere riassunti nei seguenti punti (fig. 1.5)<sup>4</sup>:

- **Lotta agli Sprechi:** tutte le attività che impegnano risorse ed energie senza però aggiungere valore non sono altro che sprechi, pertanto riconoscerle ed eliminarle è essenziale per il benessere dell'azienda.
- **Miglioramento Continuo:** nessun processo si può mai dire perfetto in quanto esisterà sempre un modo per migliorarlo, è questo il ragionamento a cui tutti all'interno dell'azienda, siano essi dirigenti, responsabili o operatori, devono riferirsi.
- **Centralità del Cliente:** il cliente rappresenta il punto di origine e la fine del processo produttivo, infatti, tutte le attività aziendali sono incentrate nel trasferire tramite il proprio prodotto il valore che il consumatore attende.
- **Contributo delle Persone:** la creazione di valore è possibile solo attraverso una corretta gestione delle persone e delle loro capacità, è quindi necessario il continuo e costante allineamento dei manager e operatori verso un comune obiettivo, l'efficienza aziendale.



Figura 1.5 - Concetti Fondamentali del *Lean Thinking* (Considi, 2016)

<sup>4</sup> <https://www.considi.it/lean-thinking/>

Questi concetti, pur essendo molto ispiratori, rimangono comunque nell'astratto e perciò sfuggono dalla possibilità di concretizzazione, per questo motivo Womack e Jones hanno provveduto a rielaborarli, definendo così i principi base del *lean thinking*.

Esistono cinque principi base che definiscono il modello teorico del pensiero snello, ognuno dei quali punta all'identificazione e all'eliminazione degli sprechi (fig. 1.6):

- **Value:** è il definire il valore per il cliente, ossia quanto è disposto a pagare per avere un determinato prodotto.
- **Stream:** identificare il flusso di valore significa determinare con precisione quali siano le attività necessarie alla realizzazione del prodotto o del servizio.
- **Flow:** il processo di creazione del valore viene visto come un flusso, pertanto è necessario che l'attività di produzione scorra in maniera costante e continua.
- **Pull:** l'adozione di questo atteggiamento fa sì che la produzione del valore sia dettata dal cliente, si ha produzione solo se richiesta dall'acquirente e secondo le sue richieste.
- **Perfection:** è il perseguimento della perfezione attraverso piccoli ma costanti miglioramenti allo scopo di eliminare totalmente gli sprechi.



Figura 1.6 - Principi Base del *Lean Thinking* (Ingegneriaagileesnella, 2015)

Si capisce quindi come i principi base non siano concetti tra loro isolati, ma anzi siano strettamente legati tra loro, infatti, il raggiungimento di un nuovo *step* è possibile solamente dopo aver analizzato il precedente e comunque tale ciclo di miglioramento non ha mai una fine dato che il progresso tecnologico fa sì che sia sempre possibile raggiungere nuove forme di perfezione.

L'adozione di questi all'interno di un'azienda provoca numerosi mutamenti, sia sul piano fisico (adottando, per esempio, nuovi strumenti oppure un nuovo layout di produzione), sia sul piano organizzativo (attraverso modifiche nelle gerarchie, deleghe di ruoli o cambiamenti di funzioni).

Andiamo quindi ad analizzare nel dettaglio questi aspetti fondamentali in modo da comprendere pienamente il concetto di *lean thinking*<sup>5,6</sup>:

### **1.3.1 Value**

Il primo punto del *lean thinking* per l'eliminazione degli sprechi fa capo al concetto di valore per il cliente finale: questo non è altro che la cifra che è disposto a pagare per ottenere ciò che vuole in un determinato momento.

Pur essendo il concetto di facile comprensione, identificare esattamente cosa voglia il cliente può essere assai ostico, spesso, infatti, un determinato prodotto non soddisfa appieno il compratore, si viene così a generare, a parità di risorse impiegate, un valore minore e da ciò lo spreco.

Poiché il cliente e la sua soddisfazione sono alla base della sopravvivenza di un'azienda è necessario incentrare gli sforzi aziendali alla comprensione di ciò che il compratore veramente desidera e quindi alla creazione di valore per esso.

Esistono però anche attività che non hanno come destinatario il cliente finale per le quali la definizione di valore risulta essere difficile, per questi casi si ricorre al concetto di "cliente interno", definito come reparto, attività o fase successiva a quella considerata, andando così a creare un collegamento indiretto verso il cliente finale.

Riassumendo si può dire che il valore:

- il valore viene percepito e quindi definito dal cliente, non dal produttore o fornitore.
- esso è sempre riferito a un preciso momento, luogo e prezzo.
- è necessario individuare quali caratteristiche o esigenze abbia il cliente e investire su di esse.
- l'utilizzo di risorse è giustificato solo se genera valore per il cliente finale, in altri casi diventa spreco.

### **1.3.2 Stream**

Il flusso di valore per un prodotto consiste nell'insieme di attività necessarie per trasformare le materie prime nel prodotto finale.

Tramite lo studio dell'interno flusso è possibile distinguere quali sono le attività che producono valore dalle altre per poi procedere all'eliminazione di quest'ultime in quanto generano spreco.

Le attività, infatti, possono essere classificate come:

- attività che generano valore e che possono essere trasferite al cliente tramite il prezzo.
- attività a valore non aggiunto ma che sono necessarie, spesso non eliminabili a meno che non vengano effettuati investimenti sul sistema produttivo.
- attività che non creano valore non necessarie.

---

<sup>5</sup> <https://www.organizzazioneaziendale.net/i-cinque-principi-della-lean-production/2157>

<sup>6</sup> <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/principi/>

Tramite quest'analisi è possibile determinare dove avvengano gli sprechi e quindi eliminarli, generando un notevole guadagno per l'azienda senza però andare ad intaccare il valore percepito dal cliente.

All'interno di un'azienda è possibile individuare diversi tipi di flusso, i tre principali sono:

- progettazione/sviluppo: tutta l'attività riguardante l'ideazione del prodotto, la sua progettazione e infine creazione.
- gestione ordini: riguarda la programmazione delle attività dal momento in cui viene ricevuto l'ordine sino alla sua consegna.
- produzione: si riferisce a tutte le attività necessarie per ottenere un bene a partire dalle materie prime.

### **1.3.3 Flow**

Una volta ripulito il flusso dalle attività non necessarie che non generano valore è necessario far sì che questo scorra in maniera regolare e costante dall'inizio sino alla fine del processo produttivo.

Questo obiettivo nasce dal fatto che un sistema produttivo risulta essere più efficiente se l'intera lavorazione viene svolta in maniera continua dal principio sino alla fine piuttosto che ricorrere ad una produzione tradizionale, spesso caratterizzata da lunghe interruzioni, riprese, continui attrezzaggi e scarsa sincronia tra i reparti.

L'adozione del sistema a flusso continuo necessita però di numerosi interventi, anche radicali, sia ai propri schemi mentali che al sistema di produzione.

### **1.3.4 Pull**

In questa fase si ha la trasformazione del sistema produttivo, passando da un funzionamento *push* a quello *pull*, ciò significa affidare al cliente il compito di tirare il flusso e quindi il capitale d'impresa.

Il non applicare questa strategia, infatti, comporterebbe gravi rischi di spreco come il compimento di attività senza che queste possano generare valore a causa di un'assente domanda di mercato.

Il concetto di logica *pull* non deve tuttavia essere preso troppo alla lettera: arrestare la produzione in attesa del cliente significa esporre l'azienda a perdite date dall'impossibilità di reagire istantaneamente alle richieste del mercato.

Ciò significa acquisire la capacità di progettare, programmare e realizzare quello che il cliente vuole nel momento in cui lo vuole.

Per questi motivi la caccia agli sprechi non deve essere limitata all'azienda ma esteso anche alla rete di fornitori per realizzare un rapporto di partnership lungo tutta la catena di fornitura.

### 1.3.5 Perfection

Nel definire questo punto Ōhno si ispirò al concetto giapponese di “perfezione”, ovvero un ideale che per quanto ci si sforzi non sarà mai raggiungibile.

Pur essendo l’idea abbastanza scoraggiante essa non deve essere presa alla lettera ma deve essere rielaborata usando il buon senso e quindi considerare raggiunta la perfezione quando sono stati implementati in maniera adeguata i punti precedenti.

Ciò che Ōhno vuole comunicare è che una volta raggiunta la perfezione non si deve restare immobili ma continuare a studiare il valore, analizzare il flusso e operare su di esso, questo perché nel corso del tempo il concetto di valore cambia per il cliente inoltre lo sviluppo tecnologico permette di apportare continue migliorie al processo, perseguendo quindi il concetto di “Kaizen” (改善, dove 改 significa cambiamento/trasformazione, mentre 善 vuol dire migliore/virtuoso) ovvero continuando a migliorarsi.

Riassumendo quindi il concetto:

- la perfezione ideale è la completa eliminazione degli sprechi in modo che le uniche attività siano quelle che generano valore per il cliente.
- l’ideale di perfezione deve essere uno sprono allo scopo di mantenere attivo un sistematico processo di miglioramento.
- la perfezione è un concetto in continua evoluzione in quanto il valore per il cliente è continuamente variabile.

Si capisce quindi come a seguito dell’implementazione delle tecniche della lean production, in un ideale sistema di produzione, ogni prodotto, componente o materia prima potrà trovarsi in due sole possibili condizioni: o in lavorazione o in movimentazione.

## 1.4 Muda

La parola “Muda” (無駄) proviene dal giapponese e significa spreco, inutilità e futilità, con essa vengono indicate tutte quelle attività inutili, che non concorrono alla creazione di valore o che sono improduttive.

Dal punto di vista del consumatore finale, un’attività che genera valore è un qualunque lavoro che porta alla creazione di un bene o di un servizio per il quale esso è disposto a pagare, *muda* è una qualunque restrizione o impedimento che non introduce valore, portando così allo spreco e alla perdita di risorse.

Queste attività a non valore aggiunto, come vengono definite nel primo principio della *Lean Production*, sono classificabili in due tipi<sup>7</sup>:

- **Muda di Tipo I:** sono attività che non producono valore ma che sono necessarie al consumatore finale; un esempio di tali attività è il controllo qualità al termine di un processo produttivo, infatti, secondo il compratore tale attività non genera valore, tuttavia è necessaria affinché siano assicurati i criteri di sicurezza e di qualità del prodotto.

---

<sup>7</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Muda\\_\(Japanese\\_term\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Muda_(Japanese_term))

- **Muda di Tipo II:** attività che non producono valore e che sono inutili per il consumatore finale; queste contribuiscono attivamente alla generazione degli sprechi e fanno impennare i costi nascosti.

Mentre i primi sono difficilmente eliminabili o riducibili in quanto necessari, i secondi devono essere soppressi, solo così è possibile avvicinarsi al concetto di “ottenere di più con meno”, concetto base del *lean thinking*.

Originariamente Ōhno individuò sette tipologie (fig. 1.7) di sprechi eliminabili ed elaborò alcuni criteri per la loro eliminazione, questi sono:

- **Difetti**
- **Sovraproduzione**
- **Trasporti**
- **Movimenti**
- **Attese**
- **Troppe Scorte**
- **Processi Complicati**



Figura 1.7 - *Muda* (Landspitali, 2017)

Andiamo quindi ad esaminare singolarmente ognuno dei *muda*<sup>8,9</sup>:

#### 1.4.1 Difetti

Nell'utilizzo del termine “difetti” vengono considerati sia i pezzi che al momento della produzione risultano essere non ideali, sia la produzione di elementi non necessari, sia prodotti rispediti indietro dal cliente perché non soddisfatto della qualità del prodotto, comportando così lavorazioni aggiuntive quali correzione e riparazione.

Questo problema è particolarmente importante in quanto porta allo spreco di risorse non solo nella fase in cui il prodotto difettato viene creato, ma anche mentre si tenta di risolvere il problema.

Poiché individuare tutte le cause che danno luogo a difetti e porvi rimedio risulta alquanto complicato, è necessario studiare a fondo l'interno ciclo produttivo del prodotto in modo da eliminare, o quanto meno ridurre, le probabilità che queste anomalie si verifichino.

Nel caso in cui il problema nasca esternamente al ciclo produttivo, è necessario rivolgersi ad altri fornitori oppure rivedere il sistema produttivo allo scopo di minimizzare le possibilità di fallimento del pezzo.

#### 1.4.2 Sovraproduzione

Sovraprodurre significa creare quantitativi di prodotto superiori rispetto alle richieste dei clienti finali, andando perciò a produrre sulla base di previsioni a medio - lungo termine e

<sup>8</sup> <https://www.makeitlean.it/lean-production-blog/lean-production-7-sprechi>

<sup>9</sup> <http://www.ilmuleanodelcambiamento.it/lotta-agli-sprechi/i-sette-sprechi/>

non sulla base di ciò che effettivamente il mercato richiede e che quindi è in grado di assorbire, seguendo quindi un'ottica di produzione di tipo *push* piuttosto che *pull*.

Tale spreco è facilmente individuabile in quanto si osserva un notevole accumulo di materiale, tuttavia è forse il più grave in quanto nasconde i problemi di produzione oltre che a comportare un notevole spreco: i beni, finiti o semilavorati, prodotti in eccedenza devono essere immagazzinati, gestiti e protetti e ciò genera uno spreco sotto forma sia di perdita, visto che il valore del bene immagazzinato non può essere riscosso, sia come spesa extra necessaria all'ampliamento dei magazzini oppure alla riduzione dello spazio libero.

A ciò si deve aggiungere anche un altro potenziale spreco legato alla variabilità dei gusti del consumatore, infatti, qualora le sue preferenze cambiassero prima dello smaltimento della sovrapproduzione, sarebbero necessarie spese aggiuntive quali pubblicità per invogliarlo ad acquistare nuovamente il prodotto oppure si dovrebbero attuare promozioni introducendo però perdite rispetto alla situazione standard.

Tale problema, tipico della produzione a lotti, è difficilmente risolvibile in quanto necessita di una serie di interventi realizzabili solo con il coinvolgimento dei vertici aziendali attraverso notevoli investimenti sia di tipo infrastrutturale sia gestionale.

Per fare in modo che tale tipo di spreco non sia più presente in azienda si dovrebbero seguire alcune linee guida:

- pianificare la produzione: calcolare in maniera precisa la quantità di prodotti da realizzare sulla base degli ordini ricevuti considerando le variabili dei processi produttivi e i loro rendimenti.
- flessibilità dei processi: progettare e realizzare tutti i processi allo scopo di perseguire la massima flessibilità operativa in termini di impianti, operatori e codici, riducendo al minimo i tempi di set-up.
- controllo dei processi: è necessario conoscere i rendimenti di tutti i processi e stabilizzare nel tempo tali valori.
- efficienza organizzativa: ricercare la massima efficienza organizzativa per quanto riguarda la gestione delle risorse umane e dei processi legati alla produzione.

### **1.4.3 Trasporti**

Per trasporto si intende la movimentazione di particolari da un settore ad un altro, senza che venga attuata una trasformazione nel frattempo.

Tale azione risulta essere uno spreco in quanto è un'attività che non produce valore, oltre al fatto che ogni volta che un elemento viene spostato vi è il rischio che venga danneggiato, perso, oppure provochi ritardi nella produzione del bene.

Per ridurre l'incidenza di tale spreco è opportuno:

- analizzare la causa: determinare la causa per cui si verifica il trasporto ed eliminare i vincoli che lo rendono necessario adottando, per esempio, un nuovo layout per la linea.
- miglioramento: aumentare l'efficienza del metodo di trasporto per quanto riguarda l'efficienza, distanze da percorrere, tempo necessario, attrezzature disponibili, ecc...

La filosofia *lean* prevede la completa eliminazione dei trasporti, tuttavia il concetto di “trasporto zero”, ossia la totale assenza di questi è difficilmente perseguibile, per questo motivo è necessario procedere alla loro ottimizzazione in considerazione dei vincoli presenti, siano essi fisici e non.

#### **1.4.4 Movimenti**

Questo spreco simile al trasporto con la differenza che questo si riferisce agli spostamenti che si verificano all’interno di un ciclo produttivo e che quindi riguarda i lavoratori, i macchinari e i prodotti stessi.

Tale spreco si verifica in quanto i lavoratori vengono spostati in altri reparti, quando devono essere effettuati movimenti dei materiali, andando così a ridurre momentaneamente la forza lavoro impiegata nella produzione, oppure quando vengono spostati alcuni macchinari, rendendoli perciò inutilizzabili nella produzione.

Come per gli spostamenti, anche questi devono essere ridotti al minimo, e qualora non fosse possibile ottimizzati, in modo da ottenere un aumento della produttività.

#### **1.4.5 Attese**

Lo spreco dovuto alle attese si manifesta in diverse maniere: il capitale investito in beni e servizi non ancora consegnati al cliente, il tempo trascorso dagli operatori in attesa che arrivino le risorse, il tempo perso dagli operatori in attesa che venga completata la lavorazione del elemento, il tempo speso ad attendere che il prodotto venga rimosso dalla linea di produzione, in pratica tutte quelle attività, non strettamente legate al ciclo produttivo, che fanno aumentare i tempi di realizzazione di un prodotto.

Risulta quindi intuibile come le attese non siano altro che la differenza tra il tempo totale di attraversamento del flusso produttivo di un bene, anche detto *lead time*, e il tempo necessario alla fabbricazione del prodotto.

Si è osservato come nelle più tradizionali tipologie produttive a lotti gran parte del tempo produttivo di un bene sia classificabile come attesa e pertanto siano caratterizzate da enormi sprechi.

Tra i motivi che portano alla comparsa delle attese vi sono:

- mancata sincronizzazione delle fasi produttive
- mancanza di personale
- guasti agli impianti
- attrezzaggio delle macchine
- ritardi nella fornitura dei materiali
- code improvvise

Per poter quindi eliminare o almeno minimizzare le attese è necessario svolgere un’attenta valutazione dei tempi necessari alla realizzazione di una fase e delle capacità degli operatori

in modo da poter realizzare la migliore combinazione produttiva, spesso, inoltre, esistono processi *ad hoc* per la gestione di questi tempi.

#### **1.4.6 Troppe Scorte**

Le scorte, siano esse materie prime, materiale in lavorazione o prodotto finito, rappresentano un capitale che non ha ancora prodotto guadagno per l'azienda né benefici per il compratore.

Tale valore intrappolato risulta essere proporzionale alla numerosità dei pezzi, al loro grado di avanzamento nel processo.

Spesso tra gli elementi che concorrono maggiormente alla creazione di spreco da risorse vi sono i buffer, tipici dei flussi di produzione antecedenti alla *lean production*, che non sono altro che piccoli depositi di beni tra attività in sequenza all'interno del ciclo produttivo.

Tali depositi trattengono il valore generando spreco, pertanto si dovrebbe fare il possibile per limitare le dimensioni delle giacenze.

Altre strategie potrebbero essere la razionalizzazione dei layout produttivi oppure l'eliminazione dei difetti nel corso delle diverse fasi.

L'implementazione di queste soluzioni, tuttavia, è frequentemente limitata da motivazioni di carattere organizzativo, in quanto vengono coinvolte anche figure esterne all'azienda come ad esempio fornitori.

#### **1.4.7 Processi Complicati**

L'utilizzo di un quantitativo di risorse superiore rispetto a quello necessario oppure l'aggiunta di funzioni non previste oppure non richieste originariamente dal consumatore determinano degli sprechi.

Nell'ottica del sovraprocesare vi è anche un problema legato all'utilizzo degli operatori: quando questi possiedono delle capacità superiori a quelle necessarie per lo svolgimento di una determinata mansione essi tendono a perdere tali conoscenze, pertanto è necessario investire costantemente nella loro formazione per poter ripristinare il livello di conoscenza precedente generando così uno spreco.

Per poter ridurre tale problematica è necessario il costante monitoraggio, analisi e miglioramento del processo produttivo.

Nel corso del tempo, con lo svilupparsi della *lean production*, sono state individuate altre forme di spreco, tuttavia queste sono comunque sempre riconducibili ai sette originali proposti da Ōhno.

## 1.5 Muri e Mura

Il *Toyota Production System* fornisce le attitudini e gli strumenti necessari per aumentare la consapevolezza nel trovare gli sprechi per poi procedere alla loro eliminazione.

Questi sprechi, i *muda*, sono stati ampiamente trattati, tuttavia non sono gli unici che Ōhno ha individuato, esistono infatti anche *mura* e *muri*.

Il termine “*Muri*” (無理) significa eccesso, impossibilità, inadeguatezza o più specificatamente sovraccarico inteso sia come carico di lavoro assegnato ai dipendenti che all’utilizzo di risorse produttive (fig. 1.8)<sup>10</sup>.

Nel caso riguardi le persone il sovraccarico può portare ad infortuni e a malattie professionali e quindi ad assenze più o meno lunghe per motivi medici, inoltre viene a generarsi insoddisfazione e senso di sfruttamento nei lavoratori con il rischio di scioperi o licenziamenti.

Per quanto riguarda i macchinari il sovraccarico provoca malfunzionamenti o rotture e quindi ad un arresto della produzione fintantoché non vengono eseguite le opportune operazioni di manutenzione e di riparazione, se non la sostituzione.



Figura 1.8 - *Muri* (Landspitali, 2017)

Tale effetto si manifesta nei sistemi industriali tradizionali di tipo *push*, pertanto è possibile combatterlo adottando una logica *pull* ossia riducendo il quantitativo di materie prime immesse all’inizio del ciclo ottenendo così una produzione corrispondente alla domanda di mercato.

La gestione di tale tipo di spreco è assai delicata, infatti, è sì vero che sovraccaricare la produzione per brevi periodi può portare ad alcuni benefici, tuttavia quando questa si protrae per a lungo si ha un’inversione di tendenza, spesso non solo annullando i benefici, ma introducendo le problematiche sopra citate.

“*Mura*” (斑) invece significa irregolarità, ineguaglianza, non uniformità, e si riferisce a tutte quelle fluttuazioni e irregolarità che si hanno nel carico di lavoro (fig. 1.9)<sup>11</sup>.

Questo problema è molto più insidioso di quanto immaginabile in quanto è la causa di problemi sia *muda* che *muri*: la variabilità della domanda provoca momenti in cui vi è sovraccarico, generando così spreco *muri*, mentre altri in cui vi è sottocarico ottimale, provocando spreco *muda* di tipo attese.



Figura 1.9 - *Mura* (Landspitali, 2017)

*Mura* viene quindi a crearsi nei sistemi produttivi dove non sono stati implementati strumenti per la standardizzazione della domanda, rimanendo così

<sup>10</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Muri\\_\(Japanese\\_term\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Muri_(Japanese_term))

<sup>11</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Mura\\_\(Japanese\\_term\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Mura_(Japanese_term))

assoggettati a picchi e cadute delle richieste.

Proprio per questo motivo alla base del *lean thinking* vi è la ricerca della stabilità del sistema.



# Capitolo 2

## Implementazione della Lean Production

### 2.1 Introduzione alla Filosofia Lean

Per poter implementare la logica della *lean production* le aziende ricorrono a una serie di metodologie, tecniche, strumenti e indicatori che permettono l'analisi del intero ciclo produttivo, così da individuare dove si realizzano gli sprechi oppure dove potrebbero verificarsi dei problemi.

Un'azienda che desidera applicare questa logica può far ricorso a diverse tipologie di intervento, per questo motivo nelle prossime pagine verranno presentate quelle più efficaci e diffuse.

### 2.2 Metodologie della Lean Production

#### 2.2.1 Value Stream Mapping

Il *Value Stream Mapping (VSM)*, ovvero "mappatura del flusso di valore", è uno primo dei primi strumenti che viene applicato quando si decide di implementare la logica *lean* in quanto permette la facile individuazione delle fasi in cui è necessario intervenire, permettendo quindi di costruire un solido e comprensivo piano d'azione.

Il metodo, ideato da Toyota negli anni '80, consiste nel rappresentare in maniera grafica, tramite l'utilizzo di frecce e simboli, una mappa chiara e leggibile di come si svolgono i flussi produttivi e di come vengono utilizzate le risorse (fig. 2.1).

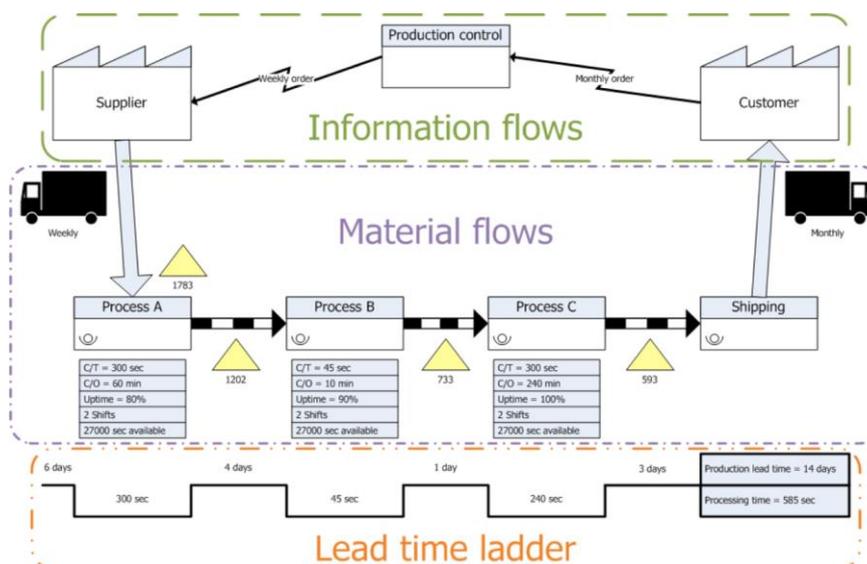


Figura 2.1 - Esempio di Value Stream Map (Wikipedia, 2013)

La mappatura del flusso non si limita ad esaminare le sole fasi realizzative, ma tiene in conto di tutte le attività che concorrono alla produzione del bene, quindi partendo dal fornitore sino ad arrivare alla consegna del prodotto finito, passando ovviamente dalla catena di montaggio.

Lo scopo di questo strumento è l'individuazione di ogni forma di spreco, rimuovendo quindi le attività a valore non aggiunto e aumentando l'efficienza, tuttavia esso non si basa sull'analisi e il miglioramento del singolo processo quanto piuttosto l'ottimizzazione continua dell'interno ciclo<sup>12</sup>.

La mappatura del processo può essere di due tipi:

- **Current State Map:** è la prima mappatura del ciclo produttivo allo stato attuale che viene svolta sul campo, ovvero nei luoghi dove effettivamente vengono attuate le diverse fasi, ed è necessaria per poter determinare dove avvengono imperfezioni e sprechi. Tale rappresentazione permette di definire i collegamenti esistenti tra le varie entità coinvolte e le diverse attività e si basa su una serie di parametri significativi quali tempo di consegna, tempi di set-up, livelli delle scorte, indici di affidabilità, prestazioni dei macchinari, *lead time*, tempi di processo, ecc...
- **Future State Map:** è la rappresentazione che descrive come vorremmo che il flusso di valore sia al termine del processo di miglioramento, una volta eliminate, o almeno ridotte, le attività a valore non aggiunto.

La nuova mappatura, definita tramite gli stessi criteri di quella allo stato di fatto, dovrà essere tale da garantire un flusso costante ed organizzato nel rispetto delle esigenze del cliente finale, senza però penalizzare la produzione o il fatturato aziendale.

Le rappresentazioni vengono successivamente confrontate e quindi vengono ipotizzate diverse modalità di intervento come la riorganizzazione del layout, lo spostamento del personale, oppure l'adozione di nuove tecniche.

In genere lo schema con cui viene realizzato una mappa consiste nel porre i clienti sul lato destro mentre i fornitori su quello sinistro, al centro è rappresentato il processo produttivo suddiviso nei vari *step*, ognuno dei quali descritto tramite specifici parametri.

Al di sotto della rappresentazione viene poi disegnata la *Time Line*, un'onda quadra dove i tratti orizzontali inferiori indicano le lavorazioni, mentre i tratti superiori le fasi di attraversamento.

E' possibile realizzare lo schema in maniera molto dettagliata, andando ad esaminare il ogni minimo aspetto del processo, tuttavia tale pratica è sconsigliata in quanto lo scopo dell'analisi è quello di fornire un'idea dei tempi effettivi, pertanto una rappresentazione di carattere più generale risulta essere più accessibile, soprattutto per il personale poco specializzato.

Riassumendo le caratteristiche del *Value Stream Mapping* possiamo dire che:

- viene rappresentato il flusso complessivo piuttosto che il singolo processo
- permette di determinare le cause dello spreco

---

<sup>12</sup> <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>

- fornisce a tutti i lavoratori uno strumento per capire il flusso
- permette di visualizzare gli aspetti che rendono più efficiente il flusso
- aiuta ad evitare interventi a carattere isolato

Al termine del percorso di miglioramento del sistema si tenderà a una situazione nella quale il *lead time* sarà talmente tanto ridotto che il processo produttivo verrà attivato soltanto quando avrà una effettiva richiesta da parte del contraente.

### 2.2.2 Just In Time

Il “*Just in Time*”, spesso abbreviato in “*JIT*”, espressione inglese che significa letteralmente “appena in tempo”, è una politica di gestione delle scorte, della produzione e dei fornitori che mira al miglioramento del processo realizzativo attraverso l’ottimizzazione delle fasi a monte della produzione stessa e l’alleggerimento delle scorte di materie prime e di prodotti semilavorati necessari alla realizzazione del prodotto finale.<sup>13</sup>

Questo obiettivo viene raggiunto tramite il coordinamento dei tempi di effettiva necessità dei materiali in linea con la loro acquisizione e disponibilità nel ciclo e nel momento in cui devono essere utilizzati.

Si intuisce pertanto come il *JIT* vada a definire una logica di tipo *pull*, ovvero basata sulla realizzazione del prodotto solamente quando è stato già venduto oppure lo sarà a breve, infatti, una produzione è definita “programmata *just in time*” solo quando le dimensioni dei magazzini di acquisto, di trasformazione e di vendita hanno una capacità pari o inferiore al giorno.



Figura 2.2 - Kiichirō Toyoda (Nikkei, 2018)

L’ideologia del *JIT* nasce dal fatto che ogni forma di scorta di materiale viene vista come uno spreco in quanto rappresenta del valore non acquisibile e pertanto un vincolo allo sviluppo aziendale.

Proprio per questo motivo un’industria viene considerata vincente solo quando il suo processo, dato dalla somma dei tempi di progettazione, di produzione e di transito, è corto.

Una prima forma di produzione *JIT* avvenne durante la prima industrializzazione degli anni ’20 delle officine di costruzione automobilistiche per opera di Henry Ford, tuttavia fu solo Kiichirō Toyoda (fig. 2.2), presidente della Toyota, 30 anni più tardi a capirne pienamente le potenzialità e a inglobarlo nel processo produttivo, continuando però ad ottimizzarlo. Tutto questo permise una serie di miglioramenti e razionalizzazioni che produssero straordinari risultati nella produzione meccanica e nell’economia aziendale, portando Toyota

<sup>13</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/Just\\_in\\_time\\_\(produzione\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Just_in_time_(produzione))

ad essere notevolmente più competitiva rispetto alle industrie americane ed europee già dagli anni '80.

Il sistema *JIT* introduce tutta una serie di benefici, tra i quali<sup>14</sup>:

- ridotti tempi di preparazione del magazzino: ridurre tali tempistiche permette un aumento della produttività aziendale in quanto la forza lavoro che qui verrebbe impiegata può invece essere inviata in altri settori che necessitano di maggior personale.
- miglioramento del flusso di beni: focalizzando i lavoratori su specifiche aree si realizza una più rapida elaborazione della merce, aumentando così il flusso di prodotti sugli scaffali, inoltre riduce l'affaticamento del personale in quanto non più impegnato su più lavori allo stesso tempo.
- uso efficiente dei lavoratori: addestrare i dipendenti a lavorare a diverse fasi del sistema d'inventario permette loro di sviluppare competenze multiple che potranno essere utilizzate qualora si verificassero assenze impreviste oppure una maggior richiesta di prodotti.
- miglior programmazione del lavoro: poiché la produzione segue la logica *pull* la necessità di personale è dettata dalla domanda, pertanto è possibile adeguare il numero di lavoratori impiegati sulla base di essa e quindi permettere un risparmio all'azienda.
- miglioramento dei rapporti con i fornitori: un'azienda senza scorte che non voglia avere problemi sul piano logistico deve per forza di cose essere strettamente legata ai propri fornitori.
- focalizzazione sulle vendite: scorte ridotte permettono una focalizzazione del management sul rispetto delle scadenze e quindi a motivare i dipendenti a lavorare diligentemente in cambio di maggiori benefici.

Tale ideologia presenta però anche alcune problematiche visto che non sono tollerati errori o inefficienze, basta infatti un piccolo problema o un ritardo per paralizzare completamente i reparti che stanno a valle del punto in cui si è verificato l'inconveniente.

Per tale motivo l'azienda prima di adottare questo sistema deve aver prima sviluppato un forte legame con i propri fornitori e una notevole qualità e affidabilità interna, sia nell'ambito della progettazione, degli impianti e della logistica.

### **2.2.3 Plan-Do-Check-Act**

Il *Plan, Do, Check, Act (PDCA)*, conosciuto anche come ciclo di Deming, è un metodo di gestione iterativo in quattro fasi utilizzato per il controllo e il miglioramento continuo dei processi e dei prodotti in un'ottica a lungo raggio, promuovendo una gestione più attenta delle risorse e il continuo sviluppo industriale<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> <http://www.lean-manufacturing.it/just-in-time/>

<sup>15</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_di\\_Deming](https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo_di_Deming)

Questo strumento ha come sua base l'idea che per il raggiungimento della massima qualità sia necessaria la costante interazione tra ricerca, progettazione, test, produzione e vendita, questo allo scopo di aumentare la soddisfazione del cliente.

Il *PDCA* si compone di quattro fasi che si susseguono l'un l'altra iterativamente (fig. 2.3), queste sono:

- **Pianificazione:** vengono definiti i problemi, gli obiettivi e i processi necessari per fornire risultati in accordo alle attese.
- **Esecuzione:** viene eseguito in un contesto circoscritto il piano presentato al punto precedente e sono raccolti i dati che verranno in seguito esaminati per scoprire la bontà del processo.
- **Controllo:** i dati raccolti sono dapprima studiati e quindi vengono confrontati con le stime attese per verificare eventuali differenze e, qualora presenti, cercare cosa origina le deviazioni, assicurandosi che il piano sia rispettato nella sua accuratezza e completezza.
- **Azione:** viene reso definitivo oppure migliorato il processo allo scopo di estenderlo all'intera organizzazione e quindi gettare le basi per il nuovo ciclo iterativo.

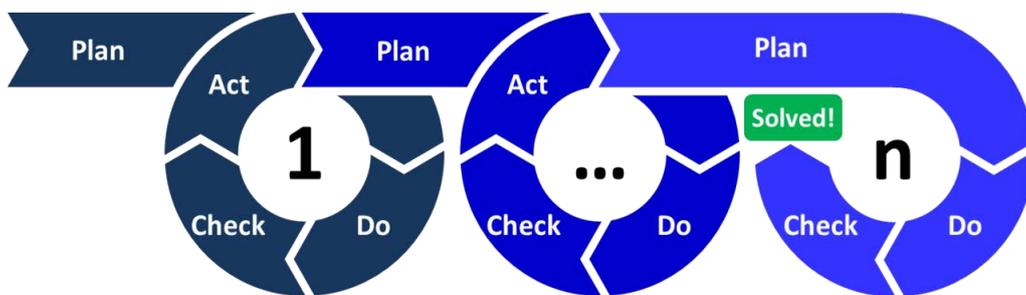


Figura 2.3 - Ciclo *PDCA* (Wikipedia, 2016)

L'utilizzo del *PDCA* risulta utile per sviluppare:

- procedure quotidiane di gestione
- processi per la risoluzione di problemi
- gestione di progetti
- sviluppo continuo
- sviluppo dei reparti aziendali
- verifiche e revisioni

#### **2.2.4 Define-Measure-Analyze-Improve-Control**

*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*, più noto con l'acronimo *DMAIC*, è uno metodo di gestione utilizzato per migliorare, ottimizzare e stabilizzare i processi di organizzazione.

Questa metodologia, basata su cinque fasi necessarie da realizzarsi consecutivamente, ha lo scopo di individuare le cause scatenanti e quindi risolvere quei problemi che si possono verificare in un particolare processo produttivo (fig. 2.4)<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> <http://www.qualitiamo.com/approfondimento/dmaic-six-sigma.html>

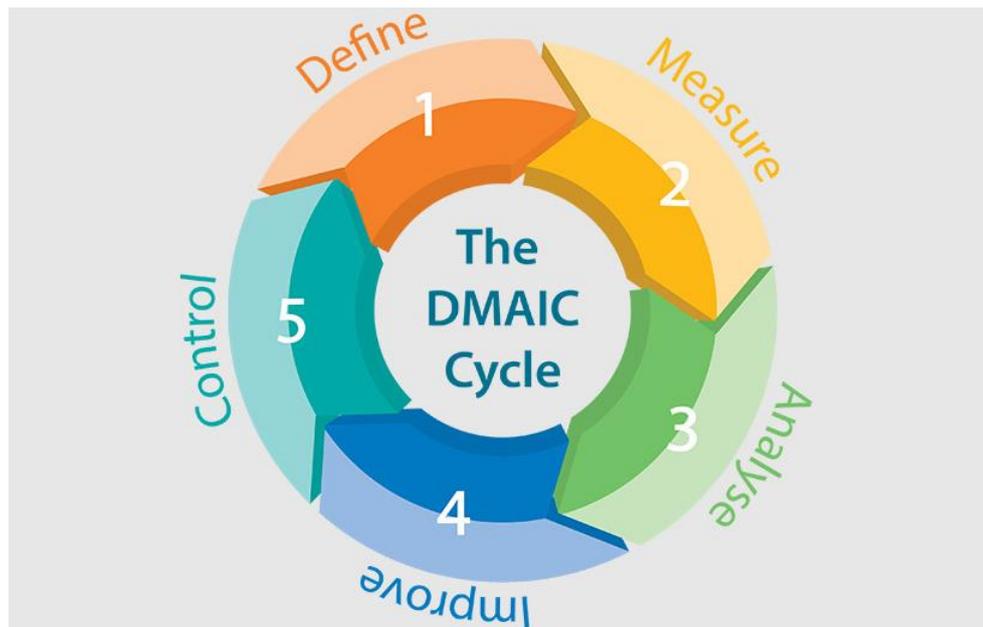


Figura 2.4 - Ciclo DMAIC (Lean Six Sigma Training, 2018)

Trattandosi di uno strumento per la risoluzione dei problemi è ovvio che non tutti i processi siano ottimi candidati al miglioramento, questi infatti dovranno:

- avere un effettivo problema
- avere del potenziale per ridurre gli sprechi tramite una politica a basso costo
- essere misurabile sia nei dati iniziali che nei risultati

Le fasi di cui si compone il ciclo sono<sup>17</sup>:

- **Definire:** lo scopo di questa fase è quello di determinare e descrivere il problema, gli obiettivi, le risorse necessarie, lo scopo del processo e le tempistiche con cui deve essere compiuto in considerazione anche delle attività associate.
- **Misurare:** viene creata una mappa del processo in esame e quindi reperite le informazioni sulla situazione attuale che poi saranno utilizzate come riferimento per misurare l'entità dei successivi miglioramenti.
- **Analizzare:** in questa fase in primo luogo sono analizzate le cause da cui ha origine il problema e quindi scelte quelle a cui dare priorità, poi si procede a pianificare le successive attività di raccolta informazioni che servono per capire in quale misura ogni causa contribuisce al problema.
- **Migliorare:** vengono identificate, testate e implementate soluzioni parziali o complete per il problema, spesso tali soluzioni sono di tipo creativo e hanno lo scopo di prevenire le cause del problema o di trattare le conseguenze dello stesso.
- **Controllare:** in quest'ultima fase vengono monitorati i miglioramenti in modo da mantenere costante l'efficienza, generalmente tramite un piano di controlli che ha poi lo scopo di identificare situazioni di instabilità nel processo.

Oltre al processo standard esiste anche una variante *RDMAIC*, in cui prima del ciclo si procede a **Riconoscere** il problema sul quale svolgere l'attività di miglioramento.

<sup>17</sup> <https://it.wikipedia.org/wiki/DMAIC>

### 2.2.5 Cellular Manufacturing

La produzione per cellule, *cellular manufacturing* in inglese, è una tecnica di disposizione del *layout* che consiste nell'organizzare le aree sulla base di una famiglia di prodotti o di lavorazioni simili<sup>18</sup>.

Spesso, infatti, capita che l'area di lavoro sia suddivisa in *layout* o reparti non efficacemente disposti, provocando così poco coordinamento e comunicazione tra le varie aree oltre che vari sprechi, come le code all'entrata dei reparti provocate dai prodotti in transito oppure al tempo perso nel trasferire gli elementi da un posto all'altro.

Le celle sono unità di lavoro ben definite, comprensive di 3-12 addetti e 5-15 stazioni di lavoro, capaci di produrre il più alto numero di prodotti simili contenendo tutte le attrezzature, gli impianti e risorse umane necessarie.

L'adozione di questo sistema introduce svariati vantaggi (fig. 2.5):

- aumento della produttività
- aumento della velocità di attraversamento e quindi riduzione del *lead time*
- aumento della quantità di prodotti
- semplificazione della programmazione
- controllo della produzione
- riduzione delle scorte
- miglior coordinazione e comunicazione tra le aree
- miglior uso della contabilità per attività



Figura 2.5 - Confronto Prima/Dopo il *Cellular Manufacturing* (BRG Group, 2014)

<sup>18</sup> <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/cellular-manufacturing.html>

Nel progettare un *layout* a cellule si procede nel seguente modo:

- identificazione dei prodotti e dei processi affini
- progettazione del processo sulla base del tempo uomo, impianti, attrezzatura, *setup*, manutenzione, movimentazione, ecc... in modo da definire il numero di addetti per cella, le dimensioni dei lotti, la tipologia di impianti e la *scheduling*
- progettazione del *layout* fisico interno alla cella sulla base di criteri di spazio, funzionalità ed ergonomia

Spesso inoltre si preferisce la configurazione a ferro di cavallo in modo da ottenere un ottimo compromesso tra efficienza produttiva, flessibilità e ridotti ingombri.

### 2.2.6 Le 5S

La metodologia delle 5S è una delle procedure più utilizzate nell'ambito della *lean production* e consiste in uno schema sistematico e ripetibile per l'ottimizzazione degli standard di lavoro e quindi il miglioramento delle performance operative tramite ordine, organizzazione e pulizia<sup>19</sup>.

Nato dalla tradizione giapponese di eliminare tutto ciò che è *muda*, l'obiettivo è rimuovere tutto ciò che non è strettamente funzionale all'attività svolta, indipendentemente dall'attività stessa.

Le cinque fasi che compongono il metodo e che ne definiscono il nome attraverso le iniziali sono (fig. 2.6):

- **Seiri (Separare)**: in questa fase si procede ad analizzare l'insieme dei materiali e delle attrezzature presenti nell'ambiente di lavoro allo scopo di individuare e separare quelli utili da quelli inutili, procedendo poi all'immagazzinamento di quest'ultime.
- **Seiton (Sistemare)**: questo punto sottolinea la necessità che, per svolgere in maniera accurata il proprio lavoro, l'ambiente debba essere organizzato in modo tale che venga favorito il flusso di lavoro; si procede quindi a disporre in maniera ordinata gli strumenti utili in modo che siano facilmente reperibili quando effettivamente necessari.
- **Seiso (Pulire)**: indica la necessità che il luogo di lavoro sia accuratamente pulito ed organizzato e per questo ogni operatore al termine del proprio turno dovrà pulire e riordinare ogni cosa, in questa maniera il turno successivo potrà iniziare senza problemi.
- **Seiketsu (Standardizzare)**: questa fase esprime la necessità di ripetere a intervalli frequenti e ben definiti le precedenti procedure.
- **Shitsuke (Rispettare)**: rappresenta l'esigenza di continuare a rispettare i precedenti punti una volta che questi siano stati realizzati ed implementati, evitando perciò il graduale declino verso la situazione *ante* cambiamento; questo passo può anche essere inteso come l'allargamento della metodologia da un esperimento pilota ad altre attività che possono godere.

---

<sup>19</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/5S\\_\(metodologia\)](https://it.wikipedia.org/wiki/5S_(metodologia))



Figura 2.6 - 5S (Google Images)

Questa metodologia investe quindi sul miglioramento continuo in modo che ogni giorno sia un giorno di miglioramento e per scoprire altri sprechi ed eliminarli. Visto che la sua implementazione può essere vista come un investimento a costo zero molto spesso la tecnica viene utilizzata come prima azione quando si vuole intraprendere un percorso di cambiamento all'interno dell'azienda.

### **2.2.7 Total Productive Maintenance**

Il *Total Productive Maintenance (TPM)* è una metodologia che mira al raggiungimento della massima efficienza aziendale attraverso una riduzione dei tempi di consegna e un'alta qualità produttiva ma a basso costo<sup>20</sup>.

Il metodo venne ideato dal direttore tecnico Toyota Seiichi Nakajima e, come suggerisce il nome, inizialmente era focalizzato alla manutenzione preventiva degli impianti, successivamente però i principi vennero espansi a livello aziendale, interessando attività come la qualità, lo sviluppo del personale e le attività di sicurezza, di ambiente e di industrializzazione.

Le attività per ottenere un'alta efficienza da parte di ogni ente aziendale sono rappresentate tramite pilastri e corrispondono a percorsi metodologici che guidano, in maniera strutturata e sistematica, all'eliminazione di un insieme di perdite nel rispetto degli obiettivi prefissati. Tali attività sono (fig. 2.7):

- **Miglioramento Mirato:** miglioramento continuo dei processi produttivi
- **Manutenzione Autonoma:** gestione corretta degli impianti da parte degli operatori

<sup>20</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/Total\\_Productive\\_Maintenance](https://it.wikipedia.org/wiki/Total_Productive_Maintenance)

- **Manutenzione Pianificata:** gestione corretta degli impianti da parte della manutenzione
- **Addestramento ed Educazione:** gestione delle competenze aziendali e coinvolgimento delle persone
- **Manutenzione Qualitativa:** miglioramento continuo e riduzione dei difetti
- **Gestione delle Fasi Iniziali:** miglioramento del processo di industrializzazione di nuovi prodotti e impianti
- **Sicurezza, Salute ed Ambiente:** gestione della sicurezza e degli sprechi energetici

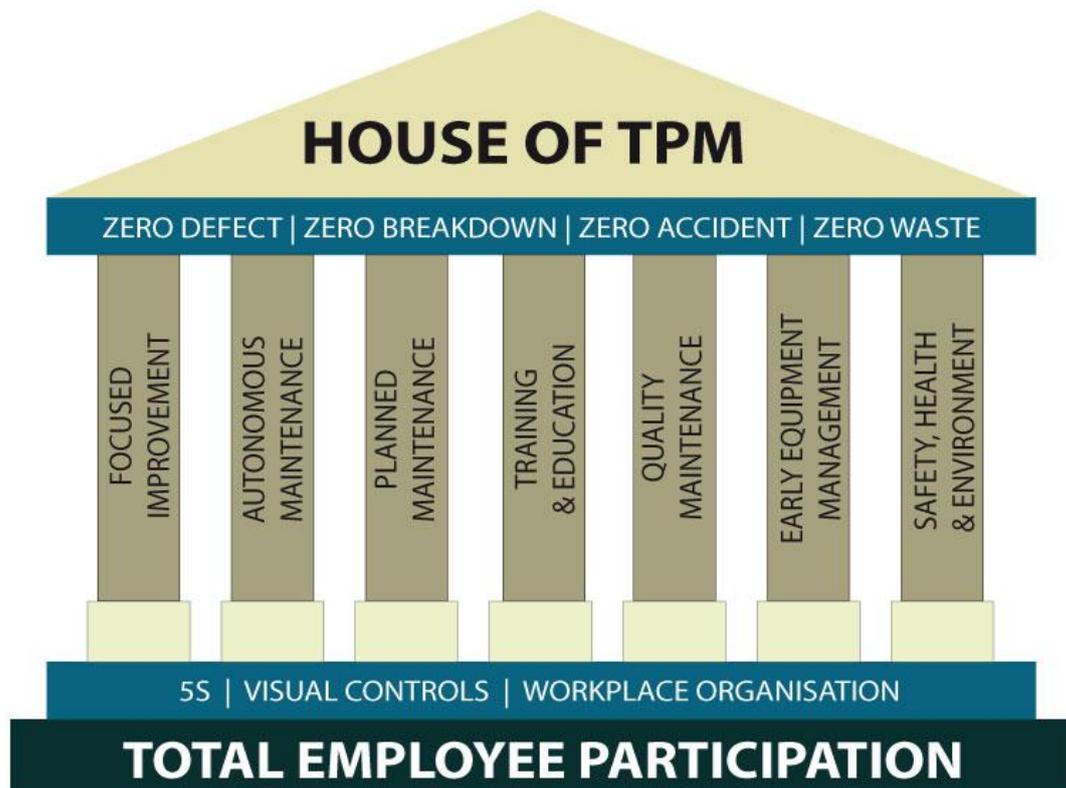


Figura 2.7 - Pilastri del TPM (Stapub, 2018)

L'introduzione del sistema garantisce una serie di vantaggi:

- uso più efficiente di impianti e attrezzature
- diminuzione degli scarti e delle rilavorazioni
- cooperazione tra diverse aree
- maggior coinvolgimento del personale

Poiché il TPM si pone l'obiettivo della massima efficienza degli impianti l'indicatore che meglio permette di osservare i cambiamenti è l'OEE.

### 2.2.8 Single Minute Exchange of Die

La metodologia dello *SMED*, acronimo inglese di “*Single Minute Exchange of Die*” (traducibile in “cambio stampo in un solo minuto”, dove con “singolo minuto” si intende “singola digit” ovvero una sola cifra e pertanto in meno di 10 minuti), fornisce un modo rapido ed efficiente di convertire un processo produttivo dal lotto corrente a quello successivo, andando così ad abbattere un tipo specifico di spreco ossia le perdite di tempo<sup>21</sup>.

Una produzione diversificata con lotti di piccole dimensioni, come è tipico della gestione *JIT*, ha lo svantaggio che non appena la produzione inizia a prendere slancio si deve passare ad un nuovo prodotto, che ovviamente necessita di un nuovo *setup*.

L'obiettivo principale della tecnica è quello di ridurre drasticamente questi tempi ed eliminare la necessità di regolazioni su attrezzatura, strumenti, macchine ed impianti, questo perché l'attrezzaggio è la parte più improduttiva di un processo (fig. 2.8).



Figura 2.8 - Tempo di Attrezzaggio (Google Images)

Questo rappresenta, infatti, un'attività che non dà valore aggiunto al prodotto, inoltre assorbe la capacità produttiva di macchine e impianti, assorbe la capacità umana, vincola l'organizzazione, non ha un metodo o un ciclo di lavoro e pertanto un tempo di riferimento e, infine, presenta spesso situazioni imprevedibili.

Nella preparazione di una macchina è possibile distinguere due diversi tipi di attrezzaggio<sup>22</sup>:

- **attrezzaggio interno**: include tutte quelle attività che possono essere svolte solamente quando l'impianto o la linea sono ferme, come ad esempio la sostituzione di uno stampo.
- **attrezzaggio esterno**: sono quelle azioni che possono essere compiute anche quando le macchine sono in funzione e comprendono attività come il preriscaldamento di uno stampo o il trasporto delle attrezzature.

Quando si vuole implementare lo *SMED* si deve procedere attraverso otto fasi:

- dividere le operazioni di attrezzaggio in interne ed esterne
- convertire quante più operazioni di *setup* interne in esterne
- standardizzare la funzione

<sup>21</sup> <https://it.wikipedia.org/wiki/SMED>

<sup>22</sup> <https://www.leanproduction.com/smed.html>

- utilizzare sistemi di chiusure funzionali o eliminarle completamente
- usare maschere intermedie
- adottare operazioni in parallelo
- eliminare le regolazioni
- meccanizzare

Devono inoltre essere presi in considerazione i seguenti concetti:

- effettuare le operazioni di *setup* esterne quando la macchina è ancora in funzione
- separare le azioni interne ed esterne, assicurandosi che tutte le parti funzionino ed implementino efficienti metodi di trasporto delle parti
- conversione delle azioni di attrezzaggio interne in esterne
- miglioramento di tutte le azioni di attrezzaggio dando priorità a quelle interne

L'adozione di tutti questi accorgimenti permette una drastica riduzione dei tempi di attrezzaggio, addirittura fino al 95% (fig. 2.9).



Figura 2.9 - Implementazione dello *SMED* (Lean Production, 2011)

In conclusione si può affermare che i vantaggi dell'utilizzo dello *SMED* sono:

- maggior flessibilità produttiva
- riduzione dei tempi di attrezzaggio e regolazione macchine
- maggior produttività in tempi inferiori
- assenza di sovrapproduzione
- riduzione dei magazzini
- minor numero di errori in fase di attrezzaggio
- miglior organizzazione del lavoro
- maggior soddisfazione del cliente
- maggior sicurezza

## 2.3 Tecniche della Lean

### 2.3.1 Heijunka

L'*heijunka* (平準化, dove 平 significa piatto e 準化 standardizzazione, traducibile quindi come "livellamento della produzione"), è una tecnica adottata nelle aziende per equilibrare il carico di lavoro e minimizzare le fluttuazioni di fornitura, riducendo così lo spreco di *mura*<sup>23</sup>.

Lo strumento prevede la produzione dei beni a monte con un ritmo costante in modo da garantire lo stesso ritmo costante alle operazioni a valle.

Questo viene reso possibile grazie ad un piccolo inventario di prodotto finito al termine del processo produttivo, permettendo così un livellamento della domanda per l'intera produzione e rendendo più efficace l'utilizzo delle risorse lungo il flusso di valore.

Idealmente la domanda risulta essere costante e la pianificazione della produzione quindi è semplice, nella realtà però la domanda è variabile e quindi il livellamento è più ostico, per questo motivo esistono due approcci per ottenerla<sup>24</sup>:

- **Livellamento della Produzione**
- **Livellamento della Domanda**

Il livellamento della produzione può avvenire secondo due criteri:

- volume: in presenza di una domanda variabile si potrebbe pensare che l'approccio migliore sia produrre seguendo la variabilità della domanda stessa, in realtà il metodo più efficace consiste nel produrre secondo la media della domanda a lungo periodo e tenendo un magazzino di dimensioni proporzionali alla variabilità della domanda stessa, stabilità del processo produttivo e frequenza delle forniture (fig. 2.10).

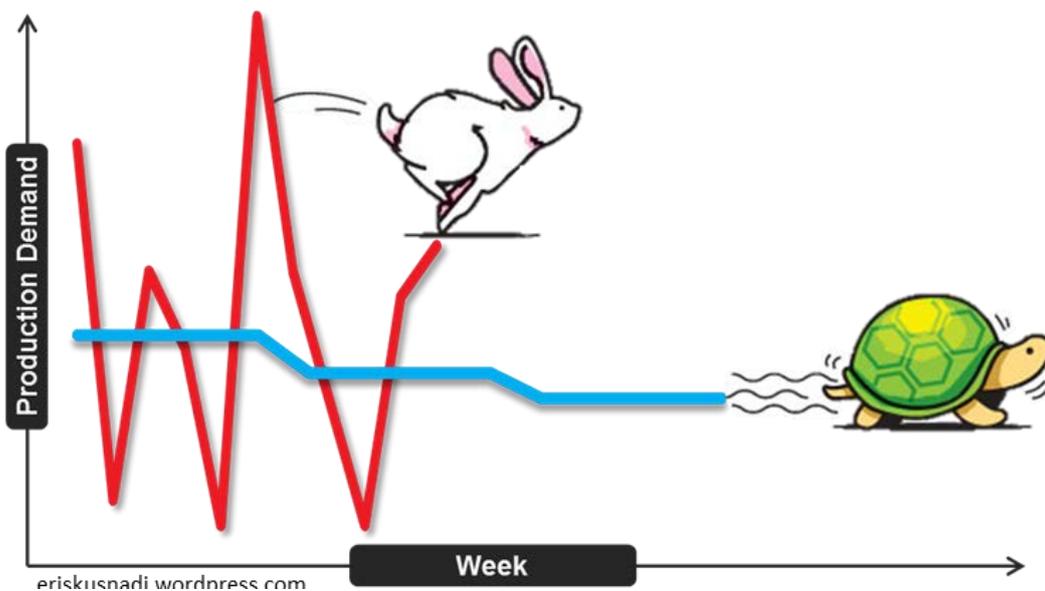


Figura 2.10 - Livellamento per Volume (Mylean4u, 2015)

- tipo di prodotto: la maggior parte delle produzioni si compongono di più prodotti e

<sup>23</sup> <http://qualitiamo.com/articoli/heijunka.html>

<sup>24</sup> <http://www.encob.net/blog/2009/12/07/cosa-e-heijunka/>

pertanto deve essere definita una sequenza di produzione: nella programmazione si mira a ridurre i tempi di setup in modo tale che possano venir prodotti lotti sempre più piccoli di ogni prodotto e così annullare i tempi persi.

Per semplificare il livellamento di prodotti con diversi livelli di domanda si usa spesso il cosiddetto *heijunka box*, un tabellone per controllo visuale in cui ogni riga orizzontale rappresenta un prodotto, mentre ogni colonna verticale rappresenta gli identici intervalli di tempo nei quali ritirare il cartellino *kanban* (fig. 2.11).

In questa maniera l'*heijunka box* livella costantemente la domanda in brevi incrementi di tempo e livella la domanda per mix del prodotto.

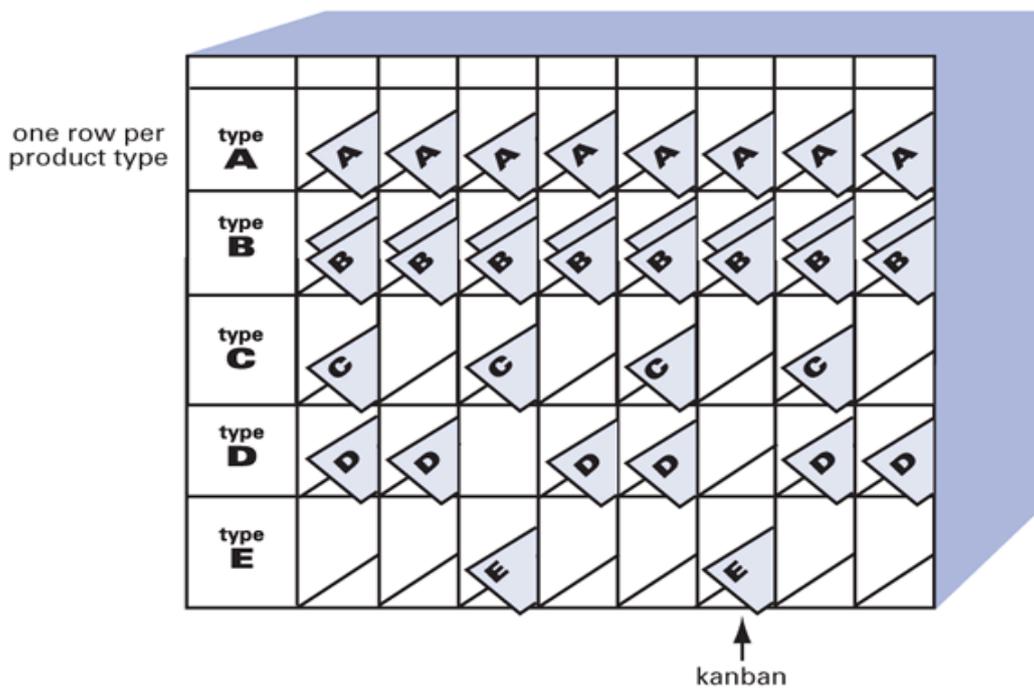


Figura 2.11 - Heijunka Box (Encob, 2009)

Il livellamento della domanda viene effettuato attraverso politiche di influenza della domanda e gestione dei processi produttivi oltre che ai processi di vendita e ordine: questo significa che i tempi dell'intera *supply chain* devono essere ridotti, infatti solamente tempi di costruzione-consegna con lo stesso ordine di grandezza delle attese del cliente permettono il successo della pianificazione, garantendo così bassi livelli di *stock*.

### 2.3.2 Spaghetti Chart

La mappatura Spaghetti Chart è molto utile per visualizzare i flussi fisici di materiali, o di persone, o di documenti e può essere applicata sia in ambito manifatturiero che office.

In ambito produttivo, ad esempio, si prende in considerazione un prodotto o una famiglia di prodotti di riferimento e si traccia tutto il flusso produttivo, o solo la parte che si vuole analizzare, su un layout dello stabilimento. Operativamente si può realizzare proprio con carta e penne colorate. Si traccia tutto il percorso fatto normalmente all'interno dell'azienda

da quel prodotto, indicando sulla mappa le fasi di trasformazione, i punti di stoccaggio, i controlli, ecc...

Questa mappatura permette di evidenziare tutte le movimentazioni (*muda*) eseguite, tutti gli incroci effettuati frutto di un layout non ottimale, i metri, o a volte i km, percorsi durante il ciclo produttivo e numerose altre informazioni utili.

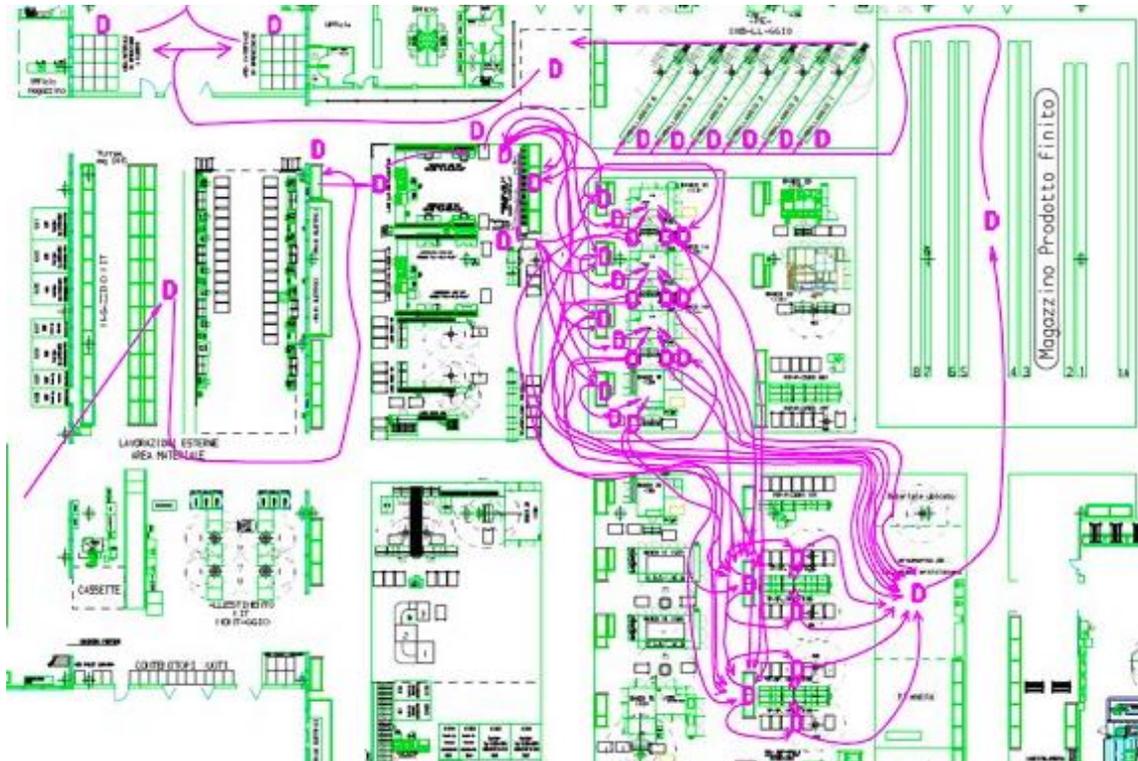


Figura 2.12 - Esempio di Spaghetti Chart (Lean Manufacturing, 2017)

### 2.3.3 Jidoka

*Jidoka* (自動化, con 自 che significa sé stessi e 働化 movimentazione, è traducibile come “automazione”, l’introduzione però di una modifica nel secondo *kanji* con l’accento all’essere umano porta quindi alla definizione proposta da Toyota di “automazione con un tocco umano”) è una strategia che consiste nel dotare ogni macchinario di un sistema di controllo della produzione e nel formare i lavoratori in modo da bloccare il processo produttivo qualora venissero osservate situazioni anomale e quindi di intervenire correggendo il problema (fig. 2.13)<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> <http://www.qualitiamo.com/miglioramento/jidoka/jidoka.html>

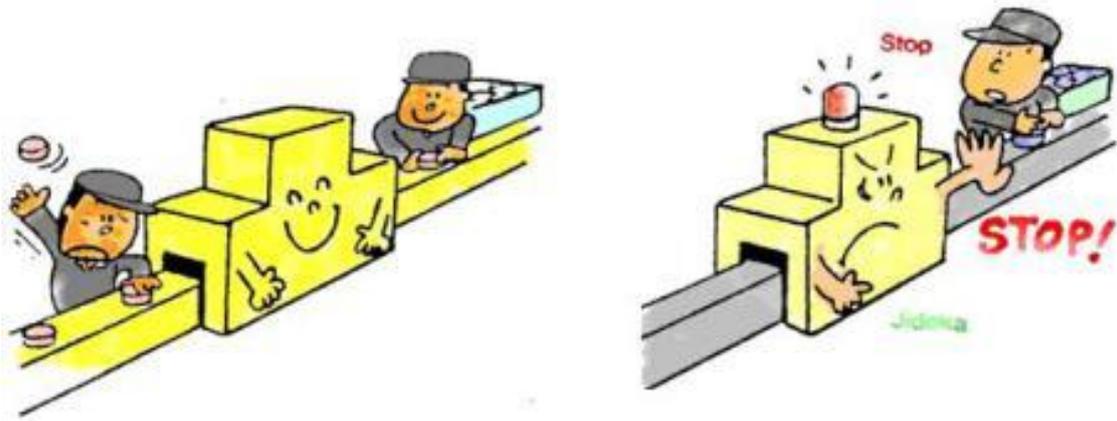


Figura 2.13 - Automattizzazione Intelligente (Tudo Sobre Lean, 2011)

Il *Jidoka* venne avanzato dal fondatore di Toyota, Sakichi Toyoda, che inventò un sistema che bloccava automaticamente un telaio qualora venissero rilevati fili rotti, permettendo così all'operaio di intervenire, in tal modo un solo operatore poteva controllare più macchinari. Si capisce come questo concetto presupponga la necessità che il macchinario si arresti automaticamente e che l'operatore intervenga risolvendo il problema in modo da evitare che pezzi difettosi vengano inviati alle stazioni successive, diminuendo così i difetti e gli sprechi.

Generalmente le cause più comuni di difetti sono:

- procedure operative inappropriate
- eccessiva variabilità dei lavori
- materiali difettosi
- errori umani
- problemi con le macchine

Secondo i principi del *jidoka* l'operatore viene formato per esercitare il pieno controllo sulla linea produttiva affidatagli, fermando ogniqualvolta si verificano anomalie, quali:

- problemi qualitativi
- problemi alla strumentazione
- problemi di sicurezza
- mancanza di pezzi
- sovrapproduzione

*Jidoka* però non si limita solo a questo, significa anche capire le cause che hanno originato il problema e prendere le opportune misure in modo che non si verifichino più, incarnando quindi il concetto di miglioramento continuo che sta alla base della *lean production*.

### 2.3.4 Poka Yoke



*Poka Yoke* (ポカヨケ, letteralmente “a prova di scimmia”, avente quindi il significato di “a prova di errore”) è un termine giapponese usato nel settore del disegno industriale per indicare una scelta progettuale o un’apparecchiatura che, ponendo dei limiti al modo in cui un’operazione può essere compiuta, forza l’utente ad una corretta esecuzione della stessa, qualunque sia la loro competenza lavorativa (fig. 2.14)<sup>26</sup>.

Figura 2.14 - Esempio di *Poka Yoke* (Timetoast, 2007)

Un sistema anti-errori può essere implementato tramite avvertimenti, la prevenzione o il controllo di un’azione errata, la scelta su come affrontare il problema si basa sul comportamento umano nel processo produttivo: errori occasionali vengono affrontati tramite avvertimenti, mentre errori frequenti o impossibili da evitare potrebbero richiedere un sistema di controllo di tipo *poka yoke*.

Secondo l’ideatore di questo strumento, Shigeo Shingo, esistono tre tipi di *poka yoke*:

- **Metodo del Contatto:** le caratteristiche fisiche di un oggetto permettono di distinguere la posizione corretta o impediscono di connettere tra loro degli oggetti, evitando così i malfunzionamenti causati da un errato contatto.
- **Metodo del Valore Fisso:** controlla se è stato compiuto un certo numero di operazioni.
- **Metodo delle Fasi di Lavoro:** controlla se sono stati eseguiti nel corretto ordine tutte le fasi di un determinato processo.

Questo strumento ben si integra con il concetto di *lean production* in quanto mira alla riduzione degli sprechi e all’aumento della qualità del prodotto già in fase di realizzazione: dietro il *poka yoke* vi è la convinzione che non è accettabile produrre neanche un singolo elemento difettato, infatti, un livello di scarto dello 0,1% indica che solo un cliente su mille riceverà un prodotto non conforme, tuttavia per lo stesso cliente il prodotto sarà non idoneo al 100%.

Questo metodo inoltre permette l’esecuzione in maniera automatica di alcune attività, permettendo ai dipendenti di dedicare tempo ed energie ad altre attività a maggior valore aggiunto.

<sup>26</sup> <https://it.wikipedia.org/wiki/Poka-yoke>

## 2.4 Strumenti della Lean

### 2.4.1 Kanban

“Kanban” (看板, dove 看 significa visuale, mentre 板 vuol dire segnale) è una parola giapponese che significa “cartellino” ed è utilizzata per definire una tecnica *lean* che rende possibile il *pull flow* ovvero il flusso tirato dei materiali per mezzo, per l'appunto, di cartellini (fig. 2.15).



Figura 2.15 - Kanban (Kanban, 2018)

Tradizionalmente le aziende gestiscono la produzione come un flusso che va da monte a valle, partendo dalle fasi iniziali, passando per l'assemblamento e giungendo al prodotto finito, la tecnica del *kanban*, invece, ribalta la

mentalità aziendale, idealizzando il processo produttivo come un'operazione che va da valle a monte e che realizza i beni solamente quando sono effettivamente richiesti<sup>27</sup>.

Il sistema *kanban* permette di regolamentare la produzione, la movimentazione e l'acquisto dei materiali sia per quanto riguarda la quantità che la tipologia, consentendo di evitare la sovrapproduzione dal momento che viene prodotto solamente ciò che viene chiesto, quando viene chiesto e nelle quantità richieste.

Il *kanban* è quindi un metodo operativo che consente la circolazione delle informazioni in maniera sistematizzato tra i vari reparti all'interno di un'azienda o anche tra azienda e fornitori, eliminando quindi il bisogno di complessi sistemi di programmazione della produzione (fig. 2.16).

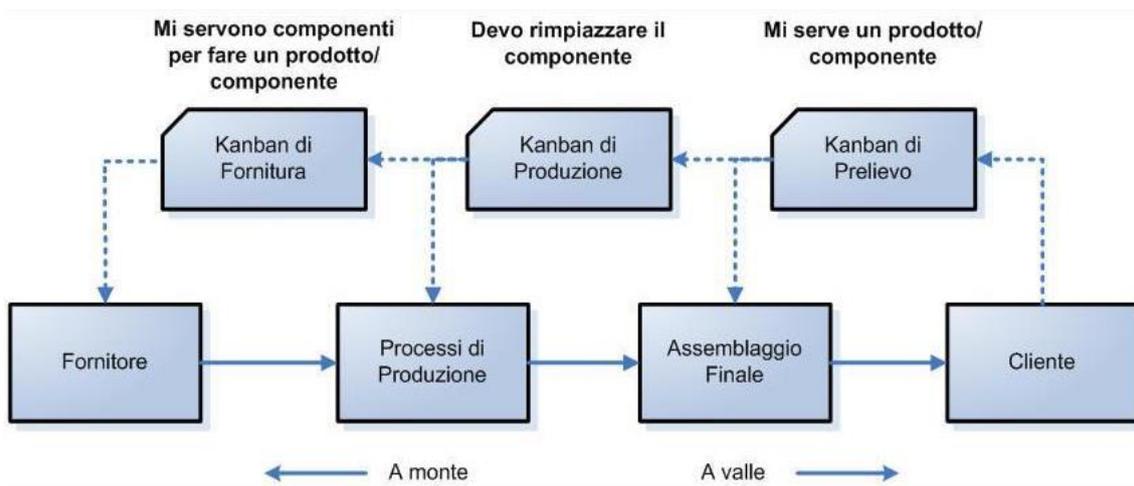


Figura 2.16 - Produzione *Pull* tramite *Kanban* (Lean Manufacturing, 2017)

<sup>27</sup> <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/kanban.html>

I *kanban* sono principalmente di tre tipi<sup>28</sup>:

- **Kanban di Prelievo**: questo cartellino permette la movimentazione di materiale tra diversi centri di lavorazione, collegando i centri di stoccaggio in entrata e in uscita di un centro di produzione.
- **Kanban di Produzione**: documento che autorizza un centro alla produzione di un contenitore standard per rimpiazzarne uno appena prelevato dal suo punto di stoccaggio in uscita, collega pertanto un centro di stoccaggio in uscita con il relativo centro di produzione.
- **Kanban di Fornitura**: foglio in cui sono riportate istruzioni sulla tipologia e quantità dei pezzi da consegnare.

Le informazioni che generalmente si possono trovare su questi documenti sono:

- codice del componente interessato
- fornitore del componente
- nominativo del cliente
- tempo a disposizione per il ripristino
- quantità da rifornire
- contenitore da utilizzare
- ulteriori informazioni specifiche

Questi cartellini vengono in genere posizionati all'interno di un contenitore che ha una certa quantità di materiale, terminato questo il cartellino viene passato al fornitore che provvede al ripristino dei pezzi.

Si può quindi affermare come il sistema *kanban* introduca le seguenti migliorie:

- eliminazione della produzione
- aumento della flessibilità nella risposta al cliente
- semplificazione del sistema informativo legato alla produzione
- maggior integrazione nella catena dei processi
- miglior gestione nella risoluzione delle criticità

### 2.4.2 Metodo A3

Questo metodo prende il nome dal formato del foglio di carta A3 su cui vengono riportate tutte le informazioni inerenti problemi, proposte o modifiche di realtà interne all'azienda, fissando quindi le conoscenze acquisite in modo che possano essere trasmesse ad altri per essere utilizzate come base per futuri cambiamenti<sup>29</sup>.

La compilazione del documento viene effettuata coinvolgendo tutti i partecipanti alla base del problema o dell'obiettivo da raggiungere, qualunque sia il livello gerarchico da loro occupato, in questo modo vengono raccolte le opinioni e le annotazioni da tutti i punti di vista, permettendo di analizzare il problema nella sua interezza.

---

<sup>28</sup> <http://www.kanban.it/it/>

<sup>29</sup> <http://www.qualitiamo.com/approfondimento/strumento-A3.html>

Il foglio utilizzato viene letto e compilato dall'alto verso il basso, da sinistra verso destra, ed è diviso in diverse parti a seconda del contesto e del problema (fig. 2.17), è però sempre possibile individuare le seguenti sezioni<sup>30</sup>:

- **Titolo:** descrive in maniera oggettiva il problema al lettore, senza specificare le possibili soluzioni
- **Scenario:** viene brevemente descritto il contesto e l'importanza del problema in esame, identificando poi chi sono i destinatari della richiesta e specificando alcune informazioni utili per l'elaborazione di una strategia
- **Situazione Attuale:** ha l'obiettivo di descrivere lo stato attuale in maniera semplice e chiara, facendo in modo che sia facilmente comprensibile al lettore
- **Obiettivi:** descrive ciò che vuole essere raggiunto al termine del cambiamento e le modalità secondo cui il raggiungimento di tale obiettivo verrà valutato
- **Analisi delle Cause:** si procede ad analizzare attentamente il problema in modo da individuarne le cause, in questo modo non potrà più ricomparire una volta implementate le soluzioni
- **Contromisure:** vengono riportate e descritte le azioni che verranno poi intraprese per migliorare il sistema
- **Conferma degli Effetti:** sono riportati i dati raccolti in seguito alle modifiche e quindi confrontati con quelli riferiti alla situazione base
- **Azioni Successive:** sono riportate proposte per ulteriori cambiamenti in modo da avvicinarsi sempre più alla perfezione

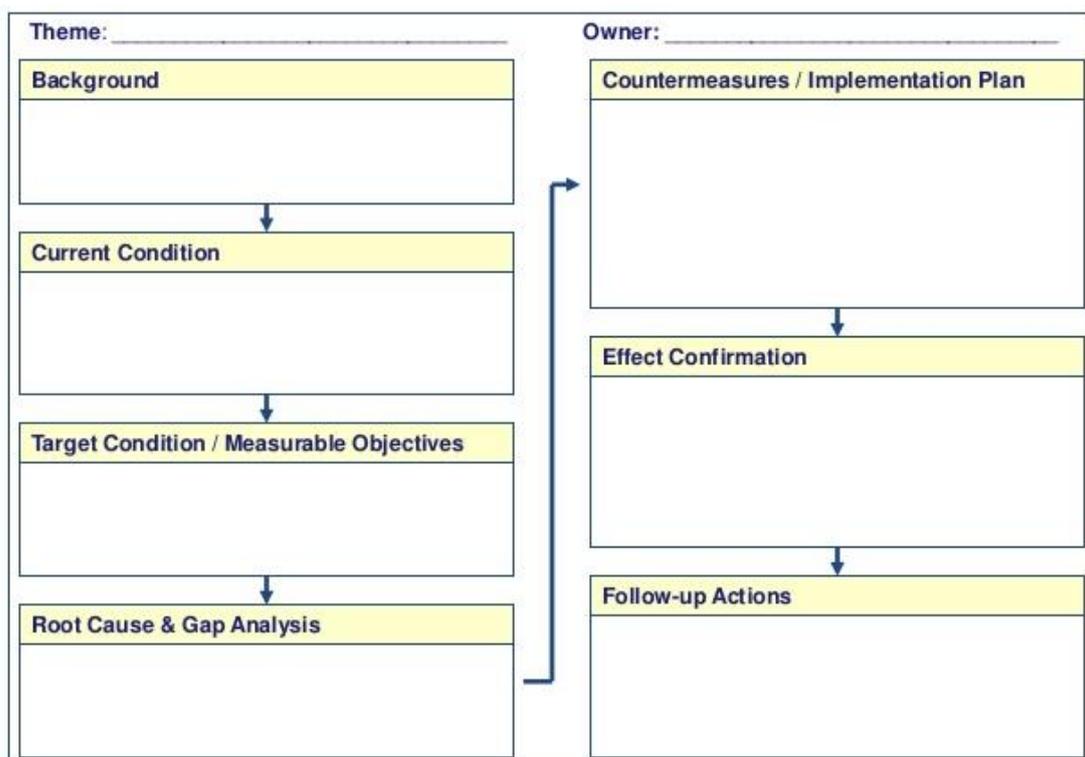


Figura 2.17 - Esempio di A3 (Slideshare, 2011)

<sup>30</sup> <http://www.encob.net/blog/2009/04/21/come-funzionano-gli-a3/>

La scelta del formato A3 costringe a un notevole sforzo di sintesi nel mentre lo si completa, rendendo il messaggio veramente scarno, tuttavia è proprio questa comunicazione tramite semplici concetti che permette una rapida e semplice comprensione dei concetti.

### 2.4.3 Plan For Every Part

Il “Piano Per Ogni Parte”, noto anche con la sigla “PFEP” (dall’inglese *Plan For Every Part*), è un sistema informatico che raccoglie informazioni su ogni elemento presente lungo il flusso di valore, a partire dalle scorte sino al prodotto realizzato.

Il PFEP permette di riunire in un unico posto le informazioni necessarie e di renderle disponibili a chiunque voglia consultarle, consentendo così ai vari reparti di comunicare tra loro in maniera rapida e precisa (fig. 2.18)<sup>31</sup>.

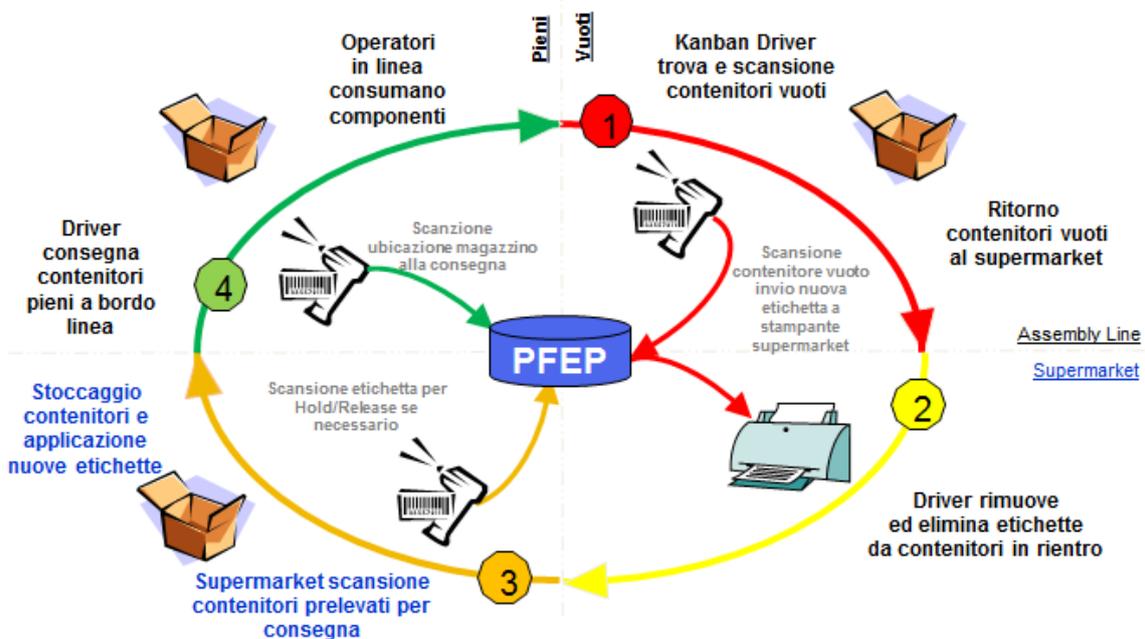


Figura 2.18 - Schematizzazione del PFEP (Proplanner, 2017)

Le informazioni contenute all’interno del sistema PFEP sono numerose e in continuo aggiornamento, inoltre ogni azienda ne preferisce alcune rispetto ad altre, tuttavia, si possono generalmente sempre individuare:

- numero di parti acquistate
- numero di parti ricevute
- estremi del fornitore
- punto d’utilizzo
- punto d’immagazzinamento
- caratteristiche del contenitore
- tempo di transito
- utilizzo

<sup>31</sup> <http://www.encob.net/blog/2011/10/25/cosa-e-piano-per-ogni-parte-pfep/>

- numero di cartellini nel sistema

Tale strumento è indispensabile per una corretta gestione della logistica e dei magazzini, infatti, un'assenza oppure una cattiva gestione del sistema può provocare gravi problemi nella produzione, come l'interruzione della stessa per via della mancanza di pezzi indispensabili e che si pensava fossero ancora disponibili, oppure rallentamenti causati dal non sapere dove siano stati immagazzinati gli elementi.

Vista quindi la natura delicata del sistema l'aggiornamento viene effettuato solamente da incaricati responsabili, generalmente addetti alla logistica, altre persone lungo il flusso di valore posso tuttavia presentare rettifiche, solitamente tramite moduli, in cui informano il reparto logistica dell'incoerenza rispetto a quanto osservato dal sistema.

## **2.5 Indicatori della Lean Production**

### **2.5.1 Overall Equipment Effectiveness**

L'*Overall Equipment Effectiveness*, spesso indicato con l'acronimo "OEE", non è effettivamente uno strumento che permette l'implementazione della *lean production*, quanto piuttosto un parametro che permette di identificare l'efficacia totale di un impianto e, indirettamente, determinare quali sono le cause che provocano inefficienze e dove queste si realizzano.<sup>32</sup>

Questo indice viene definito in punti percentuali e riassume in sé tre concetto molto importanti dal punto di vista della produzione manifatturiera:

- **Disponibilità:** rappresenta il rapporto tra il tempo in cui l'impianto è effettivamente in funzione e il tempo potenziale in cui potrebbe lavorare, comprensivo dei tempi di arresto per guasti e attrezzaggi.
- **Efficienza:** indica la velocità con cui sta funzionando l'impianto rispetto a quella prevista di progetto; spesso, infatti, l'obsolescenza, la scarsa manutenzione e modifiche successive tendono a rallentare le macchine o ad incepparle, causando così minore produzione.
- **Tasso di Qualità:** indica il numero di pezzi realizzati conformi alle specifiche rispetto al numero totale di elementi prodotti.

Questi parametri vengono determinati sulla base di alcuni elementi<sup>33</sup>:

- A: tempo operativo netto
- B: tempo di funzionamento < A
- C: obiettivo di produzione
- D: produzione reale < C
- E: produzione reale
- F: produzione conforme < E

---

<sup>32</sup> [https://it.wikipedia.org/wiki/Overall\\_Equipment\\_Effectiveness](https://it.wikipedia.org/wiki/Overall_Equipment_Effectiveness)

<sup>33</sup> [http://www.leancompany.it/lean\\_tools/oe.html](http://www.leancompany.it/lean_tools/oe.html)

L'OEE si ricava quindi attraverso il seguente prodotto tra rapporti:

$$OEE = B/A * D/C * F/E$$

dove i rapporti rappresentano i sopra citati concetti fondamentali rispettivamente.

Questo parametro può avere un valore pari all'unità oppure minore, quest'ultimo caso implica che l'impianto non funziona al massimo delle sue potenzialità e pertanto si verificano delle perdite al suo interno.

Le perdite (fig. 2.19) possono essere di tre tipi a seconda del parametro entro cui sono inquadrabili e possono essere:

- per disponibilità: definite dalla differenza tra tempo operativo netto (A) e tempo di funzionamento (B), sono causate dall'inattività dell'impianto e vengono misurate in unità di tempo.
- per efficienza: date dalla differenza tra obiettivo di produzione (C) e produzione reale (D), sono causate da rallentamenti nelle macchine e sono quantificate in unità di produzione.
- per qualità: sono la differenza tra produzione reale (E) e produzione conforme (F), consistono in pezzi difettosi e sono conteggiate in unità di prodotto.

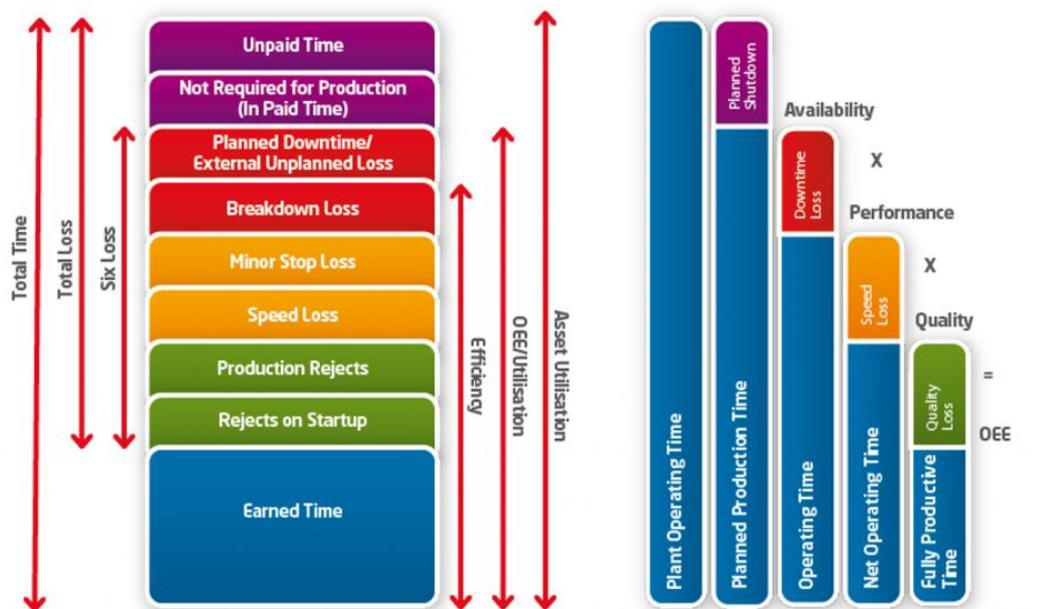


Figura 2.19 - Rappresentazione dell'OEE (Slideshare, 2015)

L'OEE fornisce inoltre una lettura dell'efficacia delle misure adottate in tempi piuttosto rapidi, permettendo di aumentare sensibilmente la produttività nel giro di pochi mesi e con costi in genere molto contenuti.

### 2.5.2 Takt Time

Takt time deriva dalla parola tedesca *taktzeit* ed è traducibile con "tempo dell'orologio", questo parametro infatti può essere definito come il tempo massimo permesso per produrre un prodotto in modo da soddisfare la domanda del prodotto stesso, per questo motivo,

infatti, è noto anche come “ritmo delle vendite”<sup>34</sup>.

Questo indicatore serve quindi per settare il ritmo delle linee della produzione industriale e quindi del flusso di valore, più precisamente si dovrà avere che il tempo totale necessario a completare il lavoro in ogni stazione sia minore del *takt time* in modo da poter soddisfare in tempo le richieste dei clienti<sup>35</sup>.

Il *takt time* viene calcolato usando la seguente formula:

$$T = T_a / T_d$$

- $T$  rappresenta il *takt time* ed è solitamente espresso in minuti lavorativi/unità di merce prodotta
- $T_a$  è il tempo netto di lavoro, ossia l'ammontare del tempo disponibile per ultimare il lavoro, calcolato decurtando dalla giornata lavorativa le tempistiche delle pause e dei momenti in cui la produzione può rimanere ferma, viene in genere definito in minuti lavorativi/giorno
- $T_d$  indica la domanda del cliente, definito in unità di merce richieste/giorno

Il *takt time* non deve però essere confuso con il *cycle time* ossia il tempo lavorativo manuale necessario per completare il processo analizzato (fig. 2.20).

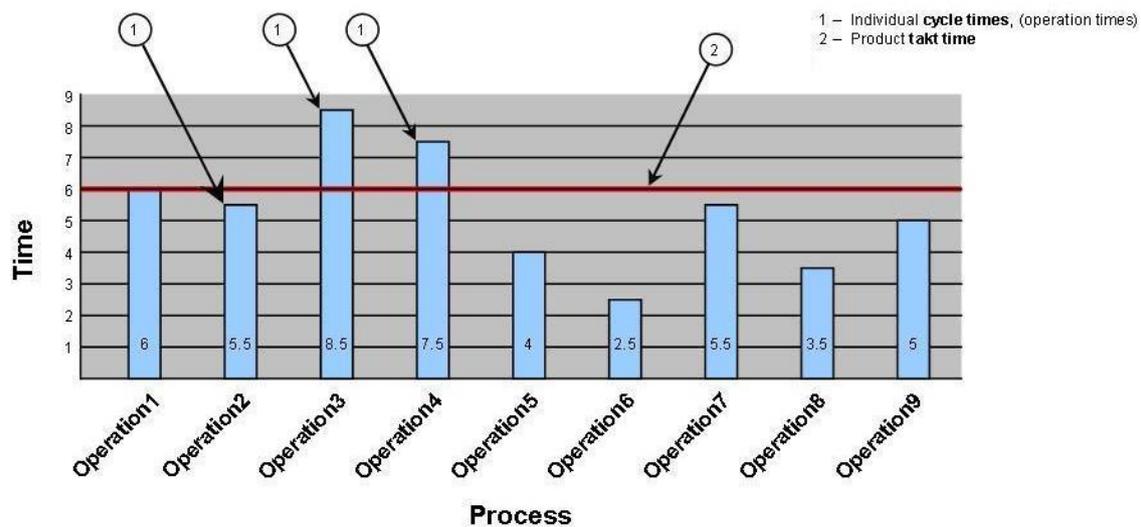


Figura 2.20 - Rappresentazione dei Tempi (Nwlean, 2018)

Affinché vi sia efficienza all'interno dell'azienda il *cycle time* dovrà essere prossimo al *takt time*, evitando in tal modo sia i fenomeni di sovrapproduzione qualora il primo sia inferiore al secondo, che di sottoproduzione quando invece avviene il contrario.

Una volta in possesso di entrambi i tempi è possibile calcolare il numero ottimale di operatori tramite il rapporto tra il *cycle time* e il *takt time*: qualora però l'effettiva dotazione di personale sia superiore a quella necessaria la produzione risulterà instabile a causa delle continue fermate in linea, se invece il personale è presente nel giusto numero allora la produzione sarà costante.

<sup>34</sup> <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/takt-time.html>

<sup>35</sup> <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/glossario/takt-time/>

In ultima vale la pena segnalare come nella realtà dei fatti le persone e i macchinari non mantengono mai un'efficienza del *100%*, provocando così pause ed arresti non previsti originariamente, in questi casi si dovrà tener conto delle circostanze e attrezzare la propria linea per lavorare ad una velocità superiore a quella prefissata.



# Capitolo 3

## Il Gruppo AGCO

### 3.1 Profilo Societario

Il gruppo AGCO (fig. 3.1) vede la sua nascita a Duluth in Georgia nel 1990, quando un gruppo di imprenditori, attraverso un'operazione di management buyout, rileva l'azienda Deutz-Allis, società dedicata alla produzione di macchine per l'agricoltura, e la rifonda inizialmente come Gleaner-Allis Corporation e (Wikipedia, 2013)



Figura 3.1 - Logo AGCO

successivamente il nome di Allis-Gleaner Corporation da cui deriva la sigla AGCO con la quale generalmente ci si riferisce all'azienda<sup>36</sup>.

L'azienda riesce ad imporsi sin da subito nel mercato, tantoché riesce già nel suo primo anno di vita ad acquisire marchi come Hesston Corporation e White Tractor, sulla scia di questo viene quindi deciso di quotare metà del proprio capitale sul listino NASDAQ.

I primi anni vedono l'azienda svilupparsi soprattutto sul mercato nazionale, ottenendo i diritti di distribuzione per il Nord America dello storico marchio Massey Ferguson, ma è nel 1994 con l'acquisizione della holding Massey Ferguson che AGCO ottiene lo status di azienda globale a seguito del quale viene deciso il trasferimento del listino al NYSE.

Gli anni seguenti vedono l'acquisizione di altre società tra cui McConnell Tractors, Black Machine, Tye Company e di Deutz Argentina e, nel 1997, della danese Dronniborg e della tedesca Fendt, riuscendo così a ottenere una posizione di rilievo anche nel mercato europeo. Con il nuovo millennio continua la politica espansiva tramite l'acquisto di Ag-Chem Equipment, del marchio Challenger di proprietà Caterpillar, di Sunflower Manufacturing e della finlandese Valta.

Nel 2007 AGCO ottiene il controllo del 50% della proprietà di Laverda S.p.A. e pochi anni dopo dell'intero capitale societario.

Inizia quindi l'espansione anche sul mercato asiatico, inizialmente tramite l'apertura di due siti produttivi in Cina e poi attraverso l'acquisizione di Shandong Dafeng Machinery Co., Ltd.. Contemporaneamente continua l'acquisizione di altre società nel resto del mondo, tra le quali Sparex Holdings Ltd., GSI Holding Corp., Santal Equipamentos, Intersystems Holdings Inc., Farmer Automatic e Precision Planting.

---

<sup>36</sup> <http://www.agcocorp.com/about/agco-history.html>

La politica economica di AGCO ha portato la società in poco meno di un trentennio ad essere 3<sup>a</sup> a livello globale per produzione di trattori e più in generale di macchine agricole (dietro solo a John Deere e Case New Holland, che però producono anche macchine per il movimento terra): più precisamente, la società gestisce l'intera filiera, progettando, sviluppando, producendo e distribuendo le proprie macchine, le quali consistono in trattori, mietitrebbiatrici, irroratrici, macchine per la fienagione, seminatrici, attrezzi per l'aratura, pezzi di ricambio, impianti per la produzione di proteine e strutture per lo stoccaggio di cereali.

Come già affermato precedentemente la società è di tipo internazionale, essa, infatti, presenta stabilimenti produttivi in 13 diversi Paesi e una rete di più di 3000 venditori sparsi in tutto il mondo (fig. 3.2)<sup>37</sup>:



Figura 3.2 - Presenza Globale del Gruppo AGCO (Agcocorp, 2018)

Nell'analisi del quadro economico si nota un fatturato relativo al 2016 pari 7.41 miliardi di dollari e un utile netto di 169 milioni di dollari.

Si osserva come la maggior parte dei profitti provengano dal mercato EMEA (Europa, Medio Oriente e Africa), con una percentuale del 57%, mentre il mercato nordamericano frutta al gruppo il 24% dei propri profitti; meno del 20% invece proviene dal Sud America e dall'Asia, ciò è probabilmente dovuto al fatto che il gruppo è da poco presente in questi luoghi e quindi non ha avuto abbastanza tempo per crearsi il mercato.

<sup>37</sup> <http://www.agcocorp.com/about/global-reach.html>

Per quanto riguarda l'andamento delle vendite si invita ad osservare la figura 3.3:



Figura 3.3 - Ripartizione Modale delle Vendite (Agcocorp, 2018)

Il principale mercato per il gruppo viene dalla vendita di trattori, essendo infatti questo il 57% del totale, il 16% proviene invece dalla vendita di ricambi, mentre il 12% dalla vendita di attrezzature per la manipolazione dei cereali, il trattamento dei semi e dagli impianti per la produzione di proteine.

### 3.2 Laverda S.p.A.



L'azienda Laverda nasce molti anni fa, nel 1873 a San Giorgio di Perlina per opera di Pietro Laverda (fig. 3.4)<sup>38</sup>.

La piccola azienda, nota inizialmente come "Ditta Pietro Laverda", si distingue per la maestria nella produzione artigianale di trebbiatrici, trinciapaglia, attrezzi agricoli, girarrosti, macchine enologiche, cannoni grandinifughi e orologi da campanile.

Figura 3.4 - Pietro Laverda (Laverdaworld, 2018)

Di seguito viene esposta una breve cronistoria focalizzata esclusivamente sullo stabilimento di Breganze, sede ove la quale è stato svolto il lavoro di tesi (fig. 3.5).

<sup>38</sup> <http://www.laverdaworld.com/it/azienda/storia>

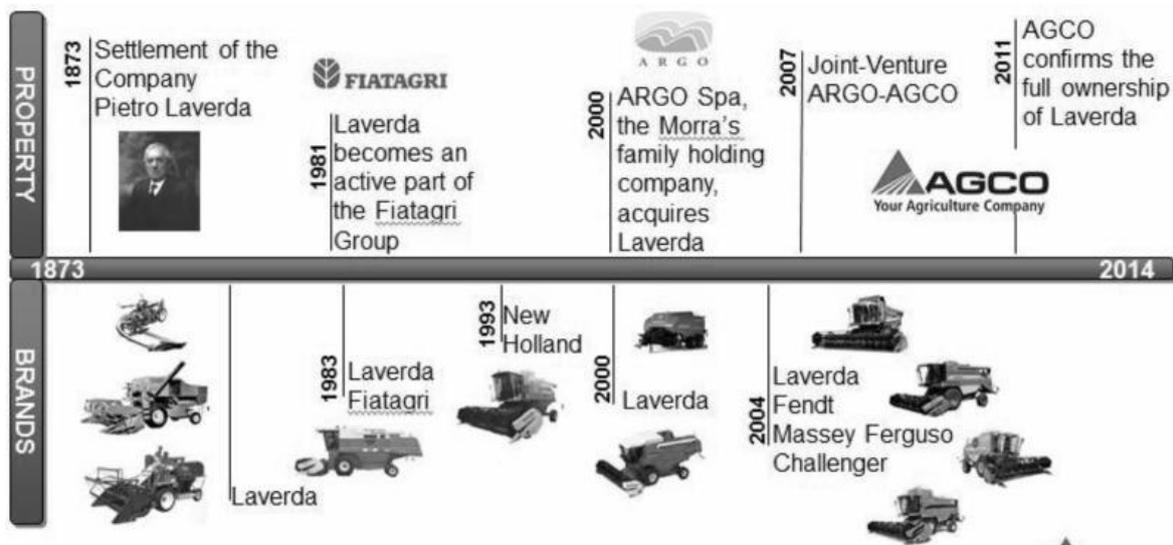


Figura 3.5: Cronostoria Fotografica dell'Azienda

1905: Dopo oltre 30 anni l'azienda assunse caratteristiche industriali grazie al trasferimento nella sede odierna di Breganze nel 1905, ove si potevano contare oltre 100 dipendenti. In quegli anni l'agricoltura iniziò comprendere i vantaggi della meccanizzazione, ed è proprio in quel momento che la produzione si protese verso le più svariate applicazioni al fine di coprire i bisogni dell'agricoltura: trebbiatrici manuali, trinciapaglia, ventilatori per granaglie, torchi per vinacce, sgranatoi per il mais ecc.

1930: Più tardi verso gli anni Trenta i nipoti Pietro Jr. e G. Battista subentrarono a Pietro Laverda al timone dell'azienda ed è proprio a loro che si deve la spinta per la svolta innovativa nella produzione. Grazie a questo cambio di mentalità il marchio Laverda si fece spazio nel mercato e divenne ben presto una delle aziende del settore agricolo più importanti sul suolo nazionale.

1956: Forte dell'esperienza e della notorietà acquisita con le mietitrici, Laverda progetta e realizza la prima mietitrebbia semovente italiana, la M60, con cui inizia a competere sui mercati italiani e internazionali (fig. 3.6a).

1971: Inizia la produzione del modello M100AL, prima mietitrebbia con sistema di livellamento trasversale e longitudinale (fig. 3.6c).

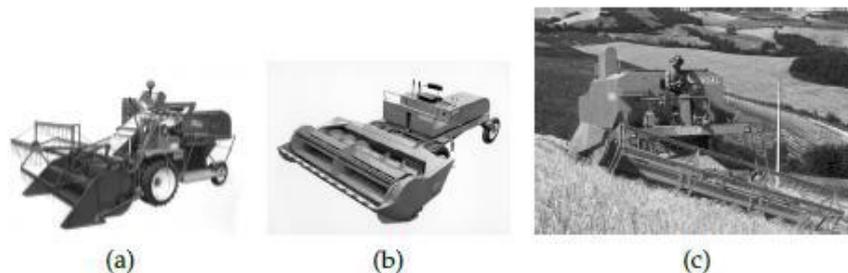


Figura 3.6: a) Mietitrebbia Laverda M60, b) Falciatrice Laverda AFC110, c) Mietitrebbia Laverda M100AL

*1981:* In un momento di grande sviluppo l'Azienda erige un nuovo stabilimento a Breganze ed entra in partnership con il gruppo *FIAT*, con il quale resterà legata per un ventennio. Dalle modernissime linee esce la grande *M182*, primo modello ad essere dotato di importanti funzioni controllate elettronicamente.

*1993:* La società raggiunge l'importante traguardo di *50000* mietitrebbie prodotte.

*2000-2001:* La *Argo S.p.A.*, società finanziaria della famiglia Morra, già proprietaria di Landini, acquisisce lo stabilimento di Breganze. La nuova proprietà rilancia con forza sul mercato lo storico marchio Laverda con una nuova linea di mietitrebbie, di presse per balle giganti e di rotopresse.

*2004:* La *Argo S.p.A.* costituisce una joint venture al *50%* tra Laverda *S.p.A.* e *AGCO Corporation*, di Duluth, Georgia, uno dei principali costruttori e distributori di trattori e macchine agricole al mondo. Per *AGCO*, Laverda produce le proprie mietitrebbie nei marchi Fendt, Massey Ferguson e Challenger già dal *2004*.

*2010:* Sono confermati i piani di sviluppo per Laverda, Centro Europeo d'Eccellenza per la produzione delle mietitrebbie. *AGCO* concentra tutta la produzione europea di mietitrebbie nello stabilimento di Breganze confermando così l'elezione di Laverda come sede strategica per le attività riguardanti le mietitrebbie in Europa. Ciò comporta l'integrazione completa del prodotto nella realtà Laverda.

*2010-2011:* Nel Novembre *2010* viene firmato l'accordo per l'acquisto del *100%* di Laverda e Fella da parte di *AGCO*, mentre nel Marzo *2011* *AGCO* conferma la piena proprietà di Laverda e Fella e concentra nello stabilimento di Breganze tutta la produzione europea di mietitrebbie, avvalorando così il ruolo strategico di Laverda ed innalzando l'azienda a Centro Europeo d'Eccellenza per la produzione. Negli stessi anni *AGCO* non solo conferma la sua volontà di impegnarsi nello sviluppo dello stabilimento ma acquista anche il rimanente *50%* divenendo così piena proprietaria sia di Laverda che di Fella.

*2014:* La denominazione dell'azienda è passata da Laverda *S.p.A.* ad *AGCO S.p.A.*.

Il successo dovuto alla qualità dei propri prodotti ha fatto sì che Laverda sia, a quasi *150* anni dalla fondazione, non solo ancora presente nel tessuto industriale del territorio, ma di essere leader nel mercato della progettazione, sviluppo e costruzione di mietitrebbie.

È proprio la straordinarietà dei propri mezzi che spinge il gruppo statunitense *AGCO* a investire prima e poi acquisire lo storico marchio.

Viene quindi scelta la sede di Breganze come polo centrale per la produzione di mietitrebbie destinate al mercato europeo, medio orientale e africano.

Attualmente lo stabilimento di Breganze conta più di *700* dipendenti e si estende su un'area di *250000 m<sup>2</sup>*, *65000* dei quali di superficie coperta e suddivisi nei reparti assemblaggio mietitrebbie, saldatura, taglio e piegatura, lavorazioni meccaniche, verniciatura, assemblaggio, teste di taglio, supermarket, accettazione, controllo qualità, manutenzione, spedizioni, prototipi e uffici (fig. 3.7).

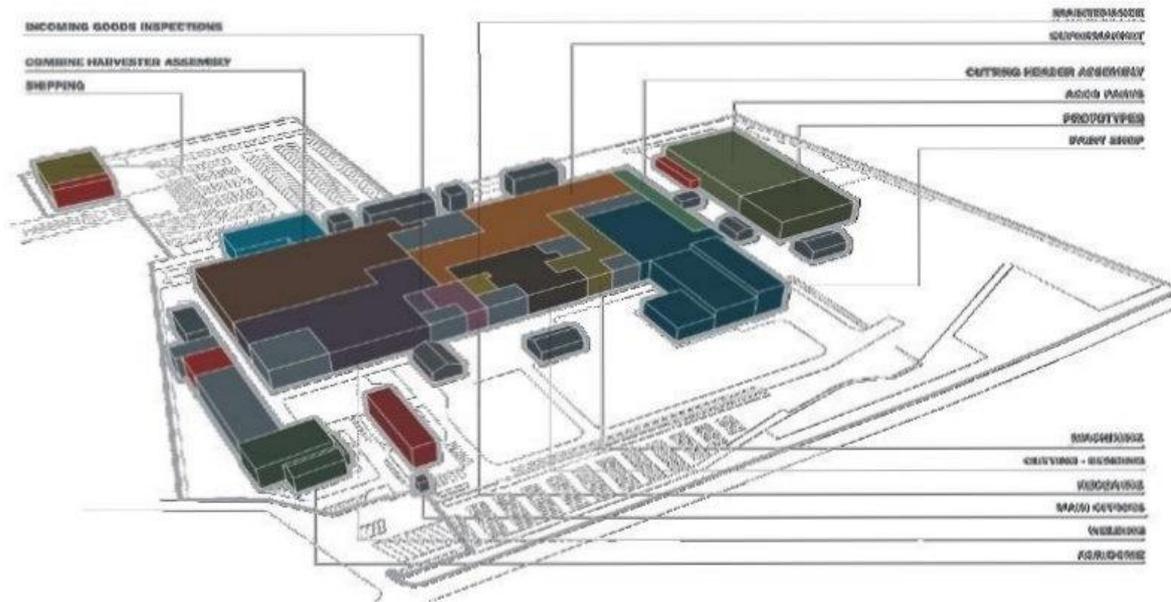


Figura 3.7 - Planimetria dello Stabilimento

La produzione di mietitrebbie è stagionale, con massimo produttivo che si realizza tra Gennaio e Giugno, e si colloca all'incirca sulle 800 unità.

### 3.3 La Produzione AGCO

#### 3.3.1 Mietitrebbie

La funzione principale di tutte le mietitrebbiatrici è quella di operare la raccolta di prodotti di agricoltura, principalmente cereali e leguminose secche. Le fasi di questo processo sono principalmente due:

- Mietitura: il prodotto viene tagliato e convogliato verso la fase successiva
- Trebbiatura: il prodotto che arriva dalla fase di taglio viene separato, pulito e stoccato in un serbatoio

I principali organi costituenti sono (fig. 3.8):

1. Piattaforma di Taglio: Il componente è posto nella parte più anteriore della macchina ed ha il compito di tagliare e convogliare il prodotto all'interno del canale elevatore. A seconda dell'area da mietere e delle esigenze del cliente vengono prodotte piattaforme di differenti larghezze, che vanno da quelle più corte di 16f (4.8m) a quelle adatte per territori più ampi che arrivano a 40f (12.2m).

La piattaforma a sua volta è costituita da altri componenti:

- Aspo Aiuta la fase di taglio, soprattutto nel caso di prodotti ad alto fusto.
- Coclea Permette il convogliamento del prodotto verso la parte centrale della piattaforma.
- Trasmissione Prendendo il moto dal motore collocato sulla mietitrebbia permette il movimento delle lame falcianti, dell'aspo e della coclea.

2. *Power Feed Roller*: rullo a dita retrattili all'ingresso del canale elevatore e che ha il compito di assicurare la continuità e la regolarità del flusso di prodotto agli organi trebbianti. Influenza in modo sostanziale le fasi successive a seconda della variabilità del prodotto, infatti l'umidità, la quantità e le dimensioni del prodotto sono parametri che non hanno poco peso nel ciclo di funzionamento.
3. Battitore: tamburo dotato di spranghe battenti e masse inerziali che batte e separa il prodotto
4. Controbattitore: struttura a fili e spaziatura differenziata che avvolge il battitore
5. *Multi Crop Separator Plus*: sistema per la separazione forzata della granella dalla paglia prima dell'arrivo negli scuotipaglia, è un sistema brevettato da Laverda.
6. Scuotipaglia: sistema di separazione della granella dotato di grigliati e gradini
7. Sistema di Pulizia: permette l'espulsione degli elementi di scarto nella parte posteriore della macchina. Questo sub-assemblato è molto variabile a seconda degli optional richiesti dal cliente, tuttavia è possibile raggruppare dei componenti che lo costituiscono
  - Sistema di ventilazione composto da due ventole azionabili elettricamente chiamate spargipula, permette una diffusione più omogenea degli scarti verso il terreno.
  - Trinciapaglia Optional che ha la funzione di ridurre le dimensioni degli scarti, per consentirne la distribuzione in maniera diffusa sul terreno oppure il recupero per destinarli ad altro utilizzo (allevamento).
  - Deflettori posteriori Agevolano, anche in assenza del sistema di ventilazione, la diffusione degli scarti.
8. Cabina: parte dove il conducente aziona e comanda la mietitrebbiatrice. Tutte le cabine sono dotate di una postazione di guida, una postazione per un passeggero, comandi di guida ed un computer di bordo.
9. Serbatoio: contenitore per lo stoccaggio della granella di capacità differenti al variare del modello.
10. Motore: l'anima che aziona tutta la mietitrebbia è un motore a combustione interna ad accensione spontanea di tipo Diesel a cilindrata elevata. A seconda del modello al quale viene installato vi sono diverse caratteristiche variabili:
  - Cilindrata
  - Quantità di particolato emesso
  - Potenza erogabile
11. Trinciapaglia: strumento per tagliare e distribuire i residui di lavorazione.
12. Tubo di Scarico: utilizzato per lo scarico della granella è posto nella parte superiore della macchina. Grazie al brandeggio orizzontale agevola il riempimento di qualsiasi tipo di rimorchio.



Figura 3.8 – Mietitrebbia

Lo stabilimento di Breganze produce mietitrebbie di tre tra i grandi marchi di proprietà della AGCO: Laverda, Fendt e Massey Ferguson e rifornisce interamente la regione EAME (Europe, Africa and Middle East).

La produzione ha un andamento fortemente stagionale ed è concentrata nei periodi invernali e primaverili in quanto i clienti svolgono le loro attività principalmente durante le stagioni calde.

Vengono realizzati all'incirca 950 mietitrebbie ogni anno, divise tra i vari modelli disponibili elencati di seguito:

- Economy:** modello che fa parte dei prodotti base della gamma proposta dall'azienda. Dedicato per terreni di medio-piccole dimensioni, ha nel suo punto di forza i costi ridotti sia di manutenzione che di acquisizione, oltre all'elevata affidabilità dovuta alla semplicità di costruzione che ne assicura un lungo ciclo di vita. É disponibile solamente nella configurazione a cinque scuotipaglia. Tra i principali optional a disposizione dei clienti vi è il trinciapaglia, la ralla orientabile di 8%, la trazione integrale 4WD e l'assale posteriore livellante, questi ultimi due solamente per le varianti con motore 154kW (tab. 3.1).

Brand	Modelli	
	129kW	154kW
Laverda	Rev200	M200
Massey Ferguson	Activa 7240	Activa 7244
Fendt	5180 E	5220 E



Tabella 3.1 – Modello Economy

- **Utility:** prodotti di media fascia e rappresentato un buon compromesso tra la semplicità dei modelli Economy e l'elevata tecnologia presente nei modelli di fascia superiore ed è proposta nelle configurazioni a cinque e sei scuotipaglia. E' inoltre a disposizione un optional denominato *MCS (Multi Crop Separator)* in grado di offrire una separazione più efficace della granella, esso si tratta di un contro battitore comandabile che può ruotare fino sopra la parte superiore del separatore rotativo quando esso non è richiesto; è dotato inoltre del trinciapaglia posteriore (tab. 4.2).

Brand	Modelli	
	5SW-179kW	6SW-225kW
Laverda	M300/MCS	M310/MCS
Massey Ferguson	Activa 7345/MCS	S Activa 7347/MCS
Fendt	5255L/L MCS	6275L/L MCS



Tabella 4.2 – Modello Utility

- **HI-LINE:** Prodotti di fascia medio-alta, commercializzati al fine di soddisfare tutte le caratteristiche richieste dal cliente. Sono disponibili sempre due motorizzazioni, 225kW e 265kW, rispettivamente proposte nelle mietitrebbie a cinque e sei scuotipaglia. Ad alcune versioni inoltre viene offerto come optional un dispositivo di livellamento trasversale (Leveling Concept o Paralevel) in grado di assicurare maggiore stabilità, performance più elevate, maggior comfort del guidatore e permette di aumentare la produttività nelle condizioni di lavoro lungo pendii. Tale dispositivo ha una struttura a parallelogramma ove vi è presente un livellamento longitudinale in aggiunta a quello trasversale. Anche per questi modelli sono a disposizione gli optional MCS™ e trinciapaglia. Un dispositivo tecnologicamente rilevante che è a disposizione del cliente è il cosiddetto AutoGuide™, che permette all'operatore di comandare la traiettoria di percorrenza e l'utilizzo della mietitrebbia da sistema remoto.

Brand	Modelli	
	5SW-179kW	6SW-225kW
Laverda	M400/LC/LCI	M410/LC
Massey Ferguson	Beta 7360/PL/PLI	Beta 7370/PL
Fendt	5275C/PL/PLI	6335C/PL



Tabella 4.3 – modello HI-LINE

- AL QUATTRO:** La famiglia delle mietitrebbiatrici autolivellanti comprende due modelli: ALQuattro Evo ed ALQuattro Techno, entrambi esclusivi del brand Laverda. Sono adatti a terreni scoscesi grazie ad un sistema sofisticato di livellamento degli assali e della piattaforma di taglio ed in grado di lavorare su pendenze molto elevate: trasversalmente fino al 40 % e longitudinalmente del 30% in salita e 10% in fase di discesa. Il livellamento è regolato da un sistema di sensori di lettura della distanza dal suolo chiamato GSAX (Ground Self Alignment Extra™). Per facilitare questo sistema in caso di terreni pesanti, i modelli ALQuattroEvo sono dotati di trazione 4WD con pompa di avanzamento principale da 130cc. I modelli di questa gamma hanno a disposizione come i precedenti il MCS e l'opzione PFR (Power Feeder Roller).



Figura 4.4 – modello AutoLivellante

- 8SW (Centora):** Questi modelli fanno parte dell'ultima generazione di mietitrebbie convenzionali e rappresentano il top gamma della produzione. Grazie alla loro configurazione ad otto scuotipaglia sono prodotti ad elevata capacità e permettono una trebbiatura di alta qualità. Disponibili solo per i brand Fendt e Massey Ferguson, possono disporre di due tipi di motore a seconda della potenza erogabile: 279kW o 365kW. A differenza dei modelli visti finora il sistema MCS è montato di serie, le file di scuotipaglia sono in numero maggiore (ben 8) e il trinciapaglia è dotato di 108 coltelli per un maggiore sminuzzatura degli scarti. Di serie anche il sistema di spargipula e la Skyline Cab, nella quale è presente un pannello di controllo in cui vi è installato il software AGCOMMAND™ per l'autoguida da remoto. Per quanto riguarda ulteriori accessori, a richiesta sono disponibili il sistema di cingoli ATRAK™ e la trazione 4WD. Inoltre il sistema di livellamento automatico consente di lavorare su pendenze trasversali fino al 12%.

Brand	Modelli			
	279kW	279kW-AL	365kW	365kW-AL
Massey Ferguson	7380	7380 AL	7382	7382 AL
Fendt	8380 P	8380 P AL	8410 P	8410 P AL



Tabella 4.5 - 8SW (Centora)

- **HYBRID (Delta):** È il modello più sofisticato ed avanzato dal punto di vista del funzionamento, difatti al posto del sistema di separazione e pulizia a battitore e scuotipaglia vi sono due rotori posti longitudinalmente alla macchina, che ruotando lungo il proprio asse obbligano il passaggio del prodotto del taglio tra essi ed una griglia posta coassialmente. Questa configurazione permette di avere un'area di separazione notevolmente maggiore ed una velocità di avanzamento più elevata. Si pone in evidenza inoltre l'importante obiettivo raggiunto dalle mietitrebbiatrici Massey Ferguson Delta (9380 e 9380 AL): sono state infatti insignite del premio "Machine of the Year 2014" durante l'Agritechnica 2013, la più grande esposizione mondiale di macchine per l'agricoltura che si tiene ogni due anni ad Hannover, Germania.

Brand	Modelli	
	365kW	365kW-AL
Massey Ferguson	9380	9380 AL
Fendt	9490 X	9490 X AL



Tabella 4.6 - HYBRID

- **IDEAL:** Questo modello è la nuova generazione di mietitrebbiatrici è la migliore nel mercato e si caratterizza sia per le ottime prestazioni che per l'elevata capacità produttiva. Questo modello rappresenta il top gamma di AGCO dal 2019 andrà sostituire i modelli 8SW (Centora) e HYBRID. Ideal sarà disponibile in tre marchi principali di AGCO: Fendt, Massey Ferguson e Challenger e sarà offerta in tre modelli: classe 7, 8 e 9 anche nella versione Paralevel. Il modello classe 7 è costituito da un solo rotore "Single Helix" mentre i modelli classe 8 e 9 montano due rotori "Dual Heix". Le caratteristiche principali di questa macchina sono:
  - I cavalli di potenza aumentano con la classe, si parte da 451 CV per la classe 7, 538 CV per la classe 8 e 647 CV per la classe 9.
  - Sono montati motori efficienti: Agcopower da 9,8 l per la classe 7, MAN da 12,4 l per la classe 8 e MAN da 15,2 l per classe 9.
  - Nella classe 8 e 9 è montato il rotore "Dual Helix" da 4,84 m, il più lungo nella categoria. Questa caratteristica permette di ottenere un'area di trebbiatura più grande (31% di m<sup>2</sup> in più) e di ridurre i consumi.
  - Il sistema "IDEALharvest" è composto da una fitta rete di 52 sensori di massa acustici e telecamera integrate al computer di bordo, in grado di monitorare i principali parametri operativi e regolare automaticamente le impostazioni di lavoro della macchina, quali la velocità dei rotori, la velocità della ventola e l'apertura del crivello.
  - Il serbatoio granella parte da una capacità di 12.500 l fino a 17.100 l e quest'ultimo variante è la più capiente in commercio, il 18% in più rispetto a

quello attualmente disponibile. Attraverso questo serbatoio si può scaricare con minore frequenza e migliorare l'efficienza.

- La velocità di scarico attraverso il tubo brandeggio parte da 140 l/s fino arrivare 210 l/s e questa variante è la più veloce in commercio, il 32% in più rispetto al valore migliore disponibile sul mercato. Con velocità così elevate si ottiene un aumento di produttività.
- La nuova cabina "Vision" ha un comfort elevato e permette di avere una visione panoramica.
- Il nuovo sistema AutoDock per l'attacco automatico della piattaforma di taglio facilita l'aggancio della piattaforma il quale diventa più rapido e sicuro. Le piattaforme di taglio PowerFlow sono disponibili con larghezza da 7,7 a 12,2 m, attraverso le quali si ottiene una raccolta ottimale del prodotto.



Figura 4.9 - modello IDEAL

### 3.3.2 Piattaforme di taglio

Le piattaforme di taglio, invece, sono così suddivise:

- **POWER FLOW:** la piattaforma di taglio, attraverso il design esclusivo a tappeti, assicura un'alimentazione regolare su tutti i tipi di prodotto per garantire una trebbiatura efficiente e la massima resa.
- **FREE FLOW:** questa piattaforma di taglio assicura un'alimentazione sicura e un taglio uniforme anche nelle condizioni più difficili.
- **LAVERDA "L":** questa piattaforma di taglio è in grado di raccogliere e trasferire agli organi trebbianti qualsiasi prodotto in ogni condizione. La piattaforma permette un'efficace oscillazione rispetto al corpo macchina, consentendo di lavorare su terreni declivi



POWER FLOW



FREE FLOW



LAVERDA "L"

Figura 4.10 - Piattaforme di taglio

### 3.4 Mission Aziendale

Nella scelta di una mietitrebbia cosa conta, veramente, per voi?

La nostra esperienza ci indica due valori precisi: l'affidabilità del mezzo e la sua capacità di generare produttività, contribuendo alla redditività dell'impresa. Da questa considerazione nasce il nuovo pay off aziendale, "La nostra affidabilità, la tua produttività" (fig. 4.11), che nello stile diretto della nostra comunicazione, esprime la missione Laverda: essere un punto di riferimento sicuro e specialistico per le esigenze di un'agricoltura moderna che vuole crescere e produrre reddito nel massimo rispetto dell'ambiente.

Laverda, impresa che vanta 140 anni di storia, per il suo specifico know-how progettuale e produttivo nell'ambito delle macchine da raccolta, è stata identificata da Agco come parte integrante della propria strategia globale finalizzata ad un'offerta completa di soluzioni all'avanguardia per i professionisti dell'agricoltura e per contribuire a nutrire il mondo.



figura 4.11 - la nostra affidabilità,  
la tua produttività

# Capitolo 4

## Caso Studio: Cambi e Riduttori

### 4.1 Introduzione al Re-layout a Cambi e Riduttori

In questo capitolo verrà esposto l'obiettivo del mio stage in Laverda.

Come accennato inizialmente, argomento della trattazione è lo spostamento, la revisione e ottimizzazione nel reparto officina, nelle aree di preassemblaggio cambio e riduttori in ottica lean production, ovvero l'applicazione dei principi e l'utilizzo degli strumenti caratteristici di tale filosofia al fine di ridurre se non eliminare gli sprechi, ottimizzare gli spazi.

Tale progetto si è reso indispensabile a seguito di necessità aziendali quali:

- Il recupero di spazio utilizzato e destinato in futuro ad altri scopi;
- Dare continuità ad un progetto di più ampio respiro di re-layout di stabilimento e di miglioramento continuo che coinvolge più aree aziendali.

In specifico questo progetto di spostamento delle suddette aree è uno dei primi step al Progetto di Revisione Totale Layout di Stabilimento in quanto lo spostamento delle aree analizzate (collocate nell'area *machining*) permetterà di creare lo spazio per la costruzione della nuova area supermarket pre-paint kit e dare inizio al progetto globale, nei prossimi paragrafi si spiegherà in specifico su cosa consiste questo progetto.

Con il termine re-layout si intende quindi una nuova disposizione planimetrica delle risorse produttive.

Tale attività richiede tempo (di fondamentale importanza la raccolta e l'analisi dei dati), risorse umane (per portare avanti il progetto servono persone che vi si dedichino ed altre che confermino la validità del lavoro in corso) e ultime ma non meno importanti risorse monetarie a disposizione (ogni modifica del progetto può portare ad un ulteriore investimento).

Si può definire il re-layout un'attività inter-funzionale in quanto in grado di coinvolgere molteplici aree dell'azienda; nel caso in oggetto sono state coinvolte principalmente Produzione, Area Logistica, Ingegneria di produzione, Manutenzione e Controllo di gestione.

Gli step effettuati per giungere ad un'adequata spostamento e revisione del layout delle aree interessate sono stati:

- Analisi tempi e metodi
- Studio del flusso di materiali (raccolta dati e relativa analisi);
- Conseguente definizione di gestione dei materiali;
- Analisi delle attrezzature e degli impianti necessari;

- Riprogettazione e ricollocazione del layout produttivo;
- Ridisposizione delle risorse produttive;
- Bilanciamento delle suddette aree

#### 4.1.1 Introduzione cambi e riduttori

Come precedentemente detto l'area di analisi del caso studio sono le aree dei cambi e riduttori, andremo ora spiegare cos'è un riduttore e un cambio:

- Riduttore: è un dispositivo meccanico facente parte della trasmissione di potenza, è generalmente composto da una serie di ingranaggi, alloggiati all'interno di una carcassa, che riducono la velocità da un albero in ingresso (detto albero veloce) ad un albero in uscita (detto albero lento), se l'albero motore ha velocità angolare  $\omega_1$  e l'albero condotto ha velocità angolare  $\omega_2$ , il rapporto di trasmissione è  $\omega_2/\omega_1$ . Nell'immagine 4.1 possiamo vedere una tipologia di riduttore analizzato.



Figura 4.1 – Immagine riduttore sinistro e destro

- Cambio: è un componente meccanico che ha la funzione di modificare la caratteristica della coppia (non della potenza) in uscita da un motore, similmente ad un riduttore di velocità. Inoltre permette di selezionare volta in volta un rapporto di trasmissione, a seconda della gamma di cui il cambio è dotato. Con il termine cambio si riferisce alla tipologia presente sugli automezzi, ovvero la scatola di ingranaggi: è proprio grazie a questo dispositivo che è possibile “cambiare la marcia” del veicolo. Nell'immagine 4.2 possiamo vedere il cambio della mietitrebbia.



Figura 4.2 – Immagine cambio

Una volta assemblato il cambio e i riduttori andranno assemblati sulla parte motrice della mietitrebbia cioè sull'assale anteriore.

Vediamo l'immagine 4.3 dell'assale anteriore dove si possono vedere il cambio e i due riduttori.



Figura 4.3 – Assale Anteriore

L'area di analisi attualmente si trova nel reparto 09 cioè l'officina meccanica o *machining* dove oltre le 2 aree menzionate possiamo trovare altre aree come l'area battitori, area assali, area CNC.

Vediamo ora una planimetria dell'azienda (fig. 4.4), evidenziato in rosso le 2 aree oggetto di analisi.

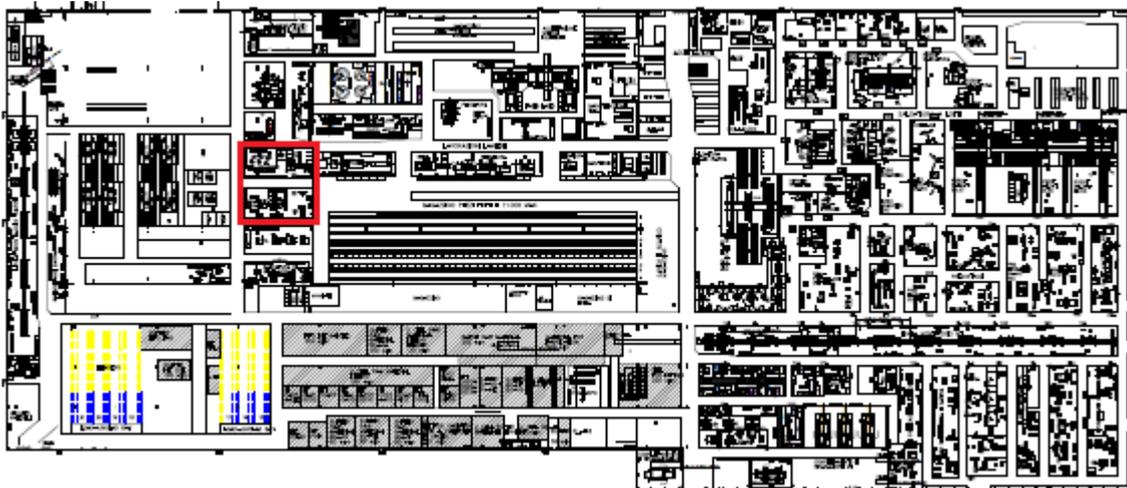


Figura 4.4 – planimetria dell'azienda

#### 4.1.2 Introduzione al Progetto di Revisione Totale Layout di Stabilimento

All'interno dell'azienda Laverda è in corso un processo di revisione totale del *layout* di stabilimento allo scopo di ottenere un flusso di produzione più ragionato, razionale e snello in quanto quello attuale viene considerato poco efficiente.

Attualmente il flusso dei materiali è inefficiente in quanto caratterizzato da lunghe distanze per il trasporto dei materiali da un'area all'altra con conseguenti notevoli sprechi (fig. 4.5).

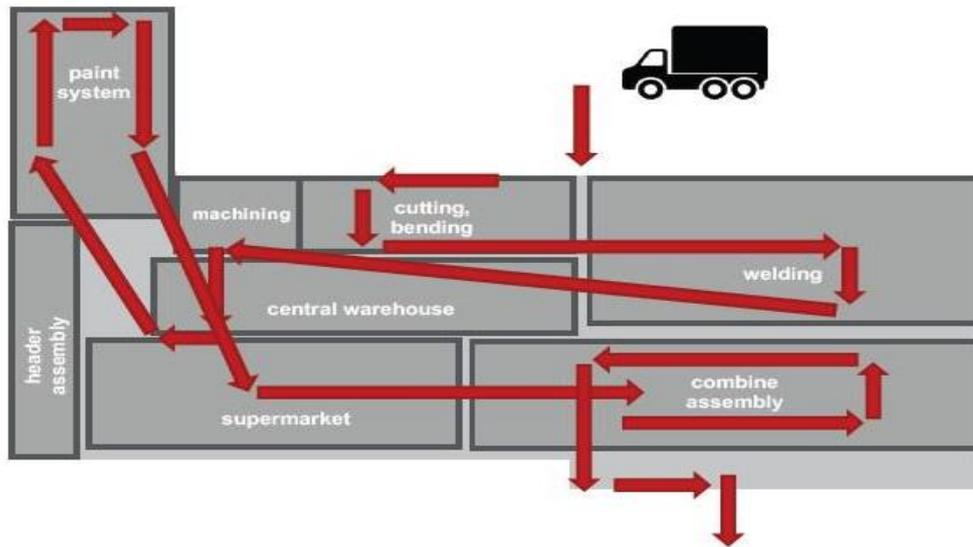


Figura 4.5 - Attuale Flusso dei Materiali

Il materiale viene inizialmente scaricato dai fornitori in accettazione e depositato nel magazzino, passa quindi nel reparto taglio e piegatura per poi essere inviato alla saldatura. Gli elementi vengono quindi inviati direttamente alla verniciatura qualora non necessitino di lavorazioni aggiuntive, altrimenti fanno una tappa intermedia al reparto lavorazioni meccaniche.

I pezzi verniciati vengono allora inviati alle stazioni di preassemblaggio e infine alla linea principale di produzione.

Si è quindi deciso di riorganizzare il *layout* dell'interno stabilimento, le caratteristiche salienti della nuova disposizione (fig. 4.6) sono:

- invertire la posizione dei reparti taglio/piega e saldatura
- aumento e diversificazione degli spazi per lo scarico e lo stoccaggio dei materiali
- riorganizzare la struttura del magazzino centrale
- invertire la direzione della linea d'assemblaggio delle mietitrebbie

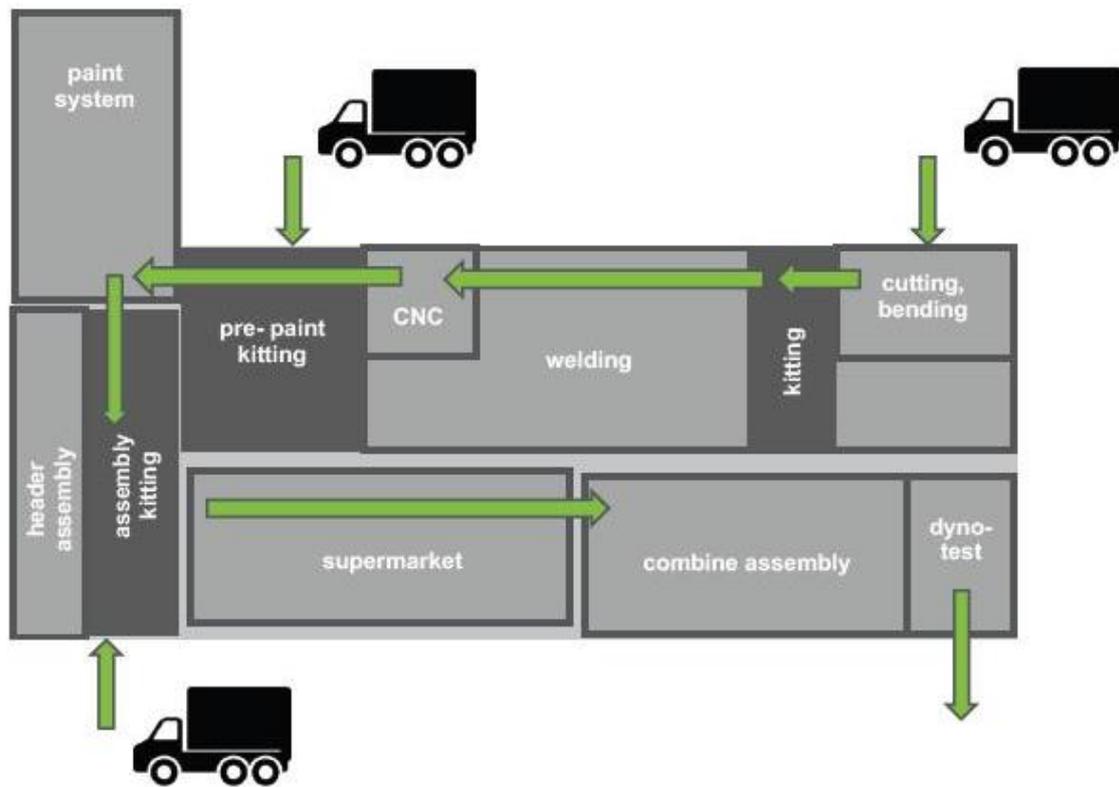


Figura 4.6 - Futuro Flusso dei Materiali

La nuova configurazione dovrebbe aumentare l'efficienza interna, creando un flusso ordinato e unidirezionale.

#### 4.1.3 Obiettivi e strumenti di monitoraggio del progetto

Il monitoraggio e controllo del progetto richiede un'osservazione costante dell'esecuzione in modo da identificarne per tempo i rischi e i potenziali problemi e intraprendere, quando necessarie, le azioni correttive volte a rimettere il progetto in linea con gli obiettivi.

Questo strumento consiste nella possibilità di misurare regolarmente le performance dei gruppi di lavoro e lo stato di avanzamento del progetto, identificandone gli scostamenti rispetto alle previsioni fatte in fase di pianificazione.

Per prima cosa sono stati definiti gli obiettivi del progetto:

- Spostamento aree Riduttori e Cambi e Ridefinizione layout dell'aree con logiche di Cell Manufacturing (durante il fermo produttivo nelle festività natalizie)
- Riprogettazione delle 4M (Manodopera, Macchine, Materiali, Metodo)
- Recupero spazio occupato (*Floor Space Utilization*)
- Bilanciamento delle fasi di lavoro *Assembly* e *PreAssembly* e recupero produttività (*Takt Time*)
- Riduzione Lead Time
- Riduzione attività NVA
- Standardizzazione procedure di lavoro (Standard Work)

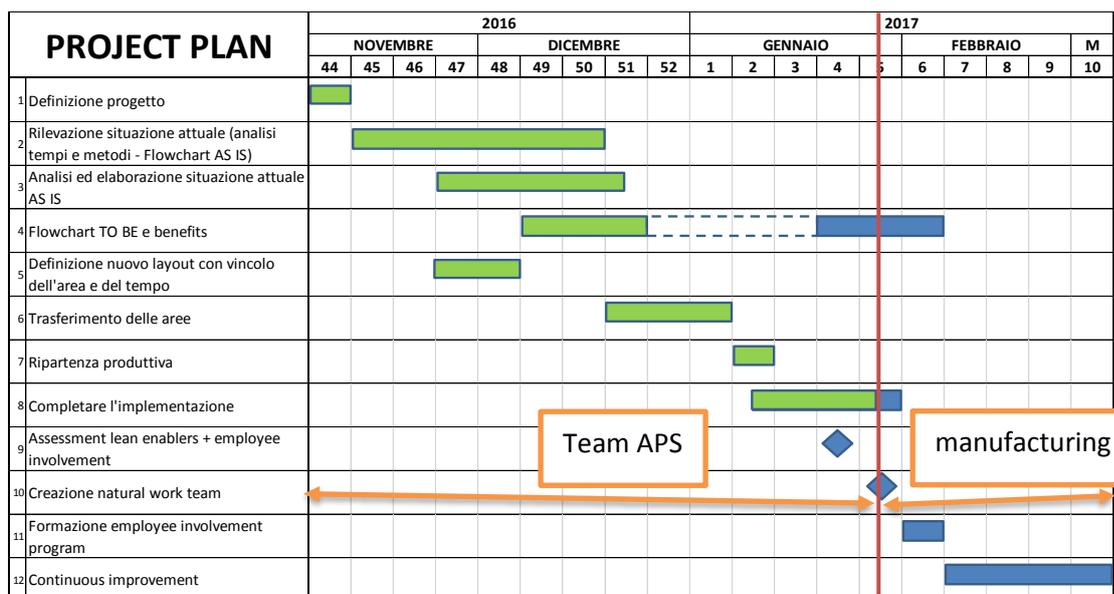
Prima di iniziare il progetto è stato definito un *Gantt* per stabilire le tempistiche del progetto, ma soprattutto per monitorare le attività nel corso del tempo, valutare eventuali ritardi e verificare se il progetto è in linea con le previsioni.

Il primo Gantt mappato è stato rivisto a causa di alcune problematiche incontrate nell'analisi delle aree:

- le aree di premontaggio si sono rivelate più complesse del previsto e hanno richiesto per l'analisi più tempo di quello preventivato;
- non è stato possibile analizzare tutti i modelli di cambi e riduttori perché non prevista la produzione nel periodo di analisi;
- la costruzione dei nuovi kit prevede tempi più lunghi del previsto;
- le attività che richiedevano l'attrezzatura (es. banchi di lavoro, carrelli) hanno richiesto tempi più lunghi di quanto preventivato;
- l'implementazione dell'area è durata qualche giorno in più rispetto al previsto perché le attività dell'ente manutenzione si sono rivelate molto impegnative.
- Lo studio del nuovo layout è stato posticipato per mancanza di una chiara posizione fisica di dove ricollocare le due aree.

Queste problematiche hanno portato ad una revisione del Gantt ottenendo il risultato sotto rappresentato (Fig. 4.7).

In riga si possono vedere le varie aree che si andranno ad analizzare nel corso del tempo mentre i vari colori rappresentano lo stato delle attività al momento del passaggio di transizione dal nostro ente APS a manufacturing; per motivi di necessità aziendali, infatti, l'ente APS ha dovuto spostarsi in altri progetti.



█ Completate █ in processo █ Transition from APS Team To Manufacturing

Figura 4.7 – Gantt del progetto



- Analisi delle nuove eventuali criticità emerse;
- Proposte di soluzione e relativa valutazione;
- Scelta di una strategia risolutiva;
- Determinazione dei ruoli e delle responsabilità nell'implementazione della strategia;
- Eventuale ripianificazione delle attività di progetto.

Programma ampiamente utilizzato per la presentazione del progetto è stato Microsoft Office Powerpoint, che permette di sintetizzare in modo elegante e professionale, i punti chiave del lavoro. È stato utile infatti mettere a fuoco, in modo visuale, le parti importanti di un progetto ampio e complesso in modo da catturare l'attenzione dei partecipanti.

Oltre alle riunioni di staff sono state inoltre fissate, quando necessario, delle riunioni ad hoc con i vertici aziendali per un aggiornamento sullo stato di avanzamento del progetto e per presentare i presunti risultati attesi dalla realizzazione del progetto allo scopo di avere l'approvazione definitiva per l'attuazione dello stesso.

## **4.2 Analisi e studio del Processo Produttivo**

Attraverso l'analisi tempi e metodi si è potuto analizzare i cicli di lavoro dei prodotti realizzati nelle aree cambi e riduttori.

L'analisi è stata utilizzata per rivedere il ciclo produttivo, apportando:

- il miglioramento del layout dei reparti e del posto di lavoro;
- il miglioramento nelle distanze che l'operatore deve percorrere all'interno del suo spazio lavorativo;
- il miglioramento dell'impiego dei materiali;
- il miglioramento del processo e dei procedimenti di lavoro;
- il miglioramento delle attrezzature e degli impianti;
- il miglioramento dell'ambiente di lavoro;
- il miglioramento dell'ergonomia.

Per lo studio ciclo di lavoro si è seguita la seguente procedura:

- Informare l'operatore del lavoro che si andava a svolgere, discutendo con lui delle problematiche che riscontrava durante lo svolgimento del proprio lavoro e dei possibili miglioramenti;
- Analisi modelli da analizzare;
- Studiare l'*as-is* dell'area di analisi attraverso la raccolta dei codici articolo per la produzione del prodotto; foto e layout;
- Rilevare i tempi attraverso l'uso della videocamera o attraverso cronometraggio;
- Analizzare il ciclo di lavoro rilevato attraverso l'uso di un diagramma di flusso (*flowchart*), nel quale si suddivide in fasi elementari il ciclo lavorativo differenziandole in attività:
  - a valore aggiunto (operazioni);
  - non valore aggiunto (trasporti, controlli, attese, accantonamenti).

Per ogni fase si registra anche la distanza percorsa dall'operatore, il tempo rilevato e i codici articolo utilizzati e attrezzature utilizzate.

- Rappresentare graficamente gli spostamenti dell'operatore attraverso la spaghetti chart;

I passi successivi del prossimo capitolo saranno:

- Studio di possibilità di implementazioni di nuove attrezzature;
- Studio di possibilità di nuovo processo e procedimento produttivo;
- Creare un nuovo layout dell'area;
- Realizzare un nuovo diagramma di flusso apportando dei miglioramenti al ciclo di lavoro.

#### **4.2.1 Raccolta dati preliminare**

Innanzitutto è stato indispensabile dedicare la prima settimana in azienda ad un sopralluogo nelle aree in analisi e ad una raccolta qualitativa dei dati riguardanti i subassemblati, i tipi di lavorazioni svolte, le destinazioni dei complessivi. In questa primissima fase del progetto è stato importante allacciare buoni rapporti con gli operatori in area e con i team leader, che nel proseguo dello studio si sono dimostrati interessati, partecipi e disponibili.

Come evidenziato da Rother e Harris in *Creating Continuous Flow* (2001) è importante mantenere un comportamento di cortesia in area.

Osservare attentamente un processo significa passare del tempo nel luogo dove avviene il processo che si sta cercando di migliorare. I membri del team di progetto sono quindi "ospiti" nell'area delle persone che ci lavorano. Bisogna quindi seguire delle linee guida:

- presentarsi;
- spiegare cosa si sta facendo;
- non prendere note di fronte agli operatori senza dire loro cosa si sta scrivendo;
- ringraziare.

La cosa migliore sarebbe fare tutto tramite il team leader o il supervisore, in modo da non interrompere gli operatori e influenzare la loro sicurezza, la qualità e la produttività del loro lavoro. Non si stanno valutando le persone e le loro performance ma si sta valutando come viene effettivamente realizzato il processo.

#### **4.2.2 Analisi modelli di prodotto da analizzare**

In questo paragrafo andremo ad analizzare i volumi produttivi (tabella 4.1) per capire meglio su che modelli di prodotto concentrarci all'analisi.

Anno	Modello	Totale	%
2016	5AL4B	20	3%
2016	5AL4C	16	2%
2016	5M180	44	6%
2016	5M200	76	10%
2016	5M300	97	13%
2016	5M400	14	2%
2016	5M400L	24	3%
2016	5R200	34	5%
2016	6M310	163	22%
2016	6M410	109	15%
2016	6M410L	39	5%
2016	8CEN	23	3%
2016	8CENL	9	1%
2016	IDEL	55	7%
2016	IDELL	24	3%
2016	<b>SOMMA</b>	<b>747</b>	<b>100%</b>

Anno	Modello	Totale	%
2017	5AL4B	32	4%
2017	5AL4C	16	2%
2017	5M180	24	3%
2017	5M200	78	9%
2017	5M300	132	16%
2017	5M400	12	1%
2017	5M400L	42	5%
2017	5R200	16	2%
2017	6M310	164	20%
2017	6M410	102	12%
2017	6M410L	43	5%
2017	8CEN	34	4%
2017	8CENL	12	1%
2017	IDEL	76	9%
2017	IDELL	24	3%
2017	OPCL7	6	1%
2017	OPCL8	5	1%
2017	OPCL9	9	1%
2017	<b>SOMMA</b>	<b>827</b>	<b>100%</b>

Tabella 4.1 – volumi produttivi 2016 e 2017

In queste tabella abbiamo dei dati riguardanti i volumi di produzione dell'anno 2016 e 2017.

Vediamo che nell'anno 2016 sono previste 747 mietitrebbie nel nostro caso dovremmo tenere conto di 636 macchine in quanto nei modelli CENTORA e HYBRID (8CEN, 8CENL, IDEL, IDELL) non è previsto il preassemblaggio del cambio e del riduttore essendo prodotti e assemblati da fornitori.

Nel 2017 i volumi aumentano complessivamente con una produzione prevista di 827 mietitrebbie.

Come nel caso precedente bisogna tenere conto dei modelli di macchina (CENTORA, HYBRID E IDEAL) dove non è previsto l'assemblaggio dei cambi e riduttori, quindi il numero di macchine da analizzare sono 661.

Nella tabella 4.2 possiamo vedere i volumi da analizzare con la suddivisione dei modelli, per standard intendiamo i modelli: 5M180, 5M200, 5M300, 5M400, 5R200, 6M310, 6M410

	2016	2017	2016	2017
AL4B	20	32	3%	5%
AL4C	16	16	3%	2%
STANDARD	537	528	84%	80%
PL	63	85	10%	13%
SOMMA	636	661	100%	100%

Tabella 4.2 – volumi complessivi

Andiamo a vedere i modelli standard caratterizzate da procedimento di assemblaggio molto simile e suddivisi come:

- i modelli 5M200, 5M180 e 5R200 utilizzano lo stesso cambio e riduttore, gli identificheremo come la famiglia M200;
- i modelli 5M300 e 5M310 utilizzano lo stesso cambio e riduttore, gli identificheremo come la famiglia M300;
- i modelli 5M400 e 6M410 utilizzano lo stesso cambio e riduttore, gli identificheremo come la famiglia M400;
- nota la famiglia PL identifichiamo i modelli 5M400L e 6M410L;

Per avere una visione più completa andiamo a creare un grafico (fig. 4.9) con tutti i volumi delle famiglie da analizzare.

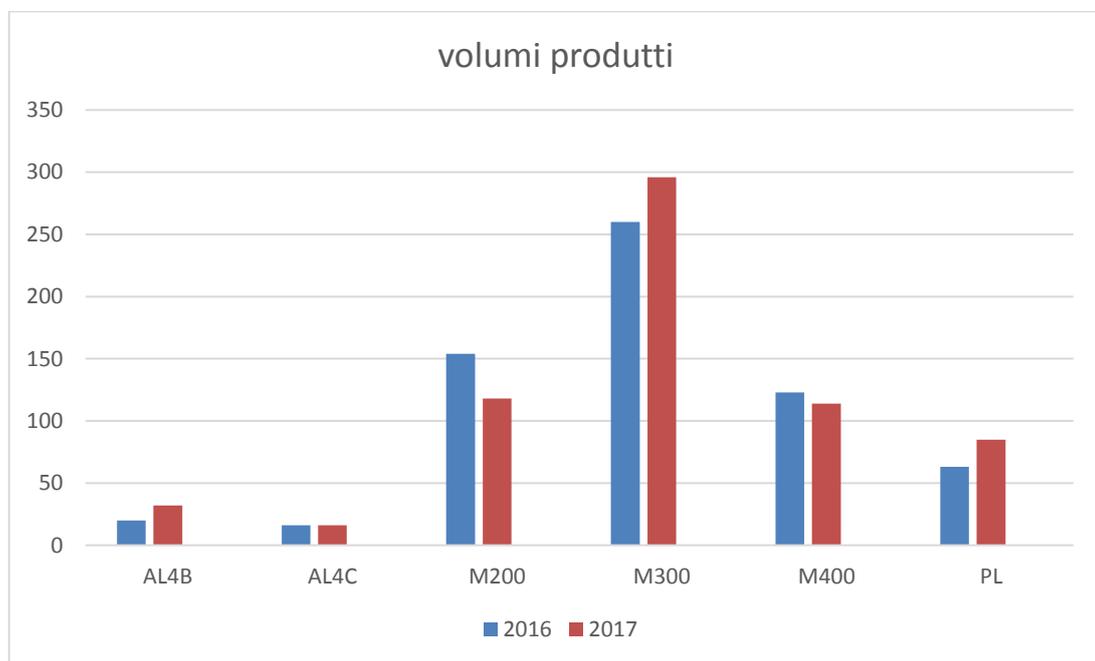


Figura 4.9 – Volumi delle famiglie di prodotti

Questo grafico ci permette di capire che famiglie di prodotto analizzare, sarà importante in primis analizzare le famiglie con più volumi produttivi visto il poco tempo per lo studio dell'AS IS, come visto nella tabella 4.2 i volumi dei modelli standard sono  $\geq 80\%$  quindi saranno i primi da analizzare.

Nel nostro caso abbiamo dovuto fare delle considerazioni in base al piano di produzione, in quanto nel periodo previsto per lo studio del layout il piano di produzione non prevedeva tutti i modelli, inoltre vi erano tempi troppo stretti per analizzare tutti modelli: il modello AL4C per esempio non era analizzabile, ma per similarità di assemblaggio abbiamo deciso di considerarlo come il modello AL4B oppure per i cambi nei modelli PL analizzare solo le parte di assemblaggio aggiuntive e considerare le altre simili alla modello M400.

Per quanto riguarda i riduttori si può fare un'ulteriore considerazione e distinzioni delle famiglie:

- l'assemblaggio simile per le famiglie M200, M300, e M400 saranno considerati della stessa macro famiglia denominata da noi con il nome "riduttori piccoli";
- L'assemblaggio della famiglia PL viene anche chiamata come "riduttore grande";
- L'assemblaggio simile dei modelli AL4B e AL4C saranno considerati della stessa famiglia denominata da noi come "riduttore piccolo autolivellante".

Nelle prossime pagine ci concentreremo nella descrizione e analisi delle seguenti famiglie:

- per i cambi la famiglia M200, M300, PL;
- per i riduttori la tipologia riduttore piccolo e riduttore grande.

Perché sono le famiglie che è stata analizzata sia la situazione attuale che quella futura.

#### 4.2.3 Il layout cambi e riduttori

Nella immagine seguente (fig. 4.10) possiamo vedere la planimetria dell'area cambi e riduttori evidenziate in rosso.



figura 4.10 - layout area cambi e riduttori

L'area evidenziata sulla sinistra si tratta dell'area per il preassemblaggio del riduttore, l'area evidenziata a destra invece è l'area di preassemblaggio del cambio sono divise da un corridoio che serve per il rifornimento del materiale.

Le dimensioni delle due aree sono rispettivamente di 117,6 mq per l'area riduttori e di 121,3 mq per l'area cambi.

Andiamo ora a spiegare in specifico il layout (fig. 4.11) layout area cambio e 4.15 il layout area riduttore) delle due aree:

1) AREA CAMBIO (fig.4.11):

Per lo stoccaggio del materiale troviamo le scaffalature attorno all'area, in vicinanza dei corridoi per poter effettuare approvvigionamento del materiale nelle diverse modalità. Per l'assemblaggio:

- troviamo nella parte contornata in blu l'area dei banchi di lavoro per il preassemblaggio di alcuni componenti come: alberi primario e secondario, albero secondario, differenziale, supporto pinze freno, coperchio cambio, pinze freno, crociera, maggior parte sono operazioni di assemblaggio di componenti quali cuscinetti, ingranaggi, seeger, paraolio, o piccole operazioni a banco.

Nei banchi di lavoro troviamo anche attrezzature specifiche per effettuare l'assemblaggio dei particolari. Ogni preassemblaggio viene stoccato nei banchi lavoro o tramite casse attorno questa area.

- Nell'area evidenziata in rosso troviamo tre postazioni fisse, ogni postazione è strutturata in modo da poter compiere l'intero ciclo di l'assemblaggio del cambio, inoltre ogni postazione è compatibile con qualsiasi modello.

La scatola del cambio viene fissata su un'apposita maschera che permette di sostenere e ruotare il cambio in base alle attività di assemblaggio.

In questa fase sono molto utilizzati paranchi(gru) per la movimentazione dei preassemblaggi o componenti pesanti e un apposito paranco per testare il funzionamento del meccanismo del cambio.

Su ogni postazione troviamo un banco di lavoro che permette di fare piccole operazioni di montaggio se necessario e contenere tutti le attrezzature, strumenti

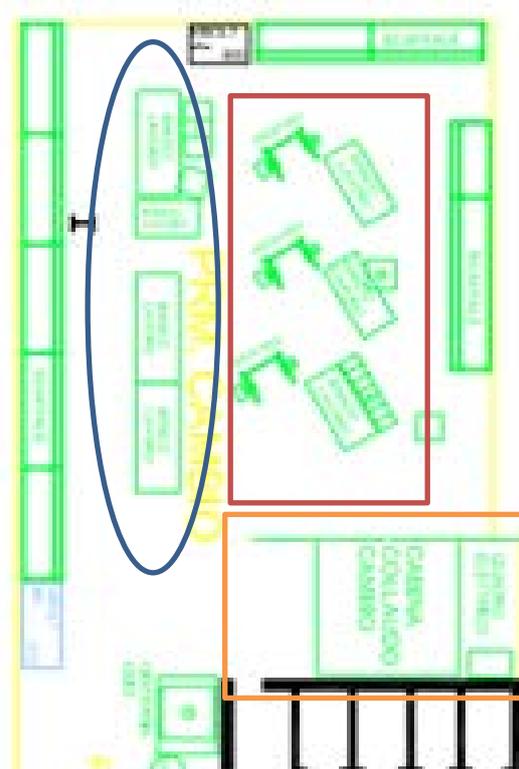


Figura 4.11 - layout cambi

come chiavi combinate, punzoni, martelli, pinze per anelli, comparatori, chiavi dinamometriche, lime, lubrificanti, pistole ad aria compressa.

Inoltre ogni banco della postazione troviamo su dei piccoli contenitori metallici o in plastica tutta la minuteria necessaria per eseguire il ciclo di assemblaggio completo del cambio.

- Finito l'assemblaggio del cambio tramite paranco il componente viene spostato e posizionato sulla cabina di collaudo (evidenziata in arancione nella fig. 4.11) dove avviene un test funzionale di circa 10' dove si certifica il funzionamento, soprattutto il corretto inserimento delle marcie e la rumorosità del componente. Finito il test il cambio viene stoccato in una gabbia vicino alla cabina di collaudo.

Nella figura 4.12 seguente si può vedere l'area dei cambi sulla sinistra si vedono i banchi di lavoro per i preassemblati e sulla destra le tre postazioni di assemblaggio dei cambi, inoltre si può vedere nei contorni dell'area le scaffalature per lo stoccaggio del materiale.



Figura 4.12 – area attuale cambi

Nella figura 4.13 si può vedere la postazione fissa di assemblaggio del cambio, dove possiamo vedere un cambio posizionato nella maschera e il banco di lavoro adiacente.



Figura 4.13 – postazione assemblaggio cambio

2) AREA RIDUTTORI (fig.4.14):

Come nell'area dei cambi anche nell'area dei riduttori lo stoccaggio del materiale avviene sulle scaffalature attorno all'area, in vicinanza dei corridoi per poter effettuare approvvigionamento del materiale nelle diverse modalità.

Per l'assemblaggio sono distinte 3 zone:  
 La prima zona (contornata in blu) è per i riduttori grandi (andremo nei prossimi paragrafi specificare di che famiglia di riduttori si tratta) troviamo 2 grandi maschere che permettono l'assemblaggio di questa famiglia di prodotto, sono 2 per il semplice motivo che i riduttori che si assemblano sulla mietitrebbia sono 2 uno per lato sinistro e uno per il lato destro quindi la 2 maschere si differenziano per l'assemblaggio del riduttore destro e sinistro. In questa zona è presente anche una pressa idraulica che serve per il premontaggio di alcuni componenti come l'asse ruota, guscio del riduttore, questa pressa viene utilizzata per tutte le famiglie di riduttori non solo per la tipologia appena elencata.  
 Inoltre è presente un grande banco di lavoro dove poter preassemblare dei componenti e avere l'attrezzatura, strumenti e lo stoccaggio dei componenti minuteria per l'assemblaggio del riduttore di tipologia grande.

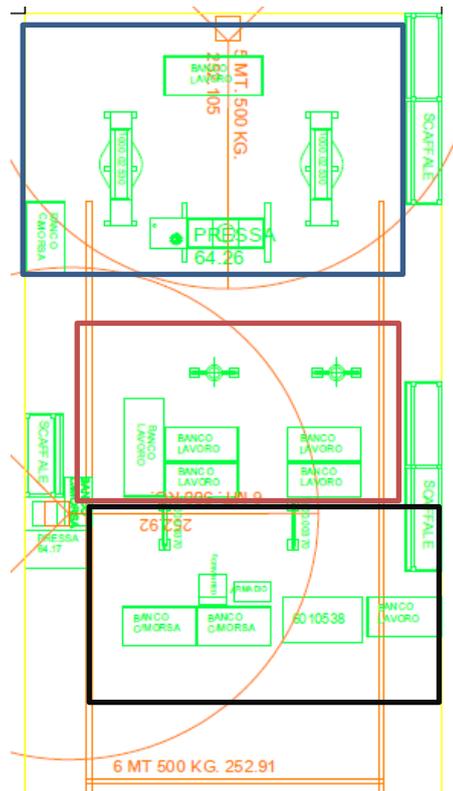


Figura 4.14 – layout area riduttore

- La seconda zona (contornata in rosso) è dedicata per il riduttore piccolo autolivellante anche qui abbiamo di maschere specifiche per questa famiglia di prodotto e dei banchi di lavoro dove troviamo tutto il necessario per l'assemblaggio di questi componenti e per permette inoltre il premontaggio di particolari, questi banchi posizionati vicino alla seconda zona e la terza vengono molto utilizzati anche come zona di stoccaggio dei pre-assemblati.
- La terza zona (contornata in nero) è per la tipologia di riduttore piccolo come nella seconda zona troviamo 2 maschere e 5 banchi di lavoro specifici per l'assemblaggio della tipologia di riduttore piccolo.  
I riduttori una volta assemblati vengono stoccati in appositi contenitori in vicinanza delle corrispondenti maschere.  
Anche in questa area sono presenti paranchi e piccoli carroponti che permettono la movimentazione dei componenti.

Nella figura 4.15 possiamo vedere l'area attuale dei riduttori, si possono intravedere le due maschere per assemblaggio descritte nella figura precedente (fig. 4.14 zona contornata di nero) e i banchi di lavoro adiacenti, si può intravedere anche la pressa idraulica posta nel retro delle due postazioni, si può notare inoltre sulla destra le scaffalature per il deposito del materiale.



Figura 4.15 – area riduttori attuale

Nella figura 4.16 si può vedere l'area riduttori descritta precedentemente (fig. 4.15) zona contornata di blu.



Figura. 4.16 – zona riduttori grandi

I cambi e riduttori finiti vengono spostati in una area stoccaggio dove poi verranno gestiti come conto lavoro per effettuare la verniciatura.

I 2 componenti finiti dopo la verniciatura verranno ristoccati nell'area di stoccaggio e poi smistati e portati nell'area di assemblaggio del assale anteriore.

Nella figura 4.17 possiamo vedere quanto appena spiegato.

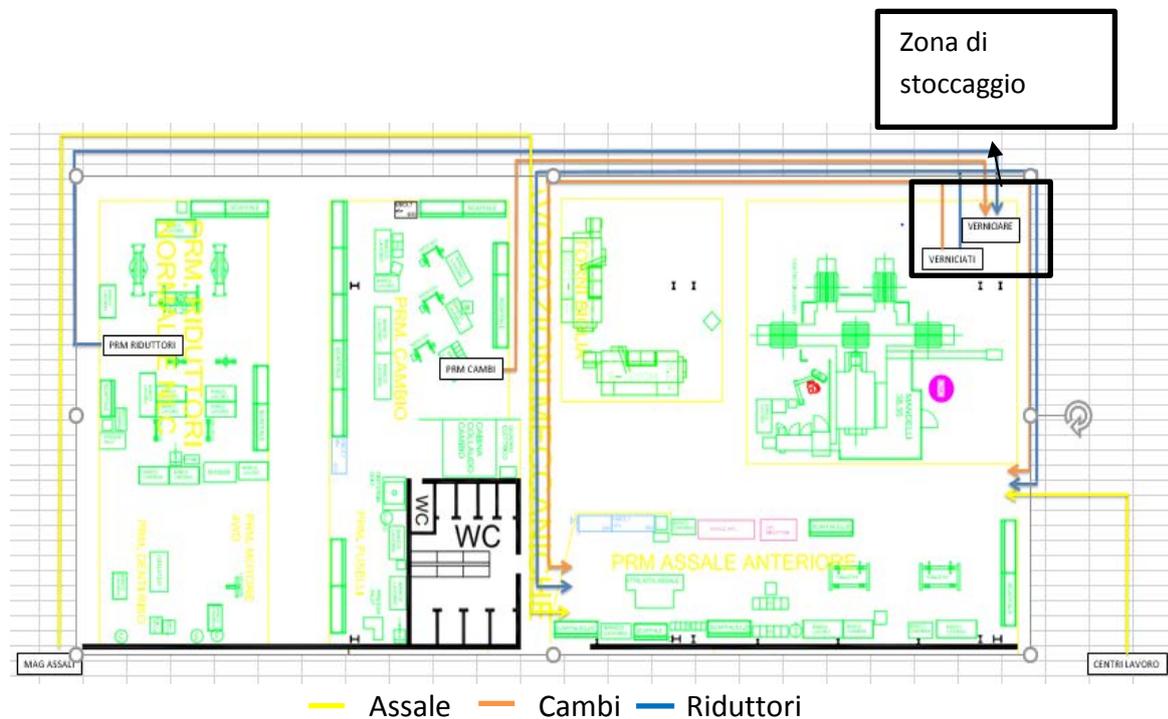


Figura 4.17 - flusso prodotti finito

#### 4.2.4 Analisi del Ciclo di Lavoro

Dopo aver ripreso il ciclo lavorativo per mezzo della videocamera o tramite cronometraggio, lo si è analizzato attraverso una tabella diagramma di flusso creata da noi team del progetto. In Figura 4.18 vediamo come è strutturato:

- Nella prima colonna troviamo le fasi;
- Nella parte 1 viene inserito:
  - il modello dell'articolo che stiamo analizzando,
  - l'area e lo stato del componente, ossia se si tratta di un preassemblato, di un subassemblato o dell'assemblaggio principale per ottenere il prodotto finito.
- Nella parte 2 abbiamo la sezione:
  - per rappresentare le fasi (task) elementari del ciclo di lavorazione;
  - la classificazione dei task per mezzo di simboli a seconda della loro natura. Vedi sotto riportata la tabella (tabella 4.3) per la descrizione dei task;
  - relativo grafico che mostra le percentuali e tempi delle fasi.

VA/NVA (valore aggiunto/non valore aggiunto)	TIPOLOGIA DI FASE	SIMBOLO
VA	Operazione	
NVA	trasporto o movimentazione	
NVA	Controllo	
NVA	Attesa	
NVA	Accantonamento o immagazzinaggio	

Tabella 4.3 - classificazione dei task

- La parte 3 è dedicata all'inserimento della distanza che l'operatore compie in metri;
- La parte 4 abbiamo viene inserito:
  - La quantità;
  - Tempi netti per singole fasi (min.);
  - Rendimento [scala 75-100];
  - Tempo normalizzato (min.);
  - Progressivo totale (min.);
  - Note.
- Nella parte 5 vengono riportati:
  - Articolo;
  - POU (point of use) fase;
  - POU (point of use) zona;
  - Attrezzature;



Per una migliore comprensione dei dati e avere un'analisi completa sono stati utilizzati questi indicatori ricavati attraverso queste le formule elencate:

- 1) tempo normalizzato: Il tempo rilevato va normalizzato, ossia il suo valore viene modificato in base all'efficienza con cui si ritiene l'operatore stia lavorando.

$$\text{Tempo normalizzato totale} = \sum \left( \frac{t_j \cdot E_j}{100} \right)$$

dove  $t_j$  è il tempo rilevato per il task  $j$ ,  $E_j$  l'efficienza rilevata per il task  $j$  e al denominatore abbiamo l'efficienza medio-massima pari a 100 (scala 75-100).

- 2) Il takt time rappresenta il ritmo di produzione di un prodotto sufficiente a coprire la richiesta proveniente dal cliente.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{tempo a disposizione giornaliero}}{\text{richiesta giornaliera del prodotto}}$$

- 3) Conoscendo il tempo normalizzato e il takt time possiamo calcolare la saturazione degli operatori attraverso la formula seguente.

$$\text{Saturazione operatore} = \frac{\text{tempo normalizzato}}{\text{takt time}}$$

- 4) Numero di operatori necessario.

$$\text{Numero operatori} = \frac{\text{Tempo ciclo totale}}{\text{Takt Time}}$$

- 5) Il tempo standard è il tempo, quantificato in unità di tempo prefissate tenendo conto delle maggiorazioni per fatica e per bisogni fisiologici, che si impiega a compiere un determinato lavoro; viene definito attraverso la seguente formula

$$\text{tempo standard} = \text{tempo normalizzato} \cdot (1 + CR)$$

Nel caso in esame questo valore percentuale è pari al 10%, ottenuto considerando un 4% derivante dal fabbisogno fisiologico dell'operatore ed un 6% derivante dalla tipologia del lavoro svolto (peso sollevato, ripetitività, etc.).

#### **4.2.4.1 Riduttori**

In questo paragrafo andremo mostrare i dati riscontrati durante l'analisi tramite flowchart per le due famiglie dei riduttori.

La produzione dei riduttori inizia con la preparazione dei preassemblati nei vari banchi di lavoro posizionati vicino le maschere di destinazione o nei vari banchi di lavoro dislocati nell'area e tramite macchinari come la pressa idraulica. Una volta terminati l'operatore inizia l'assemblaggio dei riduttori nelle varie maschere in base alla famiglia di riduttore una volta assemblati i componenti necessari il riduttore viene stoccato su specifici contenitori.

Per l'analisi dei dati e degli indicatori andremo a considerare l'assemblaggio di un riduttore e non della coppia in quanto l'assemblaggio del riduttore destro e sinistro sono uguali ma speculari.

Andremo ora analizzare le 2 famiglie riduttore piccolo e riduttore grande.

#### **RIDUTTORE PICCOLO**

Nella famiglia chiamata riduttore piccolo attraverso l'uso del cronometraggio si è ripreso la produzione di diversi componenti:

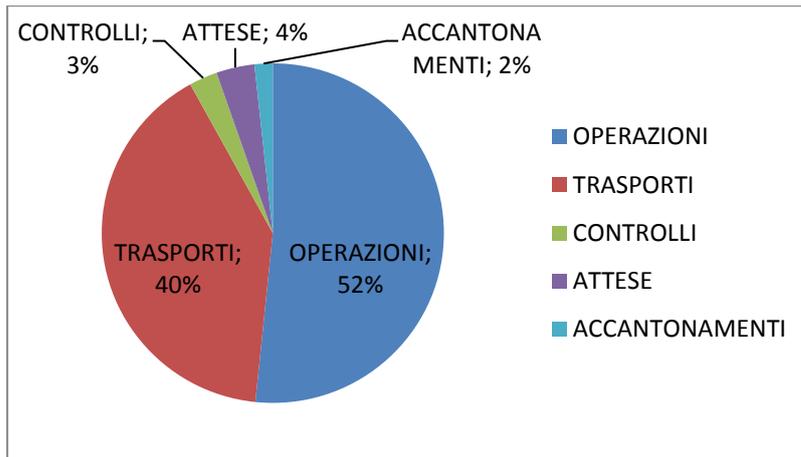
- 1) i 3 preassemblati effettuata dall'operatore B, che hanno generato 3 *flowchart* che sono: prm asse ruote, prm corona e prm albero, i premontaggi sono eseguiti nei banchi di lavoro e nella pressa.
- 2) del riduttore effettuata dall'operatore A, che ha generato una *flowchart*.

Le *flowchart* sono state unite in un'unica sola, seguendo la sequenza di assemblaggio.

Il ciclo di lavoro è stato suddiviso in 157 fasi elementari e come vediamo dall'estratto della *flowchart* (Fig. 4.19) il tempo rilevato è di 66,21 minuti, calcolato sommando i tempi rilevati di tutti i task elementari.

Dalla *flowchart* inoltre possiamo ricavarci il tempo normalizzato che è di 59,59 minuti e il tempo standard di 63,57 minuti

Le operazioni a valore aggiunto (VA) ammontano al 52% del tempo ciclo, mentre quelle a non valore aggiunto (NVA) sono rappresentate dai trasporti per il 40%, dai controlli per il 3%, per il 4% dalle attese e dagli accantonamenti per l'2%.



		ATTUALE	
		N°	T.
○	OPERAZIONI	52%	34,19
➡	TRASPORTI	40%	26,72
□	CONTROLLI	3%	1,78
D	ATTESE	4%	2,39
▽	ACCANTONAMENTI	2%	1,14
TOTALE		100%	66,21
DISTANZE PERCORSE		mt.	289

SUB ASSEMBLY	MAIN ASSEMBLY	FASI DELLA LAVORAZIONE ATTUALE - PROPOSTO	○	➡	□	D	▽	Distanze (m)	QUANTITA'	TEMPI UNITARI (min)	VELOCITA' (m/s)	TEMPI NORMALIZZATI (min)
			OPERAZIONI	TRASPORTI	CONTROLLI	ATTESE	ACCANTONAMENTI					
	MTG RIDUTTORE	PRELEVARE GUSCIO IN CESTA CON PARANCO, POSIZIONARE SU MASCHERA		x				5	1	1,6	90	1,440
	MTG RIDUTTORE	MONTARE GUSCIO SU MASCHERA, BLOCCARE CON VITE		x					1	0,26	90	0,234
	MTG RIDUTTORE	SPIANARE CON LIMA SUPERFICIE GUSCIO, PULIRE CON CARTA E ARIA C.		x					1	0,95	90	0,855
	MTG RIDUTTORE	RITORNARE MASCHERA GUSCIO		x					1	0,1	90	0,090
	MTG RIDUTTORE	PRELEVARE TAPPO SFATO OLIO DA CARRELLO KANBAN		x				50	1	0,03	90	0,027
	MTG RIDUTTORE	IMBOTTIRE TAPPO OLIO SENZA SERRARE	x						1	0,65	90	0,585
	MTG RIDUTTORE	PRELEVARE TAPPO MAGNETICO		x				10	1	0,075	90	0,068
	MTG RIDUTTORE	IMBOTTIRE TAPPO TAPPO MAGNETICO CON RANELLA	x						1	0,67	90	0,603
	MTG RIDUTTORE	SERRARE CON CHIAVE DINAMOMETRICA	x					1	1	0,21	90	0,189
	MTG RIDUTTORE	LIMARE SUPERFICIE ALBERINO		x					1	0,41	90	0,369
	MTG RIDUTTORE	PULIRE CON CARTA E ARIA C.	x						1	0,1	90	0,090
	MTG RIDUTTORE	PRELEVARE ANELLO CUSCINETTO		x					1	0,4	90	0,360
	MTG RIDUTTORE	MONTARE ANELLO CUSCINETTO	x						1	0,69	90	0,621
	MTG RIDUTTORE	OLIO SU SEDE CUSCINETTO	x						1	0,46	90	0,414
	MTG RIDUTTORE	PRELEVARE TAMPONE		x					1	0	90	0,000
	MTG RIDUTTORE	FORZARE CON TAMPONE CENTRAGGIO	x						1	0,18	90	0,162
	MTG RIDUTTORE	PRELEVARE GHIERE (2) ALBERINO		x				2	2	0,1	90	0,090
	MTG RIDUTTORE	MONTARE MANUALMENTE 1° ANELLO CUSCINETTO	x						1	0,27	90	0,243
	MTG RIDUTTORE	FORZARE CON TAMPONE CENTRAGGIO	x						1	0,2	90	0,180
	MTG RIDUTTORE	PRELEVARE PREMONTAGGIO ALBERO		x				15	1	0,35	90	0,315
	MTG RIDUTTORE	MONTARE PREMONTAGGIO ALBERO	x						1	0,3	90	0,270

Figura 4.19 – estratto flowchart situazione attuale riduttore piccolo

I trasporti rappresentano la percentuale maggiore delle operazioni a non valore aggiunto e sono dovuti ai continui spostamenti che l'operatore è costretto ad effettuare all'interno dell'area.

Vedi Figura 4.20 vediamo rappresentate la spaghetti chart relativa al prm albero (in rosso), prm asse ruota (in verde) e montaggio riduttore in (in blu).

Come vediamo nella spaghetti chart, gli spostamenti dell'operatore non sono efficienti, infatti molte volte è costretto a compiere parecchi metri per prendere i materiali.

In questo ciclo di lavoro si effettuano 289 metri si può nella *flowchart*.



Figura 4.20 – spaghetti chart riduttore piccolo

Come vi può vedere nella tabella (4.4) troviamo il takt time per il montaggio di un riduttore, calcolato come 8 ore al giorno lavorative (480 min.) di cui 20 minuti di pausa, perciò hanno a disposizione un tempo effettivo lavorativo di 460 minuti, per una copertura di 4,4 macchine al giorno e considerando l'assemblaggio di un singolo riduttore, il takt time è di 52,3 min/pezzo.

Tempo [min]	480
Tempo pause	20
Tempo disponibile	460
NR MT/GG	4,4
NR MTG/MT	2
TAKT TIME	52,3

Tabella 4.4 - Tempo disponibile lavorativo e Takt time

Possiamo ora trovare il numero di operatori tramite la formula precedentemente elencata. Il numero di operatori per il montaggio di un riduttore 1,22 operatori possiamo considerare 2 come abbiamo riscontrato una persona è dedicata alla preparazione dei premontaggi e all'aiuto dell'altra persona dedicata l'assemblaggio del riduttore.

Possiamo estrarre dalla flowchart questo grafico (fig. 4.21) con la saturazione dei 2 operatori rispetto il *takt time*.

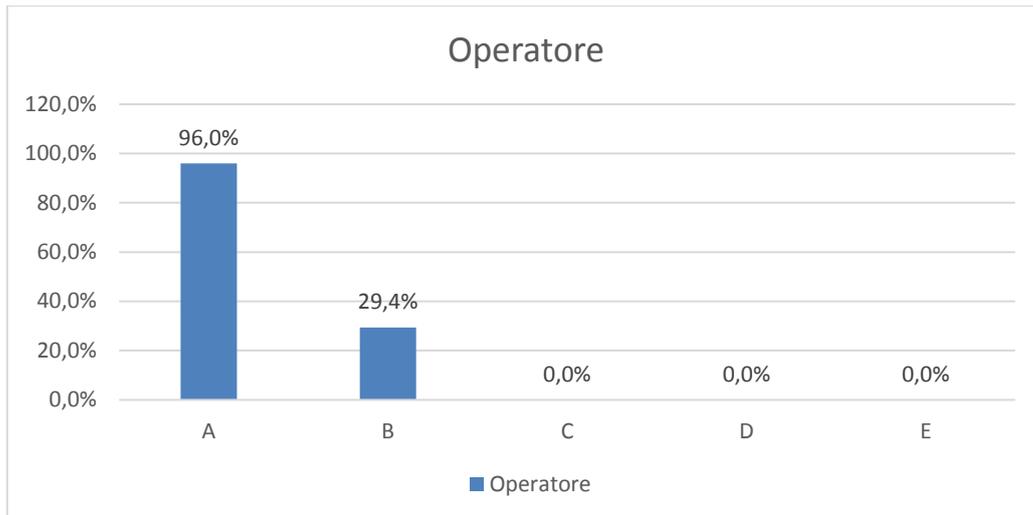


Figura 4.21 - Saturazioni operatori rispetto il takt time

Possiamo dire che l'operatore A ha saturazione eccessiva rispetto il *target* deciso dal team del 85% si dovrà agire per cercare di ridurre la saturazione dell'operatore, l'operatore B possiamo definirlo scarico rispetto il *takt time*.

### RIDUTTORE GRANDE

Andremo ora analizzare la famiglia chiamata riduttore grande, attraverso l'uso del cronometraggio si è ripreso la produzione di diversi componenti:

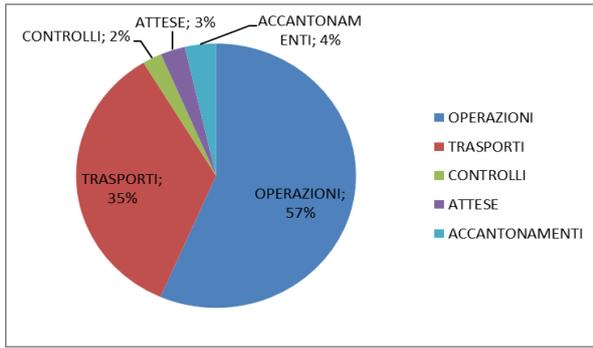
- 1) I premontaggi eseguiti dall'operatore A generanti 3 *flowchart* ognuna per i seguenti premontaggi: prm albero, prm asse ruota, prm cardano.
- 2) Il montaggio del riduttore grande da parte dell'operatore B, ha generato una *flowchart*, è stato chiaro durante l'analisi l'identificazione di alcuni premontaggi per i componenti come il guscio, la corona e le pinze freno questi identificazione sarà utile allo studio dell'analisi futura.

Le *flowchart* sono state unificate in una sola, seguendo la sequenza di montaggio ricavando i seguenti dati estratti dalla *flowchart* (fig. 4.22)

Il ciclo di lavoro è suddiviso in 289 fasi elementari il tempo ciclo rilevato è di 170,04 minuti possiamo inoltre ricavare il tempo normalizzato che è di 144,56 minuti ed il tempo standard 154,05 minuti.

Come possiamo vedere dall'estratto fig. le operazioni a valore (VA) ammontano al 57%, le operazioni non a valore (NVA) sono in totale del 43% suddivise come 35% trasporti, 2% controlli, 3 % attese, 4% accantonamenti.

Nell'analisi ci siamo accorti che inefficienza dei trasporti non è solo dovuta alla gestione del materiale, ma anche alla mancanza di organizzazione delle attrezzature e strumenti vedremo poi nell'analisi della spaghetti chart.



Icona	Fase	Percentuale	Valore
○	OPERAZIONI	57%	96,11
→	TRASPORTI	35%	59,17
□	CONTROLLI	2%	3,81
D	ATTESE	3%	4,84
▽	ACCANTONAMENTI	4%	6,12
	TOTALE	100%	170,04
	DISTANZE PERCORSE	mt.	701

SUB ASSEMBLY	MAIN ASSEMBLY	FASI DELLA LAVORAZIONE ATTUALE - PROPOSTO	OPERAZIONE	TRASPORTI	CONTROLLI	ATTESE	ACCANTONAMENTO	DISTANZE (mt)	QUANTITA'	TEMPI NETTI SINGOLE FASI (min)	VELOCITA' (P/S=100)	TEMPORALIZZAZIONI (min)	PROGRESSIVO TOTALE (min)
PRM ASSE RUOTA		TOGLIERE PROTEZIONE BANCALLE ASSE RUOTA		X					1	0,0675	80	0,054	111,33
PRM ASSE RUOTA		PRELEVARE ASSE RUOTA DA BANCALLE E POSIZIONARE SU BANCO		X					1	0,41	80	0,328	111,66
PRM ASSE RUOTA		PRELEVARE ASSE RUOTA E POSIZIONARE SU BANCO		X				5	1	0,77	80	0,616	112,28
PRM ASSE RUOTA		PULIRE ASSE RUOTA DA RESIDUI CON PANNIO	X						1	0,78	80	0,624	112,90
PRM ASSE RUOTA		POSIZIONARE GHERA SU ASSE RUOTA		X					1	0,41	80	0,328	113,23
PRM ASSE RUOTA		ALZARE CON PARANCO E POSIZIONARE ASSE RUOTA SU PRESSA		X				5	1	0,73	80	0,584	113,81
PRM ASSE RUOTA		TOGLIERE GHERA					X		1	0,21	80	0,168	113,98
PRM ASSE RUOTA		APPROVVIGIONARE COLONNETTE		X				5	1	0,43	80	0,344	114,32
PRM ASSE RUOTA		IMBIOCCARE COLONNETTE (10) SU ASSE RUOTA	X						1	0,77	80	0,616	114,94
PRM ASSE RUOTA		AZIONARE PRESSA PER INTESTAZIONE COLONNETTE	X						1	1,2	80	0,960	115,90
PRM ASSE RUOTA		RPOSIZIONARE GHERA SU ASSE RUOTA, AGGANCIARE CON PARANCO		X					1	0,25	80	0,200	116,10
PRM ASSE RUOTA		POSIZIONARE ASSE RUOTA SU BANCO		X				5	1	0,75	80	0,600	116,70
PRM ASSE RUOTA		ACCANTONARE GHERA E PARANCO					X	3	1	0,23	80	0,184	116,88
PRM ASSE RUOTA		APPROVVIGIONARE CUSCINETTI		X				10	1	0,45	80	0,360	117,24

Fig. 4.22 – estrazione flowchart as is riduttore grande

Come si può vedere dalla spaghetti chart (fig. 4.23) riferita all'assemblaggio del riduttore grande le movimentazioni in questo caso sono moltissime l'operatore in alcuni casi deve uscire anche dalla sua area di lavoro come si può vedere nell'immagine i punti 7 magazzino per prendere un componente, 8 area assali per prelevare un componente minuteria, 10 area battitori per necessità di un strumento (flessibile).

Gli altri punti riguardano componenti per l'assemblaggio e attrezzature specifiche per l'assemblaggio. Si può notare inoltre le continue movimentazione per il prelievo di componenti nelle varie scaffalature e banchi di lavoro.

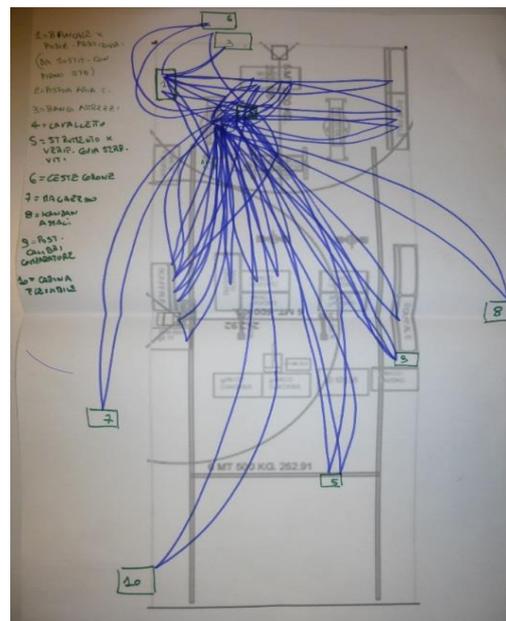


Figura 4.23- spaghetti chart riduttore grande

Dalla *flowchart* si è rilevato i metri che si effettuano per l'assemblaggio completo del riduttore grande sono 701 metri.

Per il takt time in questo caso considereremo per l'assemblaggio completo della coppia di riduttori, quindi, il takt time in questo caso è di 104,5 minuti.

Possiamo ricavare il numero di operatori necessari che è di 2,94 che possiamo approssimare a 3 operatori, come da noi riscontrato un operatore (A) dedicato all'assemblaggio del riduttore destro, un operatore(C) dedicato l'assemblaggio del riduttore sinistro e un operatore dedicato all'assemblaggio dei premontaggi (B).

La saturazione dell'analisi (fig.4.24) è la seguente.

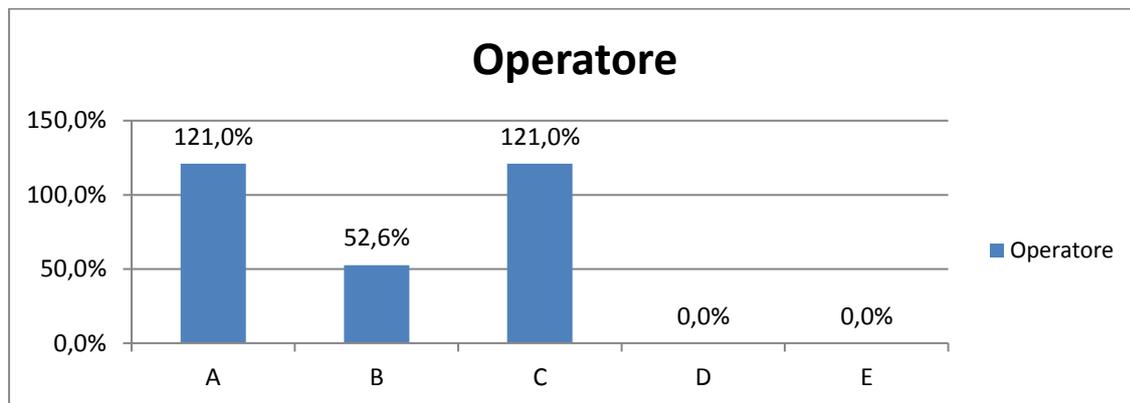


Figura 4.24 – saturazione operatori riduttore grande

Possiamo notare che l'operatore A e C dedicati all'assemblaggio del riduttore destro e sinistro sono sovraccarichi rispetto il *takt time* invece l'operatore B è scarico, questo un caso di mancato livellamento delle fasi, possiamo dire che A e C attualmente sono dei colli di bottiglia.

Il team leader per ovviare a questa problematica anticipa la produzione dei riduttori piccoli con un sovradimensionamento del personale quindi crea *overstock* di riduttori piccoli per poi dedicarsi alla famiglia dei riduttori grandi. Sarà compito del team trovare una soluzione per cercare di livellamento della produzione.

Analizzati i dati e i problemi riscontrati (descritti paragrafo successivo) nello studio del to be si cercherà di ovviare ai problemi riscontrati.

#### 4.2.4.2 Cambio

In questo paragrafo andremo mostrare i dati riscontrati durante l'analisi tramite *flowchart* per le tre famiglie considerate M200, M300, PL dei cambi.

Per l'analisi dei modelli di cambio siamo partiti prima con il rilievo tramite videocamera di tutti i premontaggi per ogni famiglia analizzata da considerare che i preassemblati della famiglia M200 e M300 sono uguali, poi abbiamo analizzato l'assemblaggio del cambio dal

fissaggio della scatola cambio nella postazione fissa assemblando i premontaggi e gli altri componenti al pre-test funzionale fino alla fase di collaudo.

Come nei riduttori ogni rilievo è stato poi analizzato tramite delle *flowchart*, il procedimento dell'analisi è lo stesso dei riduttori quindi riporteremo i dati rilevati per le famiglie dei cambi sulla tabella 4.5 seguente.

KPI	M200	M300	PL
TEMPO RILEVATO (min)	277,81	258,8	343,38
TEMPO NORMALIZZATO (min)	236,14	232,21	287,41
TEMPO STANDARD (min)	259,75	256,21	316,15
TEMPO STANDARD PREASSEMBLATI (min)	63,01	63,01	95,31
TEMPO STANDARD ASSEMBLAGGIO CAMBIO (min)	196,95	193,2	220,84
HANDLING (mt)	852	797	1183
VA (min)	116,52	119,05	139,38
NVA (min)	161,29	139,75	209,58
NUMERO OPERATORI	3	3	4

tabella 4.5 - KPI as is cambi

Ricordiamo inoltre che il tack time in come vediamo dalla Tabella 4.6 gli operatori lavorano 8 ore al giorno (480 min.) di cui 20 minuti di pausa, perciò hanno a disposizione un tempo effettivo lavorativo di 460 minuti, per una copertura di 4,4 macchine al giorno, quindi il takt time è di 104,5 min/pezzo.

Tempo [min]	480
Tempo pause	20
Tempo disponibile	460
NR MT/GG	4,4
TAKT TIME	104,5

Tabella. 4.6 – takt time

Possiamo anche che le fasi a VA sono inferiori delle fasi a NVA come si può vedere immagine 4.25 nel caso della famiglia M200, le fasi a valore aggiunto sono il 42% e le fasi a non valore sono il 58%.

Similari sono i valori anche per le altre famiglie.

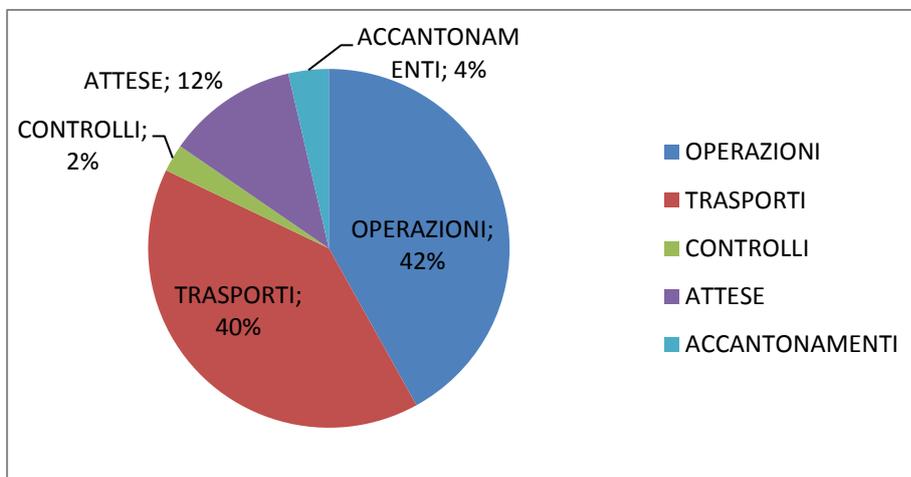


Figura 4.25 – grafico VA e NVA famiglia M200

Come si può vedere sia dalla tabella 4.5 e dalla figura precedente i trasporti necessari attualmente per l'assemblaggio di un cambio sono molto rilevati nel caso del M200 sono il 40% delle fasi, come si può vedere anche dalle spaghetti chart sotto riportate riferite una ad alcuni premontaggi (fig.4.26) dei cambi e l'altra all'assemblaggio del cambio M300 (fig. 4.27).

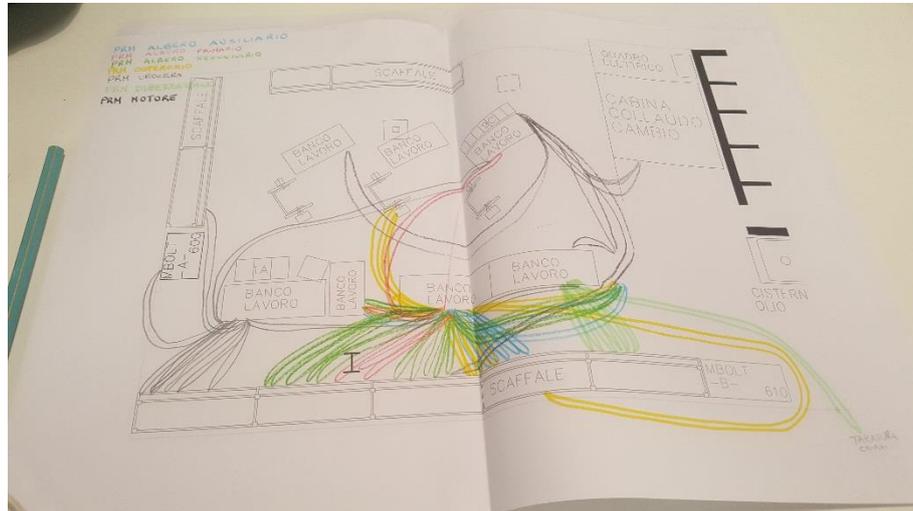


Figura 4.26 – spaghetti chart prm cambi

Ogni premontaggio è stato identificato con colore diverso.

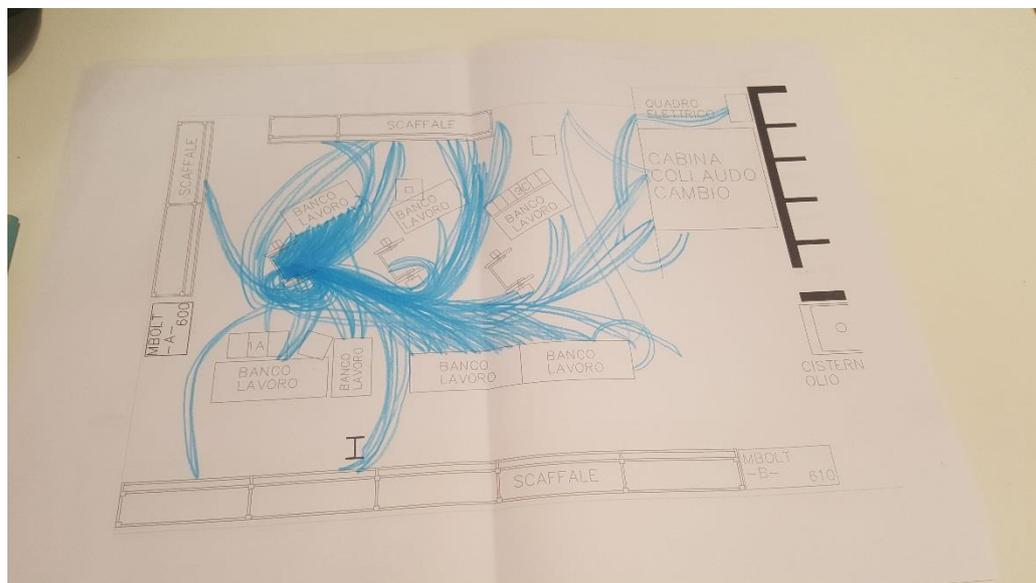


Figura 4.27 – spaghetti chart M300

Come si può vedere l'operatore compie continui spostamenti sia per il prelievo di pezzi e di preassemblati non vicini ai punti di utilizzo, sia per prendere strumenti o attrezzature in altre stazioni o nella zona dei premontaggi.

Ogni operatore addetto all'assemblaggio si occupa dell'assemblaggio del cambio nella propria postazione fissa, esempio nel caso della famiglia M200 due operatori si occupano ognuno dell'assemblaggio di un proprio cambio, una persona dei premontaggi o in alcuni casi anche all'assemblaggio.

Essendo il tempo di assemblaggio maggiore del takt time (vedi tab. 4.5) porta a lavorare in più stazioni più cambi, questo metodo porta ad una gestione a stock del prodotto. Quindi avremo più operatori su più stazioni che andranno garantire la quantità di cambi finiti giornaliera ma con nessun rispetto del takt time.

Inoltre abbiamo voluto suddividere il tempo di preassemblaggio con il tempo di assemblaggio per considerazioni che faremo nello studio del layout futuro.

### **4.3 Problematiche Rilavate**

Durante l'analisi appena vista nei paragrafi precedenti andremo ora a elencare delle problematiche quindi possibilità di miglioramento per lo studio futuro che abbiamo riscontrato durante l'analisi AS IS.

- Le fasi di premontaggio e montaggio non seguono flussi ottimali ma flussi incrociati, è difficoltoso organizzare il lavoro in parallelo tra le diverse fasi e l'introduzione di risorse aggiuntive con questa organizzazione fa diminuire la produttività;
- Suddivisione delle fasi di montaggio non ottimale, possibilità di suddividere ulteriormente le attività di premontaggio e attività di montaggio;
- Nessun livellamento della produzione, gli operatori erano lasciati liberi nei tempi e nei modi di assemblaggio con possibili problematiche come colli di bottiglia es. possibile collo di bottiglia più cambi finiti che devono andare in cabina di collaudo;
- Sistema di produzione orientato alla filosofia push e non ad una filosofia pull;
- Ci sono macchinari semplici (riscaldatore, smerigliatrice, attrezzature di specifiche di sollevamento) che possono creare colli di bottiglia essendo utilizzati su più fasi;
- il Point of Use del materiale di assemblaggio non è in funzione della vicinanza della fase di lavoro ma dislocato in punti specifici col risultato di creare doppie ubicazione delle parti.
- Le attrezzature di produzione sono sparse nelle varie postazioni, non ci sono check list di controllo, i tempi persi alla ricerca di attrezzi e chiavi sono all'ordine del giorno. Vedi immagine 4.28 sotto riportata;



Figura 4.28 – attrezzature alla rinfusa

- Banchi di lavoro non ottimizzati attrezzature, strumenti, minuteria sparpagliati sul banco come si può vedere anche dall'immagine precedente (fig. 4.28);
- Numerosi punti di pericolo:
  - per la verifica di catene e golfari, il controllo dell'integrità risulta difficile essendo dislocate in zone diverse e nascoste (fig. 4.29);
  - presenza di materiale o di attrezzature nei corridoi o nei punti di passaggio;
  - non particolare attenzione allo studio dell'ergonomia es. poche attrezzature specifiche per lo spostamento tramite paranco dei premontaggi.
  - Difficoltà per il prelievo dei componenti stoccati nel piano alto della scaffalatura costringendo l'operatore in assenza di scale di arrampicarsi.



Figura 4.29 – esempi punti di pericolo

- La disposizione delle aree di lavoro porta ad avere un flusso del materiale non sequenziale, risulta difficile controllare a vista il work in progress;
- I flussi dei premontaggi si incrociano con quelli dei montaggi;
- un elevato numero di codici stoccati in grandi contenitori con perdita di spazio;
- mancanti nelle aree causati da un inefficiente flusso dei materiali provocando fermi produttivi;
- non ottimizzazione dei point of use del nelle aree di assemblaggio, provocando spostamenti eccessivi come si può vedere dalle spagheti chart (fig. 4.27 e 4.28);
- presenza in area di attrezzi, componenti, strumenti rotti o obsoleti;
- Sul pavimento e sulle superfici di lavoro delle aree sono presenti scarti, carte e residui non ci sono contenitori specifici. Sono visibili versamenti di liquidi come olio, mentre nelle unità di produzione polvere e sporcizia sono all'ordine del giorno. Strumenti, parti e materiali utilizzati dai dipendenti non hanno posizione specifiche. Nelle aree di produzione, molti elementi non sono necessari o utilizzati dagli operatori;
- Mancanza di contenitori adeguati per deposito carta, nylon ecc.;
- Gli operatori eseguono poca o nessuna manutenzione. Le macchine sono lasciate a deteriorarsi. In seguito, i team specialistici di manutenzione reagiscono;
- Perdite di tempo per attività che si possono compiere senza operatore (es. Il riempimento di olio dei riduttori è fatto con una pistola senza il blocco di riempimento, l'operatore deve tenere la pistola fino al completo riempimento);
- sovrapproduzione di premontaggi con conseguenze su spazi e tempo, come si può vedere (fig. 4.30 l'utilizzo di banchi di lavoro per lo stoccaggio);

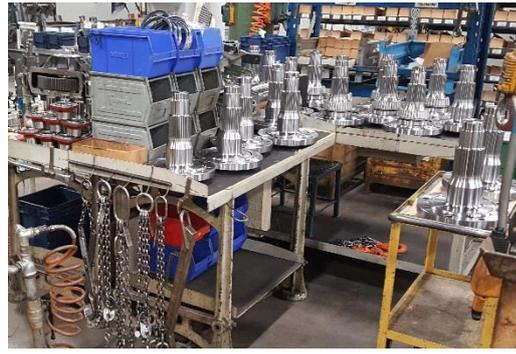


Immagine 4.30– sovrapproduzione

- Esecuzione di operazioni non necessarie o contro indicate es. limatura su superfici lavorate;
- Non sfruttamento delle competenze es. *Team leader* utilizzato come carrellista per la gestione del materiale;
- L'area di lavoro riduttori risulta non ben definita, è poco chiaro l'entrata (in) e l'uscita (out) del semilavorato vedi immagine 4.31;



Figura 4.31 – ingresso uscita del layout

- Nell'area riduttori, il materiale semilavorato in uscita hanno 3 direzioni diverse in funzione delle caratteristiche vedi immagine (fig.4.32).

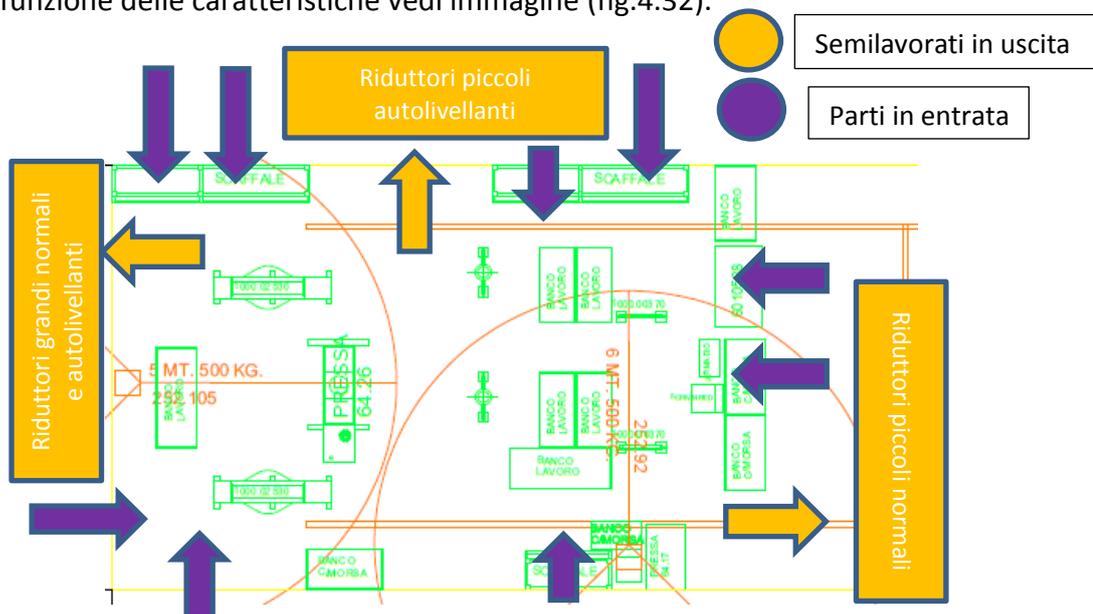


Figura 4.32 - Ingresso uscita materiale area riduttori

Tutti questi problemi e le proposte di miglioramento vengono raccolti in un file Excel denominato Kaizen Action Sheet (KAS) (Fig. 4.33).

N°	PVD	Chi Propone	Titolo	Data	Chi valuta	Descrizione del problema	Descrizione della proposta di miglioramento	Esito valutazione	Motivazione
1	RIDUTTORI	MORENO BONOTTO	STRUMENTI DI MONTAGGIO	02/12/2016	LECCHI STEFANO	L'OPERATORE CONTINUA A PERDERE MOLTO TEMPO PER PRELEVARE E DEPOSITARE LE ATTREZZATURE CHE SERVONO DURANTE IL MONTAGGIO	DEFINIRE SHADOW BOARD CON RUOTE DA POSIZIONARE A BORDO POSTAZIONI DI MONTAGGIO	OK	RIDUZIONE TEMPO NVA DI MOVIMENTAZIONE
2	RIDUTTORI	MORENO BONOTTO	PREMONTAGGIO GIUNTO CARDANICO	02/12/2016	LECCHI STEFANO	IL PREMONTAGGIO DEL GIUNTO CARDANICO VIENE POSIZIONATO IN CASSA METALLO, RISCHIO DI DANNEGGIAMENTO	DEFINIRE CARRELLI SPECIFICI PER PREMONTAGGIO GIUNTO CARDANO CON PIASTRA	OK	RIDURRE RISCHIO DI DANNEGGIAMENTO PARTICOLARI
3	RIDUTTORI	MAXIMO DIAMOR	RIEMPIMENTO OLIO RIDUTTORI	07/12/2016	LECCHI STEFANO	IL RIEMPIMENTO DI OLIO DEI RIDUTTORI E FATTO CON PISTOLA SENZA BLOCCO DI RIEMPIMENTO, L'OPERATORE TENERE LA PISTOLA FINO AL COMPLETO RIEMPIMENTO	DOTARSI DI PISTOLA CON BLOCCO E REGOLAZIONE QUANTITA' OLIO	OK	RISPARMIO TEMPO IN CUI L'OPERATORE SI PUO' DEDICARE AD ALTRE ATTIVITA'
4	RIDUTTORI	MORENO BONOTTO	APPLICAZIONE PASTA ROSSA E GRASSO	02/12/2017	LECCHI STEFANO	L'APPLICAZIONE DELLA PASTA ROSSA E DEL GRASSO RISULTA DIFFICOLTOSA, CON SPRECO DI MATERIALE E DI LUNGA DURATA	COME PER LE CARTUCCE DI SILICONE DEFINIRE DELLE CARTUCCE PER DEPOSITARE CORRETTAMENTE SIA LA PASTA ROSSA CHE IL GRASSO	OK	RISPARMIO TEMPO, RIDUZIONE SPRECO MATERIALE DI CONSUMO E TEMPO DI LAVORO
5	RIDUTTORI	VALERIO MATTEO	MONTAGGIO RIDUTTORI PICCOLI 2° POSTAZIONE	18/01/2017	LECCHI STEFANO	LA MOVIMENTAZIONE DEI RIDUTTORI VICINO AL FULCRO DELLA GRU A BANDIERA RISULTA DIFFICOLTOSO	RIPOSIZIONARE POSTAZIONE 2 MONTAGGIO RIDUTTORI	OK	FACILITARE LA MOVIMENTAZIONE
6	RIDUTTORI	VALERIO MATTEO	RISCALDATORE CUSCINETTI	18/01/2017	LECCHI STEFANO	IL RISCALDATORE CUSCINETTI IMPIEGO MOLTO TEMPO PER RISCALDARLI, SPECIE I CUSCINETTI PIU' GRANDI	ACQUISTO RISCALDATORE PIU' POTENTE	DA VALUTARE	RISPARMIO TEMPO DI PREMONTAGGIO E MONTAGGIO
7	CAMBI	RONZANI LINO	PRMTG DIFFERENZIALE	11/01/2017	MENEGHETTI NICOLA FIORAVANZO CLAUDIO	DIFFICOLTA' NEL PRELEVARE IL DIFFERENZIALE DALLA MASCHERA DI PRMTG DIFFERENZIALE TRAMITE L'APPOSITO GANCIO QUESTO COMPORTA IL SOLLEVAMENTO E LO SPOSTAMENTO DEL DIFFERENZIALE ( PESO 40kg) NEL BANCO	PERMETTERE ALLA MASCHERA PRMTG DI RUOTARE DI 90° COSI' DA PERMETTE DI PRELEVARE DIRETTAMENTE IL DIFFERENZIALE	OK	RISPARMIO TEMPO E SOPRATTUTTO MIGLIORAMENTO DELL'ERGONOMIA
8	CAMBI	VIERO STEFANO	LEGGIO	10/01/2017	MENEGHETTI NICOLA FIORAVANZO CLAUDIO	INGOMBRO DEL LEGGIO NEL BANCO DI LAVORO	FISSARE IL LEGGIO DIRETTAMENTE SULLA MASCHERA MONTAGGIO CAMBIO	OK	PERMETTE DI LASCIARE LIBERO IL BANCO DI LAVORO

figura 4.33 – Kaizen Action Sheet

# Capitolo 5

## Material Supply

Lo studio dei flussi di materiali è stato un lavoro molto significativo dell'intero progetto di re-layout, da un lato per le diverse ore necessarie per l'osservazione delle attività da studiare, la raccolta e l'analisi dei dati, dall'altro per la quantità dei dati analizzati e la complessità di alcune procedure seguite.

È stata necessaria innanzitutto una revisione di tutto il materiale movimentato nelle aree esaminate, al fine di comprendere la situazione *as is* e valutare la migliore decisione da prendere per la gestione futura.

### 5.1 Supply Policies

Le modalità di approvvigionamento delle aree nella situazione iniziale sono molteplici e di seguito esposte:

- **STOCK IN AREA:** Il materiale viene depositato direttamente nell'area di lavoro in cui sarà utilizzato, contenuto in casse o gabbie di diverse dimensioni con un quantitativo di materiale sufficiente a rifornire l'area per una settimana. Il materiale viene stoccato possibilmente (dipende dal tipo di contenitore) nelle apposite scaffalature posizionate attorno alle aree di assemblaggio (fig. 5.1)



Figura 5.1 – Stock in area

- **KANBAN:** Contenitori metallici, movimentabili sia manualmente che attraverso ausili motorizzati. Si utilizzano per il trasporto di componenti dello stesso codice con numerosità elevata e di piccola dimensione e vengono disposti su apposite scaffalature (fig.5.2).



Figura 5.2 – Gestione kanban attuale

- **MAGAZZINI ESTERNI:** Si tratta di scaffali contenenti minuteria e bulloneria, inserita in scatole dotate di codice a barre differente per ogni codice prodotto. Tali scaffali (fig. 5.3) sono gestiti direttamente da fornitori esterni.



Figura 5.3 - Magazzino esterno

## 5.2 Plan for every Part (PFEP)

### 5.2.1 Standard Work

Il gruppo AGCO ha previsto l'implementazione del Plan For Every Part su più plant di sua proprietà. Ha così inviato una linea guida generale (definita Standard Work) da seguire per sviluppare il PFEP. Sarà compito di ogni plant adattarla in base alle proprie esigenze e alla propria struttura.

Le direttive AGCO espongono le cinque principali attività per l'implementazione:

1. creare il database PFEP e popolarlo di dati;
2. determinare i contenitori e l'imballaggio adatti;
3. costruire il supermarket dei componenti;
4. definire il percorso di consegna dei materiali per il trattorino;

5. implementare un sistema pull come segnale per il rifornimento.

In riferimento alle aree oggetto di analisi parte del lavoro, cioè la creazione di un database PFEP e la costruzione del supermarket, è già stato svolto; sarà necessario l'aggiornamento del database per quei materiali già studiati in passato e l'analisi completa dei codici non ancora considerati.

I dati che Laverda ha deciso di inserire all'interno del proprio database sono:

- codice articolo
- descrizione articolo
- tipologia articolo
- codice fornitore
- ragione sociale fornitore
- area
- point of use
- peso articolo
- contenitore
- peso contenitore
- nr pezzi per contenitore
- peso totale
- movimentazione
- coefficiente di impiego medio
- verniciatura
- gestione
- numero kanban in area
- numero di fronti in area
- numero kanban supermarket
- numero fronti supermarket
- numero kanban totali
- ID kit o ID kanban
- origine
- destinazione

Questa lista di dati rappresenta la partenza per il database PFEP ma è facilmente modificabile inserendo dati che in un secondo momento diventano necessari. Questo database verrà popolato con gli articoli di tutte le aree che si andranno ad analizzare in modo da avere un luogo comune e completo dove reperire le informazioni.

### **5.2.2 Raccolta dati**

A partire dai complessivi è stato possibile risalire a tutti i componenti che vengono assemblati nelle aree cambi e riduttori, grazie all'esplosione delle distinte base fino al loro livello più inferiore. Al fine dell'analisi sono stati eliminati tutti quei componenti che appartengono alla famiglia della minuteria e bulloneria, alla luce del fatto che essi vengono approvvigionati in area dal fornitore in scaffali da esso gestiti quotidianamente.

La raccolta dati per il PFEP è definita nello Standard Work e prevede una metodologia standard definita dall'azienda dopo lo studio di un'area pilota. Questo standard prevede l'analisi fisica di ogni componente per definire alcuni campi:

- Il più piccolo contenitore standard che può contenere il componente mantenendo la sovrapposibilità; nel caso in cui il componente non sia contenibile o non permetta la sovrapposibilità dei contenitori dovrà essere segnalato come “non contenibile”;
- Il numero massimo di pezzi contenibili nel contenitore standard il peso del componente, se ne è possibile la pesa;
- Il peso del contenitore standard considerando il numero massimo di pezzi inseribili nello stesso; questo non deve superare i 15 kg altrimenti è necessario rivedere al ribasso il numero dei pezzi contenuti;
- La modalità di movimentazione intesa come:
  - 2 – movimentabile utilizzando solamente 2 dita
  - 5 – movimentabile utilizzando una mano
  - 10 – movimentabile utilizzando 2 mani
  - 20 – movimentabile utilizzando 2 persone
  - 90 – movimentabile con l'ausilio di mezzi meccanici
- I punti in cui viene utilizzato il particolare o Point Of Use (PoU), se più di uno devono essere segnalati tutti;
- L'indice di utilizzo del codice nel PoU per ogni PoU; se utilizzato su configurati di mietitrebbia in quantità diverse deve essere indicato il numero massimo;
- Categoria:
  - Contenibili: componenti contenibili nei contenitori standard
  - Non contenibili:
    - Lunghezze: componenti non contenibili che si sviluppano in un'unica direzione;
    - Larghezze: componenti non contenibili che si sviluppano in due direzioni;
    - Tubi rigidi: componenti non contenibili formati da un tubo non deformabile che si può sviluppare in tutte le direzioni;
    - Altro: componenti non contenibili e non facenti parte delle famiglie precedenti.

La raccolta dei dati è quindi iniziata con la catalogazione di tutti i codici costituenti i subassemblati in oggetto, riportati in una tabella excel come questa:

Codice	Descrizione	Peso componente	Contenitore minimo	Peso contenitore minimo	N° pz. x contenitore	Peso Tot.	Movimentabile (Dita)	Note	Contenitore attuale

Tabella 5.1 - Dati relativi ai codici costituenti i subassemblati

I contenitori standard sono delle cassette in polipropilene di varie dimensioni e con le seguenti caratteristiche:

- sono standard;
- sono certificati;
- Resistenti alla maggior parte di oli, acidi e soluzioni alcaline;
- Resistenti a temperature da -20° a 100° C;
- Indeformabili e robusti;
- Standard VDA 4500;
- Modulari, per l'acatastamento di più contenitori di dimensioni diverse;
- Pallettizzabili;
- Dotati di due porta etichette;
- Riciclabili al 100%;
- Pareti interne lisce per una facile pulizia;
- Compatibili con tutti i contenitori di formato Euro-standard e modelli KLT;

I contenitori sono classificabili come mostrato in tabella:

CONTENITORE	ALTEZZA (mm)	LARGHEZZA (mm)	LUNGHEZZA (mm)	PESO (gr)
KLT 2115	150	150	200	350
KLT 3215	150	200	300	570
KLT 4315	150	300	400	1290
KLT 4329	290	300	400	1850
KLT 6415	150	400	600	2010
KLT 6429	290	400	600	2970

Tabella 5.2 - Contenitori standard



Figura 5.4 – Contenitori KLT

I materiali che non sono contenibili nei KLT vengono stoccati nei contenitori che vediamo di seguito in Figura 5.5.



Figura 5.5 - Contenitori per pezzi non contenibili nei KLT

A seguito della raccolta dei dati è emerso che i codici totali rilevati nell'area sono 190 senza considerare la bulloneria.

Articolo	Descrizione Mat	Handling (dita)	Contenitori	Q.tà per contenitori	Peso	Peso contenitori	Peso totale (k)	Famiglia
003220978500	ALBERO AUSILIARIO	10	KLT4315	3	4770	1290	15,6	CONTENIBILE < 15KG
003220979500	INGRANAGGIO FISSO 4	10	KLT4315	3	4220	1290	13,95	CONTENIBILE < 15KG
003217329500	SUPP.DX USCITA CAMBIO	10	KLT4329	4	3480	1850	15,77	CONTENIBILE < 15KG
003217330500	SUPP.SX USCITA CAMBIO	10	KLT4329	4	3480	1850	15,77	CONTENIBILE < 15KG
003218735000	CPL SCATOLA DIFFERENZ.	10	2A	20	13200			NON CONTENIBILE < 15 KG
003220982500	ALBERO SECONDARIO	10	2A	40	6781			NON CONTENIBILE < 15 KG
003220995500	CORONA DIFFERENZIALE	10	2A	10	14550			NON CONTENIBILE < 15 KG
003221427500	SUPPORTO FRENO SX	10	2A	20	12965			NON CONTENIBILE < 15 KG
003221426500	SUPPORTO FRENO DX	10	2A	20	9307			NON CONTENIBILE < 15 KG
7061288M1	SUPPORTO FRENO DX	10	2A	20	8637			NON CONTENIBILE < 15 KG
003220660500	SUPPORTO FRENO SX	0	2A	20	NON IN AREA			NON CONTENIBILE > 15 KG
003220663500	SUPPORTO FRENO DX	0	2A	20	NON IN AREA			NON CONTENIBILE > 15 KG

Tabella 5.3 – Foglio excel con i dati raccolti

### 5.2.3 Analisi dei dati

Alla fase di raccolta dati è seguita la fase di analisi degli stessi con l'obiettivo di:

- analizzare i codici in distinta base per calcolare i coefficienti di utilizzo;
- identificare i codici definiti come runners e quelli definiti come repeters;
- definire la tipologia di gestione dei materiali presenti nell'area attraverso la matrice decisionale;
- identificare i kit necessari e codificarli;
- valutare il contenitore per i kit identificati;
- identificare gli stocking point;
- dimensionare gli stocking point e identificare il numero di racks necessari per l'area;

Nella fase di analisi le informazioni raccolte in area sono state integrate con le informazioni presenti nella distinta base dei materiali, nel piano di traino e altri dati interni all'azienda quali:

- il numero di pezzi di ogni codice presente in ogni configurato di mietitrebbia estrapolato dalla distinta base;
- il numero di macchine che si prevede di produrre nel 2017 definito nel piano di traino;

La prima analisi da effettuare riguardava la distinta base per ottenere la probabilità di utilizzo di ogni singolo codice e l'identificazione dei codici runners e repeters. Questa analisi è stata svolta con alcuni step:

1. Calcolare su un foglio excel la matrice 1 e 0 che prevede in riga i codici analizzati e in colonna i configurati attivi. L'incrocio è identificato con il numero 1 se il codice è presente nella distinta base, con il numero 0 se il codice in riga non è presente nella distinta base come si può vedere nell'esempio sotto per gli stessi codici (Fig. 5.6).



2. Creare una nuova matrice risultato della moltiplicazione della matrice 1 e 0 per il piano di traino (programma dei configurati di mietitrebbie da produrre nel corso del tempo) per calcolare la probabilità di utilizzo di ogni articolo come percentuale data dal rapporto tra la sommatoria riga per riga nella matrice creata e la somma di tutte le macchine presenti nel piano di traino come visibile nell'esempio sotto (Fig. 5.7).

Descrizione Mat	ALQUATROB22	ALQUATROC21	HMSF.L01118	HMSF.L01121	R200R	R200R	R200R	R200R	R200R	UTSF.L50119	UTSF.L50120	SOMMA 5/6 SW	% UTILIZO 5/6 SW
ALBERO ENTRATA RIDUTTORE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	440	71%
ALBERO ENTRATA RIDUTTORE	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3%
ANELLO 13744	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	1	404	65%
ANELLO DISTANZ.CUSCIN.	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	1	404	65%
ANELLO ELAST.105.FORO	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%
ANELLO ELAST.125.FORO	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	13%
ANELLO ELAST.70.ALBERO	20	14	1	1	0	0	0	0	0	1	1	471	76%
ASS.FORCELLA RIDUTTORE M1CA1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	10%
ASSE RUOTA 89/210 COLONNET.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3%
BEARING - 608Z 2RS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	10%
BEARING - 608Z 2RS1	20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	16%
BOCC.FL. M20X30X20,3X8X5,2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3%
COMPRESSIVO CROCIERA	20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	16%
COPERCIO 13931	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%
COPERCIO DI CONTENIMENTO	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	13%
COPERCIO PIGNONE	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	13%
COPERCIO SCAT.RIDUTTORE	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%
CORONA RIDUTT.MONOSTABIO	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%
CPL.SEMIALBERO ESTERNO	20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	6%
CUS.32028K (140X210X45)	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	13%
CUS.33016 (80X125X36)	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%
CUS.33024 (120X150X48)	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%
CUS.33110 (50X85X26)	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%
CUS.33117 (65X100X41)	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	13%
CUS.6014Z 2RS1 (70X110X20) TEN.	20	14	1	1	0	0	0	0	0	1	1	471	76%
CUS.IM205149/110Q (50X90X28)	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	13%
DADO M14X1,5 ESAG.NORM.	20	14	1	1	0	0	0	0	0	1	1	623	100%
DADO M14X1,5 ESAG.BASSO	20	14	0	0	0	0	0	0	0	1	1	415	67%
DADO M14X1,5 ESAG.NORM.	20	14	1	1	0	0	0	0	0	1	1	623	100%
DADO M14X1,5 ESAG.NORM. -10/12	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3%
DADO M14X1,5 ESAG.ALTO	20	14	1	1	0	0	0	0	0	1	1	593	95%
DISCO FRENO SERVIZIO	20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	6%
DISTANZ.CORONA.RIDUTTORE	0	14	0	1	0	0	0	0	0	1	1	456	73%

Figura 5.7 – Estratto matrice coefficiente di utilizzo



### 5.3 Definire la tipologia di gestione

Passiamo ora alla ridefinizione dei metodi di approvvigionamento in vista della variazione del layout delle aree di assemblaggio.

Una volta elaborati tutti i dati riguardanti dimensione e probabilità di utilizzo di ciascun codice in esame, si procede usando uno strumento previsto dallo Standard Work e sviluppato dall'azienda: la *matrice decisionale*.

L'utilizzo della matrice decisionale richiede la definizione di tre caratteristiche chiave per ogni particolare: dimensione, probabilità di utilizzo e alternative in distinta base.

- La dimensione è l'effettivo ingombro del componente diviso in:
  - contenibile in KLT: le dimensioni del particolare sono inferiori a quelle utili interne di almeno un contenitore standard KLT mantenendone la sovrapposibilità e il peso dell'articolo è inferiore a 15 kg;
  - non contenibile in KLT ma movimentabile da una persona: almeno una dimensione del particolare è superiore alle dimensioni utili degli standard KLT ma è comunque movimentabile manualmente da una persona e il peso dell'articolo è inferiore a 15 kg;
  - non contenibile in KLT e non movimentabile da una persona: l'articolo non può essere movimentato manualmente da una persona per dimensioni o peso superiore ai 15 kg.
- La probabilità di utilizzo è intesa come la percentuale di volte che l'articolo viene montato fatto cento il numero totale di possibili montaggi annui. La volontà alla base di questo indice è capire quante volte viene montato un particolare piuttosto che un suo alternativo. Per calcolarlo si parte da una distinta base totale intesa come la matrice con in riga i vari codici componenti ed in colonna tutti i configurati, nei vari incroci è riportato un valore che indica la presenza o meno del componente nella distinta base del configurato (0 non è presente, 1 è presente) come si può vedere nella figura 5.6 (matrice 0 e 1) sopra. Ogni casella deve essere moltiplicata per il valore di budget di produzione annua del relativo configurato in colonna così da dare il numero di volte che quel particolare verrà montato nell'anno, rapportando la somma per riga al budget totale di produzione annuo si ha la percentuale di volte che il particolare viene montato come si può vedere nella figura 5.7 (matrice probabilità d'utilizzo sopra);
- L'alternatività in distinta base è una caratteristica che deriva da una suddivisione dei configurati in famiglie. Queste comportano lo sdoppiamento di alcuni particolari che altrimenti sarebbero sempre presenti in tutti i configurati e che mantengono un'alta rotazione. Non essendo semplice l'individuazione di questi particolari il loro riconoscimento è da intendersi come un plus, nel caso infatti in cui due codici non siano identificati come alternativi possono essere gestiti come definito dalla matrice in base a dimensioni e probabilità di utilizzo.

Tale matrice (fig.5.9) definisce una priorità alle possibili gestioni applicabili. Il valore 1 indica il tipo di gestione da privilegiare, nel caso questa non sia applicabile (ad esempio non sono disponibili strutture per lo stoccaggio di contenitori kanban nelle immediate vicinanze del point of use o piuttosto non sono presenti altri codici per creare un kit) si può optare per la gestione identificata con il valore 2, così ugualmente si può passare al valore 3.

MATRICE DECISIONALE				KB	CALL	CALL	SEQ	SEQ	SEQ	
				JIT - PULL			JIS - PUSH			
DIMENSION	APPLICATION		CATEGORY	FEATURES	KANBAN	STATION KIT	FAMILY KIT	MULTI MACHINE MODEL KIT	MACHINE MODEL KIT	SINGLE ARTICLE
A CONTAINABLE IN STANDARD KLT	A PROBABILITY OF USE > 70%		AA	CONTINUOUS USE	1	2				
	B PROBABILITY OF USE < 70%	1 NOT AB1 CATEGORY	AB1	SPECIFIC USE					1	
		2 2 ALTERNATIVE ITEMS IN 100% OF BOM PROBABILITY OF USE > 30%	AB2	CONSTANT USE	2		1		3	
B NOT CONTAINABLE IN STANDARD KLT BE MOVED BY 1 PERSON	A UNIQUE ITEM	1 PROBABILITY OF USE > 70%	BA1	CONTINUOUS USE	2	1				
		2 PROBABILITY OF USE < 70%	BA2	SPECIFIC USE				1	2	
	B ALTERNATIVE ITEMS (2 or more in 100% of BOM)	1 2 ALTERNATIVE ITEMS PROBABILITY OF USE 70% < > 30%	BB1	CONSTANT USE			1	2		
		2 2 ALTERNATIVE ITEMS PROBABILITY OF USE < 30%	BB2	MAIN USE OF A ITEM				1	2	
		3 2 ALTERNATIVE ITEMS PROBABILITY OF USE > 70%	BB3	MAIN USE OF A ITEM	2	1				
	C NOT CONTAINABLE IN STANDARD KLT NOT BE MOVED BY 1 PERSON	A PROBABILITY OF USE = 100%		CA	CONTINUOUS USE	1				
B PROBABILITY OF USE < 100%		CB	SPECIFIC USE				1	2	3	
D HARD PIPE NOT CONTAINABLE IN STANDARD KLT			D			1		1	1	

Figura 5.9 - Matrice decisionale

Emergono le seguenti categorie:

- AA: codici contenibili in KLT con probabilità di utilizzo superiore al 70%. Essendo piccoli ed alto rotanti la migliore gestione proposta è una gestione JIT con chiamata pull (kanban), nel caso non ci fossero racks nelle vicinanze per gestire i contenitori a scorta e nell'area fosse già presente un kit sempre con caratteristiche di JIT e pull (station kit) è preferibile aggiungere il codice al kit esistente
- AB1: codici contenibili in KLT con probabilità di utilizzo inferiore a 70%. Sono codici piccoli e di uso specifico per solo alcuni configurati, la loro gestione deve essere a kit Just In Sequence (JIS).

- AB2: codici contenibili in KLT con probabilità di utilizzo inferiore a 70% ma alternativi ad un codice della stessa famiglia le cui probabilità di utilizzo sommate danno il 100%. Sono codici alternativi ma montati sulla totalità dei configurati, il loro riconoscimento avviene solo per conoscenza delle parti e della distinta base, questi particolari sono caratterizzati da una alta rotazione nonostante la probabilità di impiego relativamente bassa e la loro gestione deve essere JIT. La priorità di scelta indica l'accorpamento di tutti i particolari facenti parte della famiglia in kit specifici indentificati per la loro caratteristica, contenenti sempre gli stessi codici e nelle stesse quantità, da avere sempre presenti in area.
- BA1: codici non contenibili in KLT ma con probabilità di utilizzo superiore al 70%. Sono particolari ingombranti ad alta rotazione, per questo devono essere sempre presenti in area, le loro dimensioni indicano il bisogno di ottimizzare spazi e logistica per questo la priorità di gestione è data al KIT postazione, kit sempre presente in area e contenente sempre gli stessi codici nelle stesse quantità.
- BA2: codici non contenibili in KLT con probabilità di utilizzo inferiore al 70%. Particolari ingombranti specifici per alcuni configurati, la loro priorità di gestione è a KIT in sequenza che (essendo di grandi dimensioni) per ottimizzarne la logistica accorpa più ordini di produzione nella stessa struttura (multimacchina).
- BB1: codici come AB2 solo di dimensioni maggiori.
- BB2: codici come BB1 solo che uno dei codici alternativi ha forte prevalenza al montaggio (finirà nella categoria BB3), non è quindi conveniente avere questo particolare (ingombrante) sempre presente a bordo linea.
- BB3: codici alternativi ma con forte prevalenza al montaggio, va gestito come un codice BA1.
- CA: codici molto grandi o pesanti, essendo montati su tutti i configurati sono da gestire JIT – PULL, nel caso le loro dimensioni o peso creassero problemi a bordo linea per lo stoccaggio della scorta è da preferire la gestione ad articolo singolo (il particolare viene portato in linea poco prima del suo utilizzo).
- CB: codici molto grandi o pesanti da montare su configurati specifici. Le loro caratteristiche impongono una gestione JIS, la priorità è gestione multimacchina per ottimizzarne la logistica, nel caso non fosse possibile unire altri codici alla struttura o carrello di movimentazione allora la gestione obbligata è quella ad articolo singolo.
- D: tubi rigidi, hanno forme particolari e devono essere gestiti con strutture apposite, la preferenza tra le varie possibilità di kit è data caso per caso.

Nel caso in esame, la complessità di gestione dei materiali e dei problemi riscontrati nei livelli dei codici in distinta base che non permettono di stampare in modo corretto le liste dei kit, hanno portato alla decisione di gestire tutti i codici contenibili che pesano meno di 15 kg con modalità kanban e tutti i codici contenibili che pesano più di 15 kg o i codici non contenibili con modalità kit,

inoltre abbiamo gestito dei codici che presentano problematiche di peso >15 kg, dimensione, picking nel magazzino, problematici a kit ed essendo pezzi runners cioè con coefficiente d'impiego  $\geq 90\%$  abbiamo optato per una gestione a kanban tramite delle gabbie.

### 5.3.1 Dimensionamento Stocking Points

Definita la tipologia di gestione di tutti i codici, questi vengono raggruppati in base alla loro nuova area di assemblaggio, allo scopo di dimensionare i rack con i relativi KLT e i kit che saranno necessari in area.

Il dimensionamento dei rack prevede di seguire i seguenti punti:

1. Calcolare il consumo giornaliero medio come moltiplicazione tra il coefficiente di impiego medio e il numero di mietitrebbie da produrre ogni giorno, previsto in 6 macchine al giorno per le macchine più prodotte e in 4 per le macchine poco prodotte.
2. Calcolare la copertura media di un contenitore come numero di pezzi per contenitore diviso il consumo medio giornaliero.
3. Fissare i giorni di copertura: per ogni articolo gestito a kanban sono previsti 5 giorni di copertura in area qualora non sia prevista la verniciatura, mentre per gli articoli verniciati sono previsti un giorno di copertura in area più altri quattro giorni di copertura nel supermarket verniciati. Si precisa che laddove non fosse possibile assicurare i cinque giorni di copertura in area per vincoli di spazio o di peso eccessivo dei componenti, si è scelto di abbassare i giorni di copertura a 3 in area e assicurare la copertura rimanente per arrivare ai cinque fissati al supermarket.
4. Definire il numero di contenitori necessari come giorni di copertura diviso copertura media di un contenitore.
5. Calcolare il numero di fronti occupati da ogni articolo, dopo aver definito il numero di contenitori che il rack contiene in profondità per ogni tipologia di KLT come visibile nell'esempio di calcolo riportato sotto (tab. 5.4).
6. Calcolare il numero di racks e il numero di ripiani per ogni rack: il rack è definito come 960 mm di larghezza x 1200 mm di profondità mentre il numero di ripiani è stato fissato a quattro con il quinto piano per la gestione del reso del KLT vuoto; un esempio di rack è visibile nell'immagine (fig. 5.10).



Figura 5.10 - Rack

CODICE	DESCRIZIONE	N° POU	CONTENITORE	LARGHEZZA CONTENITORE (m)	PROFONDITA' CONTENITORE (m)	N° pz. UDM	peso pz (kg)	PESO TOTALE (kg)	MAX UTILIZZO PER COMBIBURATO	BGD GORNALERO (MAX CONSUMI)	BGD GORNALERO PER POU	COPIERTURA UDM (kg)	COPIERTURA UDM (kg)	ORIGINE	SP CONSIDERATO	POURIELEVATO
00232976000	RAPPO SFATO OLO 1/2 GAS	1	KCT2115	0.15	200	40	33	33	3,20848834	19	19	2,08	2,08	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.1
00200138800	RAPPO SU POMPA	1	KCT2115	0.15	200	100	15	15	2,00488918	12	12	8,31	8,31	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.1
X455620000	WHEEL NUT	1							32	192	192	1	1	MAGAZZINO		PRM.CROCIERA
00204905800	CUS.6014-2631 (2X)H.D0420 TEN.	1	KCT4315	0.3	400	20	200	200	1,014925373	6	6	3,28	3,28	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.2
00231138900	GHERA BLOC CAGGIO	1	KCT4315	0.3	400	50	270	270	4,01388901	24	24	2,08	2,08	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.2
00232063900	CORONA RIDUTT.MONTAGGIO	1	NON CONTENIBILE			10	> 15 KG	> 15 KG	2,09519195	12	12	0,83	0,83	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.2
00232069500	DISTANZ.CORONA RIDUTTORE	1	KCT4315	0.3	400	24	458	458	2,09519195	12	12	1,99	1,99	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.2
00232623900	COPRICHIO SCAT.RIDUTTORE	1	KCT4629	0.4	600	6	2040	2040	2,09519195	12	12	0,50	0,50	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.2
00240406460	CUS.3311015082028	1	KCT4329	0.3	400	18	576	576	4,01388901	24	24	0,75	0,75	MAGAZZINO	P01	PRM ALBERO STANDARD
00240406800	CUS.33016 (8X) 125 X 56	1	KCT4329	0.3	400	8	1672	1672	2,09519195	12	12	0,66	0,66	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.1
002404065200	CUS.33024 (12X) 80X148	1	KCT4329	0.3	400	4	4232	4232	2,09519195	12	12	0,33	0,33	MAGAZZINO	P01	PRM ALBERO STANDARD
ACW1260130	WHEEL STUD L70MM	1	KCT4315	0.3	400	40	263	263	16,0495356	96	96	0,42	0,42	MAGAZZINO	P01	PRM ASSE RUOTA
00202297600	RONDELLA BLOC CAGGIO	1	KCT2115	0.15	200	30	62	62	2,09519195	12	12	2,49	2,49	MAGAZZINO	P04	RIDUTTORE STANDARD SER.2
00231996900	FRANGIA PORTA ANELLO	1	KCT4315	0.3	400	10	1130	1130	2,09519195	12	12	0,83	0,83	MAGAZZINO	P01	PRM ALBERO STANDARD
002329742900	FRONT WHEEL HUB & STUDS	1	KCT4329	0.3	400	8	1615	1615	2,09519195	12	12	0,67	0,67	MAGAZZINO	P01	PRM ALBERO STANDARD
ACW137820	FRONT WHEEL HUB & STUDS	1	SPEC. 80X150			6	4000	4000	2	12	12	0,50	0,50	MAGAZZINO	P04	PRM ALBERO STANDARD
ACW137700	FRONT REDUCER FLAT	1	4D			6	87000	87000	2	12	12	0,50	0,50	MAGAZZINO	P04	PRM ALBERO STANDARD
00240406900	BEARING - 608 2RS1	1	KCT4329	0.3	400	8	1172	1172	2,01838443	12	12	0,66	0,66	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
00231759500	COMPRESSIVO CROCIERA	1	KCT2115	0.2	300	4	2945	2945	4	24	24	0,17	0,17	MAGAZZINO	P01	PRM.CROCIERA
00232395900	SEMALENGO ESTERNO	1	2A			20	12680	12680	2	12	12	5,83	5,83	MAGAZZINO	P07	PRM.CROCIERA
002324416900	PRIGIONERO MEXL 5X 46 GAMBROSS	1	KCT2115	0.15	200	100			22	132	132	0,76	0,76	MAGAZZINO	P01	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
002318538400	PRIGIONERO MEXL 25X 46 GAMBROSS	1	KCT2115	0.15	200	50			24	24	24	2,08	2,08	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
002324641900	PIGIONE F-12	1	KCT4315	0.3	400	3	4792	4792	2	12	12	0,25	0,25	MAGAZZINO	P07	PRM ALBERO S
00232464900	RUOTA DENTATA L249	1	2A			10	> 15 KG	> 15 KG	2	12	12	0,83	0,83	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
00232464900	COPRICHIO PIGIONE	1	KCT4315	0.3	400	10	1326	1326	2	12	12	0,33	0,33	MAGAZZINO	P01	PRM FLANGIA LS
00232464900	DISTANZIALE CUSCINETTO	1	KCT4329	0.3	400	4	2950	2950	2	12	12	0,33	0,33	MAGAZZINO	P01	PRM FLANGIA LS
00232464900	DISTANZIALE PER RUOTA DENTATA	1	KCT4315	0.3	400	12	640	640	2	12	12	1,00	1,00	MAGAZZINO	P01	PRM ASSE RUOTALS
00232479900	GUARN.TENUTA CASSETTE 2.16x240	1	KCT4329	0.3	400				2	12	12	1	1	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
002324921900	COPRICHIO DI CONTENIMENTO	1	KCT2115	0.2	300	14	1007	1007	2	12	12	1,17	1,17	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
00232494900	ROSETTA DI BLOC CAGGIO	1	KCT2115	0.15	200	60	28	28	2	12	12	5,00	5,00	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
00240406900	CUS.33025 (6X) 130 X 150 (S090X28)	1	KCT4315	0.3	400	16	741	741	4	24	24	0,67	0,67	MAGAZZINO	P01	PRM ALBERO S
00240406900	CUS.33117 (8X) 40X41	1	KCT4315	0.3	400	4	2454	2454	2	12	12	0,33	0,33	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
00240640400	CUS.33028 (14X) 0210X49	1	KCT4315	0.3	400	2	5346	5346	2	12	12	0,17	0,17	MAGAZZINO	P01	PRM ASSE RUOTALS
711198M	GUCCIO RIDUTTORE POSTERIORE	1	2D			12	> 15 KG	> 15 KG	2	12	12	1,00	1,00	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
ACW1260270	WHEEL STUD L77mm	1	KCT4315	0.3	400	40	320	320	20	120	120	0,33	0,33	MAGAZZINO	P01	PRM ASSE RUOTALS
ACW137840	FRONT REDUCER CASE PL	1	4D			6	> 15 KG	> 15 KG	2	12	12	0,50	0,50	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
ACW144810	INNOVULE B HOLES MACH.	1	SPEC. 80X150			6	70000	70000	2	12	12	0,50	0,50	MAGAZZINO	P01	PRM ASSE RUOTALS
7111626481	INNOVIT GAUFER 260TH 23	1	2A			42	8707	8707	4	24	24	1,75	1,75	MAGAZZINO	P07	RIDUTTORE LATO VERNICIATURA
002323231900	PASS.FORCELLA RIDUTTORE MALCA+1	1	2A			10	9070	9070	2	12	12	0,83	0,83	MAGAZZINO	P01	PRM.CROCIERA

Tabella 5.4 – Estratto calcolo per il dimensionamento rack

### **5.3.2 Definizione dei Kit**

Dopo aver deciso la gestione e separati gli articoli da gestire a kanban da quelli gestiti a kit ci si è focalizzati sui codici a kit in modo da costruire le strutture kit necessarie.

#### **5.3.2.1 Lean kitting**

La fase di kitting prevede la collocazione di un set di componenti in un apposito contenitore, operazione non produttiva e definita dalla logica lean “non a valore aggiunto” in quanto aumenta l’handling.

A seconda del tipo di approvvigionamento, sono riscontrabili due principali tipologie di kit:

- Kit interni: sono quei che vengono composti nei magazzini dell’azienda e distribuiti nelle aree di destinazione, questa tipologia di kit verrà utilizzata nel nostro caso studio;
- Kit fornitore: sono kit preparati dal fornitore e distribuiti nelle aree di utilizzo dopo le fasi di accettazione e controllo di qualità in ingresso. Evidentemente questa strategia permette di diminuire i costi di handling e picking necessari invece per i kit interni.

Tra i principali vantaggi derivanti dalla movimentazione del materiale tramite kit ricordiamo la riduzione dello spazio occupato in area di assemblaggio, la riduzione dei costi di magazzino, la riduzione degli errori derivanti dall’assemblaggio di componenti sbagliati, minori sprechi dovuti alla ricerca del materiale e un maggior controllo del WIP (work in progress).

Tra gli svantaggi vi sono invece l’introduzione di attività a non valore aggiunto dovute al picking durante la preparazione dei kit, un possibile incremento delle dimensioni dei magazzini, soprattutto quando essi sono preparati in anticipo, la necessità di materiale di ricambio nel caso di componenti difettosi e, non ultimo, il rischio di provocare shortges (componenti mancanti).

#### **5.3.2.2 Progettazione dei kit**

Come detto in precedenza, tutti i codici contenibili che pesano più di 15 kg o i codici non contenibili vengono gestiti con modalità kit.

Si è cercato di raggruppare i codici che andavano sugli stessi kit in modo da portare in area i materiali corretti per l’assemblaggio di ciascun subassemblato.

Si è tenuto anche conto della necessità di agevolare il picking, sia dell’operatore addetto all’assemblaggio che di quello addetto al riempimento.

Un altro aspetto da prendere in considerazione è lo scheduling con cui avvengono le fasi di montaggio, cercando di inserire nel kit per ultimi i componenti da assemblare per primi e viceversa.

I kit PFEP funzionano con modalità pieno – vuoto ossia è necessario lo spazio per due kit in area in modo che l’operatore non rimanga mai senza materiale. Quando l’operatore del trattorino (tow train) trova un kit vuoto lo preleva e lo porta a supermarket dove viene riempito e nel

giro successivo del trattorino viene riportato in area.

Una volta identificati chiaramente tutti i codici che vanno a comporre i nuovi kit:

- Si nomina ciascun kit secondo la codifica definita dall'azienda (cioè il nome dell'area seguito dal numero progressivo a tre cifre, es. 9A001);
- Si valuta il contenitore kit più adeguato suddividendo i kit in kit con contenitori standard (quando tutti i codici che fanno parte del kit sono contenibili in contenitori standard) e kit con contenitore specifico (quando almeno uno dei codici che fanno parte del kit è indicato come "non contenibile". In tal caso il contenitore del kit deve essere disegnato appositamente per l'occasione). A volte i codici non contenibili troppo pesanti possono necessitare dell'ausilio di impianti di sollevamento per il kitting;
- Per i kit contenibili si effettua un test fisico di tutte le configurazioni per assicurarsi che il contenitore scelto riesca effettivamente a contenere i particolari e che non si verifichino situazioni particolari in cui effettivamente ci siano particolari danneggiabili, in tal caso il contenitore è da rivalutare eventualmente passando ad una soluzione specifica.

Si prosegue quindi con la valutazione di fattibilità da parte dell'ingegneria di produzione che ne analizza la sostenibilità e provvede ad eventuali soluzioni migliorative nel caso in cui emerga la non sostenibilità di alcuni kit (per esempio a causa della scarsità di codici che lo compongono).

Si può vedere dalla tabella 5.5 tutti i codici che fanno parte del kit 9B002 e 9A002 ed in base alla tipologia di configurato della macchina quali pezzi vanno inseriti sul kit e la quantità.

Articolo	Descrizione Mat	GESTIONE	POU	NOME KIT	Contenitore	Q.tà	Peso	CONFIGURATO 1	CONFIGURATO 2	CONFIGURATO 3	CONFIGURATO 4
003220618500	ALBERO ENTRATA RIDUTTORE	KIT	P01	1YB002	2A	40	4350	0	0	2	0
003233231500	ASS.FORCELLA RIDUTTORE M4LCA-I	KIT	P01	1YB002	2A	10	9070	0	0	0	2
003234541500	PIGNONE Z=12	KIT	P01	1YB002	KLT4315	3	4792	2	0	0	2
003440641400	CUS.32028X (140X210X45)	KIT	P01	1YB002	KLT4315	2	5346	2	0	0	2
003217317500	FLANGIA PORTA ANELLO	KIT	P01	1YB002	KLT4315	6	0	0	2	0	0
003225345500	ALBERO ENTRATA RIDUTTORE	KIT	P01	1YB002	KLT4315	3	0	0	2	0	0
003223578500	SEMIALBERO ESTERNO	KIT	P01	1YB002	2A	20	12680	2	2	0	2
003220619500	CORONA RIDUTT.MONOSTADIO	KANBAN	P04	1YB002	2A	10	> 15 KG	0	2	2	0
003235674500	SUPPORTO PINZA FRENI DX	KIT	P06	1YB002	2A	20	14360	1	0	0	0
003235673500	SUPPORTO PINZE FRENI SX	KIT	P06	1YB002	2A	20	14360	1	0	0	0
003217318500	SUPPORTO PINZA FRENI	KIT	P06	1YB002	KLT6415	2	7000	0	2	0	0
003225190000	PINZA FRENI (1071.1705)	KIT	P06	1YB002	2A	40	NON C'è	0	2	0	0
7111626M91	KNOTT CALIPER 2x60 TH 23	KIT	P07	1YB002	2A	42	8707	4	0	0	4
003234542500	RUOTA DENTATA Z=89	KIT	P07	1YB002	2A	10	> 15 KG	2	0	0	2
003234544500	DISTANZIALE CUSCINETTO	KIT	P07	1YB002	KLT4329	4	2950	2	0	0	2

Articolo	Descrizione Mat	Contenitore	Q.tà	Peso	% UTILIZZO	GESTIONE	POU	NOME KIT	CONFIGURATO 1	CONFIGURATO 2	CONFIGURATO 3	CONFIGURATO 4	CONFIGURATO 5
003220660500	SUPPORTO FRENO SX	2A	20	NON IN AREA	24%	KIT	P01	1YC001	0	1	0	0	0
003220663500	SUPPORTO FRENO DX	2A	20	NON IN AREA	24%	KIT	P01	1YC001	0	1	0	0	0
003221426500	SUPPORTO FRENO DX	2A	20	9307	41%	KIT	P01	1YC001	0	0	0	0	0
003221427500	SUPPORTO FRENO SX	2A	20	12965	45%	KIT	P01	1YC001	0	0	0	1	0
7061288M1	SUPPORTO FRENO DX	2A	20	8637	4%	KIT	P01	1YC001	0	0	0	1	0
003232991500	SUPP.PINZA FRENO DX	2A	20	15862	10%	KIT	P01	1YC001	0	0	1	0	1
003232992500	SUPP.PINZA FRENO SX	2A	20	15865	10%	KIT	P01	1YC001	0	0	1	0	1
003232994500	ALBERO DX USCITA CAMBIO	2A	20	14940	10%	KIT	P01	1YC001	0	0	1	0	1
003232995500	ALBERO SX USCITA CAMBIO	2A	20	16185	10%	KIT	P01	1YC001	0	0	1	0	1
003233211500	DISTANZIALE ALBERO SX	KLT4315	6	2336	10%	KIT	P01	1YC001	0	0	1	0	1
003217329500	SUPP.DX USCITA CAMBIO	KLT4329	4	3480	6%	KIT	P01	1YC001	1	0	0	0	0
003217330500	SUPP.SX USCITA CAMBIO	KLT4329	4	3480	6%	KIT	P01	1YC001	1	0	0	0	0
003234620500	ASS.SEMIALBERO CARD.INT.	KLT6429	1	13643	6%	KIT	P01	1YC001	0	0	0	0	2
003217359500	FORCELLA INT.USCITA CAMBIO	2A	20	0	6%	KIT	P01	1YC001	2	0	0	0	0
003217358500	SEMIALBERO INTERNO	2A	20	0	6%	KIT	P01	1YC001	2	0	0	0	0

Tabella 5.5 – Esempio kit riduttori 9B002 e kit cambi 9A002

Tutti i kit nelle due aree, cambi e riduttori, sono stati costruiti con strutture a tubo che permettono dei vantaggi:

- sono modificabili facilmente;
- si possono ottenere più forme e adattare le strutture ai materiali da trasportare;
- si possono recuperare i tubi;
- si possono smontare facilmente;
- le strutture sono leggere;
- in previsione del montato verniciato queste strutture non rovinano o strisciano i pezzi adagiati sopra.

Alcune nuove strutture si possono vedere nella figura 5.11.



Figura 5.11 – Strutture kit cambi

## 5.4 Risultati

Dopo le fasi di raccolta informazioni e calcolo si è giunti alla definizione del numero di racks, del numero di kit necessari e del numero di kanban cassa.

I racks necessari sono risultati essere 11 (5 per l'area riduttori + 6 per l'area cambi), i kit necessari sono 8 (4 per l'area riduttori e 4 per l'area cambi), codici gesti a kanban cassa sono 7 (4 per i riduttori e 3 per i cambi).

I risultati ottenuti sono pertanto i seguenti:

- codici totali: 190
- codici gestiti a kanban: 118
- codici gestiti a kit: 65
- codici gestiti a casse: 7
- numero di racks: 11

I dati ottenuti sono stati sottoposti all'approvazione dell'intero team di progetto in modo che tutti fossero a conoscenza dei risultati ottenuti e potessero utilizzarli per le loro esigenze:

- per il team dedicato al re-layout: sono necessari il numero di racks e il numero di kit in modo da prevederli nella mappa del nuovo layout
- per il personale addetto alla costruzione dei kit: sono necessari il numero di kit e i vari complessivi che vanno all'interno dei kit con le varie configurazioni a seconda dei modelli di mietitrebbia
- per gli addetti all'acquisto dei materiali: sono necessari per l'acquisto dei racks da mettere in area

#### **5.4.1 Mappatura racks in area**

Poiché i racks a rulliera che andranno a contenere i KLT con i materiali prevedono il vincolo fisico di non dover superare i 90 kg di peso per ripiano si è dovuto mappare i codici sui vari ripiani per

verificare che questo vincolo sia rispettato. Assieme a questo vincolo ne sono stati presi in considerazione altri come:

- lo stesso codice non deve essere su più di due ripiani
- lo stesso codice non deve essere su più di due scaffali
- i contenitori alti devono essere solo sul ripiano più basso

A questo punto si sono mappati tutti i singoli codici presenti in area e ottenuto, dopo vari calcoli e tentativi, una configurazione che rispetta tutti i vincoli che si sono posti inizialmente come visibile nella prossima immagine.

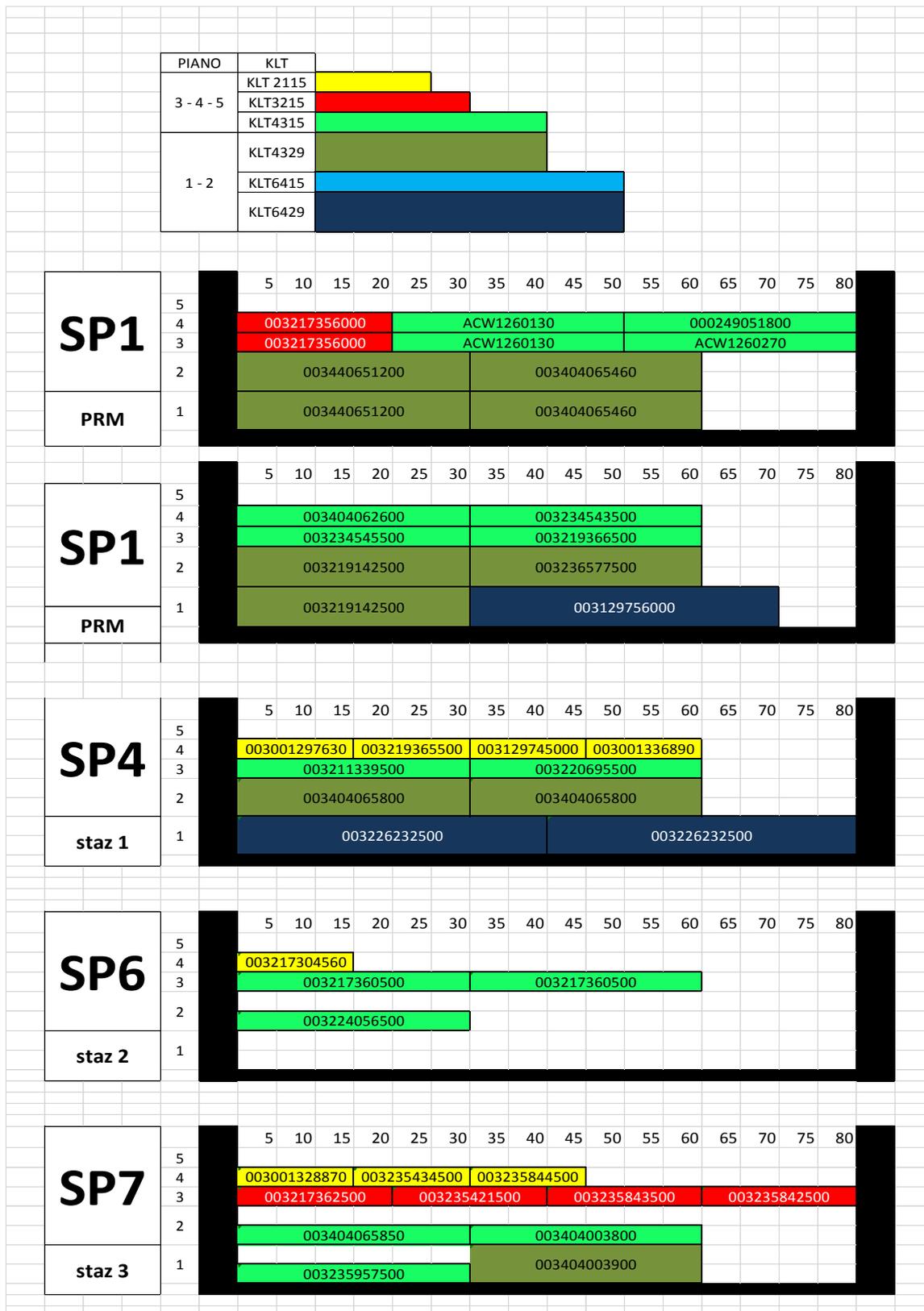


Figura 5.12 - Esempio mappatura racks riduttori

# Capitolo 6

## Implementazione nuovo layout

### 6.1. Introduzione al Re-Layout

L'attività di Re-Layout è iniziata con la mappatura dei tempi, con la mappatura del vecchio layout visto nel capitolo 4 e una breve attività di 5S in area ovvero si è applicata la prima delle 5S che prevede di separare ciò che serve da ciò che non serve.

#### 6.1.1. Le 5S in Laverda

All'interno di Laverda la metodologia delle 5S rappresenta una disciplina per la creazione e il mantenimento di un posto di lavoro pulito, organizzato, sicuro e performante nonché un sistema che permette di individuare il proprio posto di lavoro solo con uno sguardo.

L'attività di 5S non è invece un esercizio di pulizia cosmetica ma si crede che essa permetta di guidare la ripetibilità dei processi, promuovere la sicurezza, supportare la qualità ed elevare le prestazioni.

##### 6.1.1.1 5S nell'area cambi e riduttori

Prima di mappare un nuovo layout per le aree del caso studio è iniziata l'attività delle 5S da parte della produzione nelle aree coinvolte.

Si è partiti con il coinvolgimento dell'operatore e spiegandogli attraverso una rappresentazione a immagini al computer cosa si andava a fare e cosa dovremmo ottenere.

Si è applicata la prima delle 5S e si è entrati in area per separare ciò che serve da ciò che non serve. Ciò che non era necessario veniva messo in una cassa che è stata poi etichettata con un "red tag" ossia un cartellino rosso che identifica il materiale che viene messo in quarantena.

Durante questa prima fase di organizzazione nelle aree sono state rilevate alcune informazioni e attività da fare:

- identificazione materiale e attrezzature necessarie per postazione di lavoro;
- riorganizzazione delle rastrelliere dei punzoni;
- sistemare le chiavi a tubo nella rastrelliera porta chiavi;
- valutare se mantenere così tanti banchi di lavoro;
- Pensare dove possibile di rimuovere le maschere specifiche per i premontaggi nei banchi di lavoro ed installarle in appositi piedistalli;
- portare in area un raccoglitore per materiale quale cartone e nylon;
- inventariato della minuteria necessaria nei magazzini esterni;

- rilevati in area, cuscinetti della macchina ALREV non più usati da mandare in qualità per essere identificati;
- rimuovere cassa di materiale vario non utilizzata nelle aree;
- rilevati strumenti e materiali non utilizzati e messi nella cassa apposita destinata alla quarantena;
- Dopo aver inventariato tutte le attrezzature presenti nelle aree, si è dovuto valutare per ciascuna se fosse indispensabile, utile o sostituibile in relazione al preassemblaggio di qualche complessivo, e successivamente quale fosse l'area dove quell'attrezzatura sarebbe stata opportunamente sfruttata con l'apporto del minor numero di modifiche.

La cassa identificata con un red tag (Fig. 6.1) è stata poi spostata in quarantena.



Figura 6.1 - Cassa di materiale da mettere in quarantena

### **6.1.2 Definizione area per il nuovo layout**

Lo spostamento delle 2 aree ha comportato una definizione e un breve studio della nuova posizione delle due aree nel layout dello stabilimento.

È stato definito un meeting con i vertici aziendali, dove si è discusso dov'è più opportuno spostare le due aree in base a delle considerazioni fatte:

- Non deve complicare il flusso logistico;
- Deve essere possibilmente vicino l'area dove il prodotto finito cambia e riduttore va utilizzato cioè area assale;
- Deve essere posizionato in una zona compatibile con il layout futuro dello stabilimento per non provocare nel breve periodo un ulteriore spostamento;
- L'area deve avere i metri quadri possibilmente per mantenere accorpate le due aree.

Dopo questo meeting si è arrivati alla definizione della nuova area che rispetta le considerazioni fatte.



Figura 6.2 – layout attuale area officina

Come possiamo vedere nell'immagine (fig. 6.2) evidenziato in rosso l'area indicata per il posizionamento del nuovo layout, questa area attualmente è utilizzata come depositi di maschere di saldatura e materiale per la saldatura, inoltre è presente un magazzino lamiere. Per il nuovo layout è stato concesso di poter utilizzare tutta l'area inerente alla saldatura e nel caso non fosse sufficiente è possibile utilizzare una piccola parte d'area utilizzata per il deposito delle lamiere, senza però andare a compromettere lo stoccaggio delle lamiere nelle scaffalature cantilever.

Possiamo mostrare inoltre che l'area è vicina all'area assali (evidenziata in arancione) dove avviene il deposito dei prodotti finiti.

Nell'immagine seguente (fig. 6.3) possiamo vedere attuale utilizzo della futura area del nuovo layout.

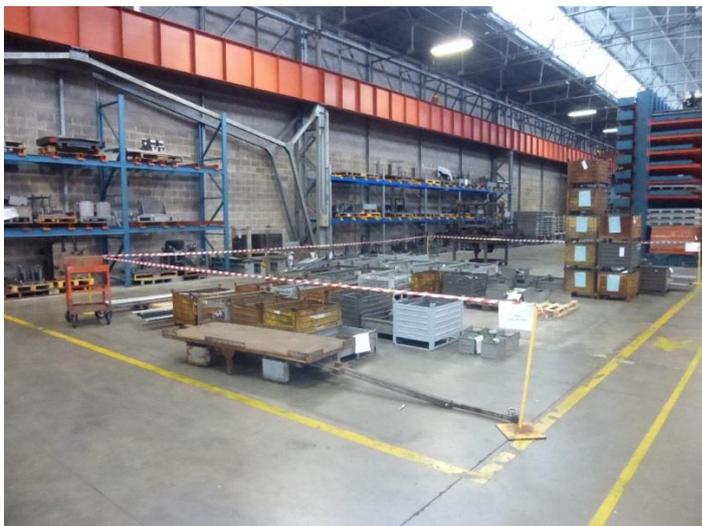


Figura 6.3 – area del futuro layout

### **6.1.3 Il nuovo Layout**

La definizione del nuovo layout è iniziata andando a simulare possibili layout attraverso l'utilizzo di sagome delle attrezzature, maschere di assemblaggio, strumenti di sollevamento, racks e altri sistemi di approvvigionamento, banchi di lavoro e tutto il necessario per produrre i cambi e riduttori.

Queste sagome sono state utili per analizzare le possibilità di layout compatibili con il nuovo spazio disponibile, inoltre ci hanno permesso di analizzare gli ingombri necessari soprattutto con il nuovo sistema di approvvigionamento.

Il secondo passo è stato studiare le problematiche rilevate e delle proposte di miglioramento durante lo studio della situazione attuale, questo ha portato ad implementare alcune soluzioni che andremo descrivere per area nei prossimi paragrafi.

Nella costruzione del nuovo layout si è tenuto in considerazione vincoli realizzativi e si è fatta attenzione sul posizionamento dell'approvvigionamento sull'area.

#### **6.1.3.1 Vincoli realizzativi**

In prima battuta, per operare il re-layout di una qualsivoglia area, è necessario rispettare dei vincoli realizzativi imposti dalle aree limitrofe e dalle logiche produttive, nonché tener conto delle disposizioni aziendali in materia di layout.

I vincoli realizzativi incontrati sono:

- Sistemi di sollevamento: è necessario tenere conto degli apparati di sollevamento esistenti in quanto se da un lato bisogna integrare i tasks delle diverse aree, dall'altro bisogna contenere i costi derivanti dalle modifiche di tale sistema;
- Movimentazioni: le movimentazioni non devono subire un aumento in termini di tempo impiegato, né devono presentare particolari difficoltà dal punto di vista di ingombro lungo il loro percorso, pertanto sarà necessario destinare spazio sufficiente al passaggio dei veicoli;
- Aree limitrofe: bisogna permettere l'approvvigionamento anche nelle aree limitrofe, pertanto se si considera l'eventualità di restringere i corridoi interposti è necessario prevedere una larghezza tale da consentire le manovre dei veicoli.
- Vincoli strutturale: presenza di travi e capriate nell'area che possono limitare l'utilizzo di paranchi.

#### **6.1.3.2 Principi di posizionamento di stocking point e kit**

Nel valutare il posizionamento dei rack sul layout di ogni area, ci si deve prefiggere come obiettivo l'ottimizzazione gli spazi occupati e contestualmente la riduzione del movimento degli operatori addetti al montaggio all'interno dell'area.

Analogamente si fa lo stesso per tutti i kit previsti in area per riuscire a identificare delle baie di interscambio tra stocking point e anello di rifornimento che diventeranno le fermate del tow train.

Sono stati poi seguiti dei principi di posizionamento dei materiali, alcuni stabiliti dall'azienda ed altri suggeriti da Rother e Harris nel libro "creating continuous flow", che vengono di seguito elencati:

- posizionare le parti il più vicino possibile al loro punto di utilizzo, ma non lungo il percorso dell'operatore;
- posizionare le parti in modo che l'operatore possa usare entrambe le mani simultaneamente;
- cercare di tenere le parti a portata di mano dell'operatore per eliminare i tempi di attrezzaggio;
- non ci devono essere operatori che prendono o staccano le loro stesse parti;
- non aggiungere ulteriori spazi per lo stoccaggio delle parti nel processo o vicino ad esso perché questo rende più difficile da capire l'operatività della cella o della linea e incoraggia gli operatori a movimentare le loro parti;
- utilizzare i kanban per regolare il rifornimento delle parti;
- dimensionare i contenitori delle parti per la convenienza degli operatori o secondo multipli della quantità di prodotto finito nell'imballaggio finale, e non per la convenienza del movimentatore dei materiali o del processo a monte;
- non interrompere i cicli di lavoro dell'operatore per il rifornimento delle parti;
- rifornire facilmente i racks presenti in area grazie alla presenza del trenino mizusumashi;
- garantire la sicurezza e l'ergonomia dell'operatore in area;
- rimuovere gli ostacoli sul percorso dell'operatore.

Queste linee guida aggiunte al buonsenso e all'esperienza dell'analista e l'esperienza e consigli degli operatori hanno portato alla definizione di un nuovo layout.

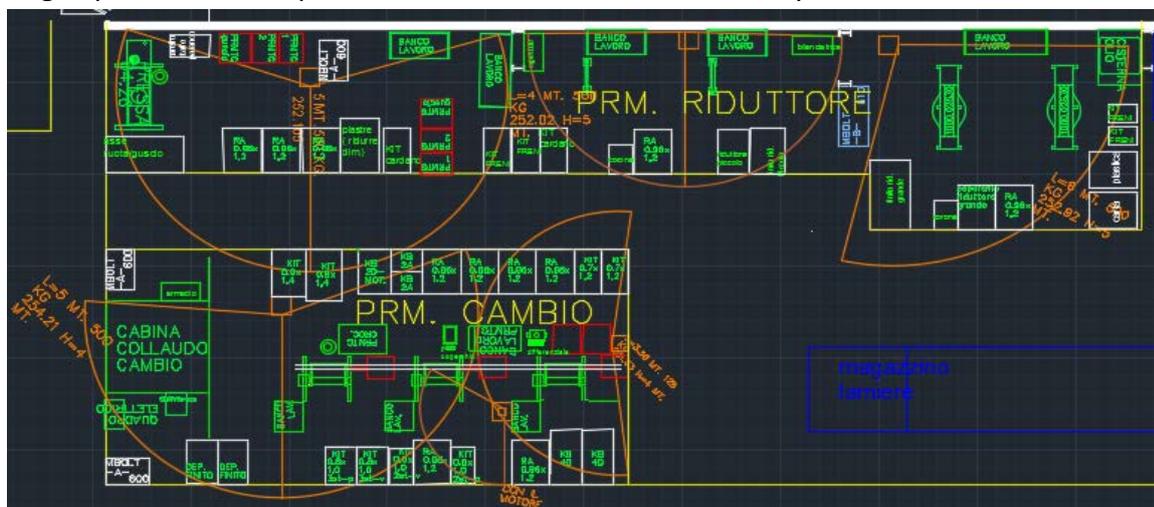


Figura 6.4 – planimetria nuovo layout

## 6.2 Descrizione Layout

In questo paragrafo andremo a descrivere il layout cambi e riduttori con le varie soluzioni implementate.

### 6.2.1 Layout Cambi

Il risultato dello studio è in seguente layout (figura 6.5) possiamo distinguere 3 aree:

- area assemblaggio cambio (contornata in rosso)
- area preparazione premontaggi (contornata in verde)
- area test (contornata in azzurro)

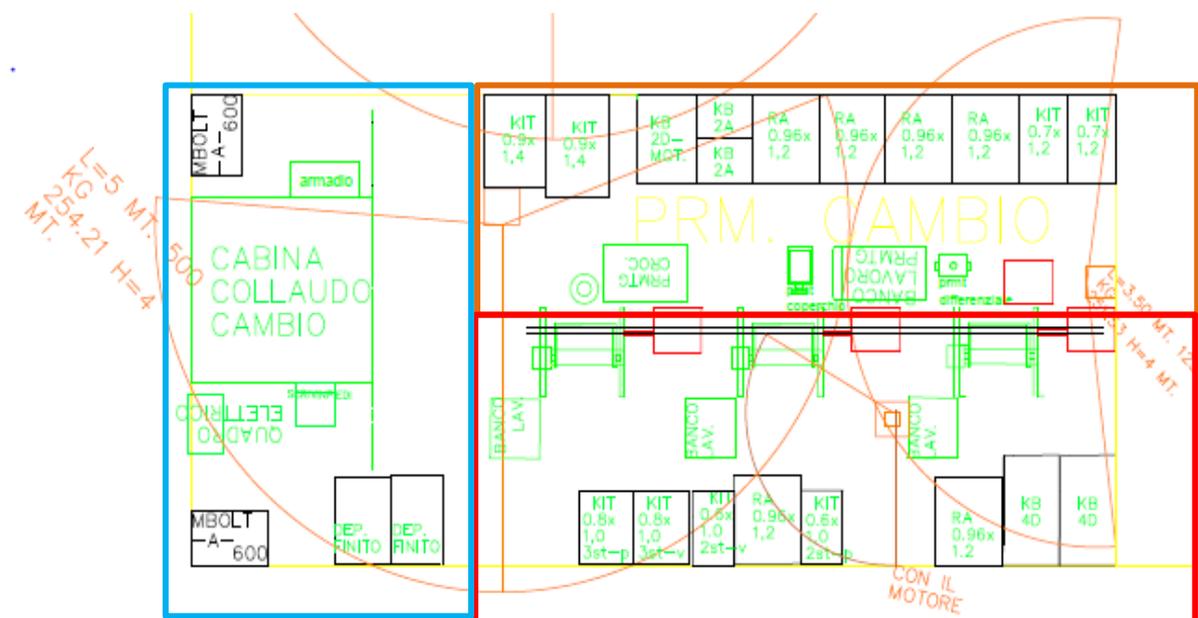


Figura 6.5 – nuovo layout cambi

Andremo a descrivere ora il layout per le 3 seguenti aree evidenziate e le implementazioni effettuate.

#### 6.2.1.1 Area assemblaggio cambio

L'area evidenziata in rosso nell'immagine 6.5 è l'area dove avviene l'assemblaggio del cambio nelle rispettive maschere specifiche che permettono il fissaggio della scatola del cambio. Questa area è stata rivoluzionata rispetto al vecchio layout: siamo passati dalle postazioni fisse, cioè a singola stazione dove avveniva l'intero ciclo di assemblaggio del prodotto, a una linea di 3 stazioni dove il ciclo di assemblaggio del cambio viene sequenziato nelle varie stazioni. Il motivo della introduzione della linea è per produrre con una filosofia pull, l'obiettivo è che il prodotto finito rispetti la cadenza, cioè il takt time della linea principale di mietitrebbie. Questa implementazione inoltre permetterà anche una migliore gestione del materiale necessario all'assemblaggio del cambio, suddividendo le fasi di assemblaggio, potrà essere

suddiviso il materiale necessario nei vari punti di utilizzo lungo la linea, quindi comporterà una riduzione dello spazio necessario per l'approvvigionamento del materiale, permetterà inoltre di ridurre gli spostamenti dell'operatore avendo il materiale proprio dove serve.

Per lo studio della linea di assemblaggio abbiamo collaborato con ingegneria di produzione.

La nostra idea è stata quella di riutilizzare le attuali maschere in modo che modificandole permettano:

- l'assemblaggio del cambio;
- la rotazione della maschera in base alla attività di assemblaggio;
- lo spostamento del prodotto lungo la linea di assemblaggio;
- rispettando ergonomia del operatore.

La soluzione è di installare l'attuale maschera su carrello.

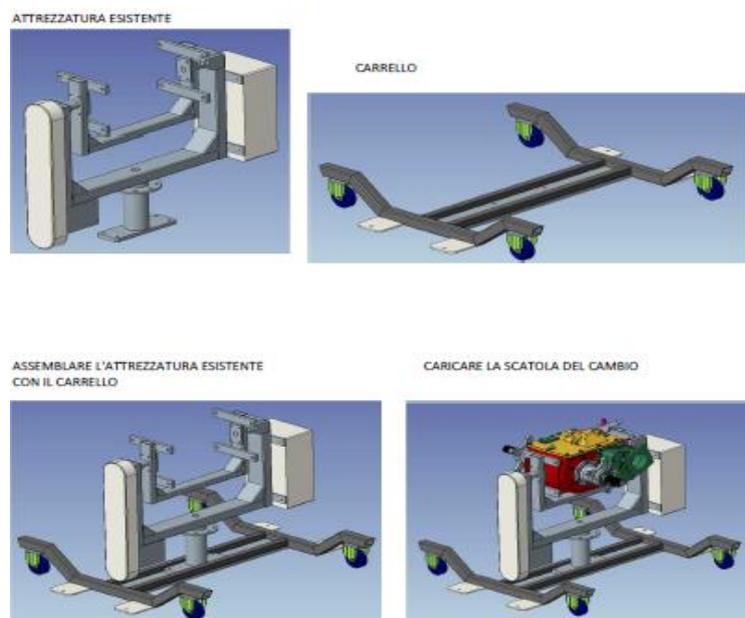


Figura 6.6 – carrello per assemblaggio

Questo carrello scorrerà lungo una guida fissa sul pavimento, questa guida permetterà la linearità dello spostamento del carrello e quindi una maggiore scorrevolezza del carrello ed inoltre permetterà durante le operazioni di assemblaggio il carrello sia stabile e fisso.

Per il calcolo del numero di carrelli di assemblaggio necessario lo abbiamo considerato uguale al numero delle stazioni. Il risultato di tale studio possiamo vederlo in questa figura.



Figura 6.7 – linea cambi

Per calcolare il numero minimo di stazioni necessarie abbiamo utilizzato questa semplice formula:

$$N_{\min} = \left( \frac{\sum T_j}{T_c \cdot \alpha} \right)$$

Dove:

- $N_{\min}$  è il numero di stazioni minime;
- $T_j$  tempo assemblaggio completo del cambio;
- $T_c$  tempo ciclo richiesto dato da ore disponibili in un giorno diviso il volume di produzione in un giorno;
- $\alpha$  tasso di saturazione.

Dall'analisi dei tempi fatta nella situazione attuale abbiamo estrapolato il tempo standard di assemblaggio completo di un cambio lo possiamo vedere nella tabella.

KPI	M200	M300	PL
TEMPO RILEVATO (min)	277,81	258,8	343,38
TEMPO NORMALIZZATO (min)	236,14	232,21	287,41
TEMPO STANDARD (min)	259,75	256,21	316,15
TEMPO STANDARD PREASSEMBLATI (min)	63,01	63,01	95,31
TEMPO STANDARD ASSEMBLAGGIO CAMBIO (min)	196,95	193,2	220,84

Tabella 6.1 – tempi assemblaggio cambio

Per il calcolo del tempo ciclo  $T_c$  abbiamo considerato l'obiettivo aziendale nel medio lungo periodo di arrivare a produrre 7 macchine/giorno per i modelli standard (nel caso di analisi sono i modelli M200, M300) e 6,5 macchine al giorno per i modelli autolivellanti (nell'analisi sono i modelli PL). Quindi dato il tempo disponibile in un giorno cioè 460 minuti e il volume di produzione 7 macchine/giorno per modelli standard e 6,5 per modelli autolivellanti ci siamo calcolati il tempo ciclo che risulta uguale a 65,7 minuti a macchina per i modelli standard e 70,7 per i modelli autolivellanti.

Abbiamo considerato  $\alpha$  uguale a 1 per le seguenti motivazioni perché riteniamo che il tempo standard di assemblaggio possa diminuire con il nuovo sistema di approvvigionamento e con il nuovo processo di assemblaggio, quindi abbiamo ritenuto che il tempo che stiamo considerando abbia già una maggiorazione che tiene conto anche del tasso di saturazione.

È possibile ora calcolare il numero minimo di stazioni il risultato arrotondando per eccesso è di 3 stazioni per i modelli M200 e M300 quindi possiamo considerare per tutti i modelli standard e 3,12 che considereremo anche qui 3 per i modelli autolivellanti, perché riteniamo possibile con le migliorie del nuovo layout rispettare la cadenza di 6,5 macchine al giorno anche con 3 stazioni.

Sapendo il numero di stazioni siamo andati associare le fasi di assemblaggio a ogni stazione, per la suddivisione delle fasi si sono utilizzati questi accorgimenti:

- si sono create delle macro fasi, ogni macro fase è la sommatoria delle singole fasi elementari riferita a una data operazione;
- si è andati analizzare la sequenza di assemblaggio, è importate rispettare la sequenza di assemblaggio per ogni modello;
- Macro fasi comuni a più modelli devo essere associate alla stessa stazione;
- Dalle *flowchart* della situazione attuale ci siamo ricavati i tempi delle macro fasi si è cercato di bilanciare attraverso un approccio a tentativi, bilanciando possibilmente rispetto il takt time obiettivo per i modelli standard 65,7 minuti e per i modelli autolivellanti 70,7 minuti.

Il risultato del bilanciamento è sintetizzato nella figura 6.8 dove si vede le macro fasi nella situazione precedente e nella situazione futura in quale stazione andranno posizionarsi.

<b>GEAR BOX ASSEMBLY PROCESS</b>										
M O D E L L O  P L	<b>BEFORE</b>				<b>AFTER</b>					
	<b>Fix Station</b>				<b>Mobile Stations</b>					
	1	ALBERO PRIMARIO			1a staz.	1	ALBERO PRIMARIO			
	2	ALBERO AUSILIARIO				2	ALBERO AUSILIARIO			
	3	DIFFERENZIALE				3	DIFFERENZIALE			
	4	ALBERO SECONDARIO				4	ALBERO SECONDARIO			
	5	FORCELLE/ALBERI				5	MARCATURA (rintracciabilità)			
	6	SUPP.MOTORE IDROSTAT.								
	7	COPERCHIO			2a staz.	6	FORCELLE/ALBERI			
	8	SUPP.TAMBURO				7	SUPP.MOTORE IDROSTAT.			
	9	CROCERA SX (lato motore)				8	COPERCHIO			
	10	CROCERA SX (disco freno sx)				9	SUPP.TAMBURO			
	11	CROCERA DX (lato tamburo)				10	CROCERA SX (lato motore)			
	12	TAMBURO				11	CROCERA SX (disco freno sx)			
	13	CROCERA DX (disco freno dx)								
	14	CROCERA SX (mtg pinze freni sx)			3a staz.	12	CROCERA DX (lato tamburo)			
	15	CROCERA DX (mtg pinze freni dx)				13	TAMBURO			
	16	TUBI FRENI				14	CROCERA DX (disco freno dx)			
	17	MARCATURA (rintracciabilità)				15	CROCERA SX (mtg pinze freni sx)			
	18	FLUSSAGGIO/COLLAUDO				16	CROCERA DX (mtg pinze freni dx)			
	19	MOTORE IDROSTATICO				17	TUBI FRENI			
						18	FLUSSAGGIO/COLLAUDO			
						19	MOTORE IDROSTATICO			

M O D E L L O  M 3 0 0	<b>BEFORE</b>				<b>AFTER</b>					
	<b>Fix Station</b>				<b>Mobile Stations</b>					
	1	ALBERO PRIMARIO			1a staz.	1	ALBERO PRIMARIO			
	2	ALBERO AUSILIARIO				2	ALBERO AUSILIARIO			
	3	DIFFERENZIALE				3	DIFFERENZIALE			
	4	ALBERO SECONDARIO				4	ALBERO SECONDARIO			
	5	FORCELLE/ALBERI				5	MARCATURA (rintracciabilità)			
	6	SUPP.PINZA FRENO STAZ.								
	7	FRENO STAZION.+PINZA			2a staz.	6	FORCELLE/ALBERI			
	8	SUPP.MOTORE IDROSTAT.				7	SUPP.PINZA FRENO STAZ.			
	9	FRENO SXDX				8	FRENO STAZION.+PINZA			
	10	TUBI IDRAULICI				9	COPERCHIO			
	11	COPERCHIO				10	SUPP.MOTORE IDROSTAT.			
	12	MARCATURA (rintracciabilità)								
	13	FLUSSAGGIO/COLLAUDO			3a staz.	11	FRENO SXDX			
	14	MOTORE IDROSTATICO				12	TUBI IDRAULICI			
						13	FLUSSAGGIO/COLLAUDO			
						14	MOTORE IDROSTATICO			

M O D E L L O  M 2 0 0	<b>BEFORE</b>				<b>AFTER</b>					
	<b>Fix Station</b>				<b>Mobile Stations</b>					
	1	MTG ALBERO PRIMARIO			1a staz.	1	ALBERO PRIMARIO			
	2	MTG ALBERO AUSILIARIO				2	ALBERO AUSILIARIO			
	3	MTG DIFFERENZIALE				3	DIFFERENZIALE			
	4	MTG ALBERO SECONDARIO				4	ALBERO SECONDARIO			
	5	MTG FORCELLE/ALBERINI				5	MARCATURA (rintracciabilità)			
	6	MTG SUPP.FRENI SX								
	7	MTG SUPP.FRENO STAZ.			2a staz.	6	MTG FORCELLE/ALBERINI			
	8	MTG SUPP.FRENI DX				7	MTG SUPP.FRENI SXDX			
	9	MTG SUPP.MOTORE IDROSTATICO				8	MTG SUPP.FRENO STAZ.			
	10	MTG COPERCHIO				9	MTG COPERCHIO			
	11	MARCATURA (rintracciabilità)								
	12	COLLAUDO/FLUSSAGGIO			3a staz.	10	MTG.FRENI SX/DX			
	13	MTG MOTORE IDROST.				11	SUPP.MOTORE IDROSTAT.			
						12	FLUSSAGGIO/COLLAUDO			
						13	MTG MOTORE IDROST.			

Figura 6.8 – nuovo processo di assemblaggio

Questa analisi del processo è stata utile anche per l'analisi PFEP fatta nel capitolo 5 per capire quali sono i punti di utilizzo del materiale inoltre sapendo ogni stazione quali fasi sono associate, tramite la flowchart ci siamo ricavati gli strumenti, attrezzature, materiale di



Per ottimizzare gli spazi sono stati sostituiti i vecchi banchi di lavoro perché troppo ingombrati con dei banchi in tubolare bianco costruiti da noi e rendendoli specifici per le fasi di assemblaggio di ogni stazione vedi figura 6.10.

Da notare che su ogni banco di lavoro della linea è presente un quadro elettrico, serve per poter collegare la presa di corrente dei carrelli per assemblaggio, la corrente nei carrelli serve per poter azionare il sistema di rotazione della maschera.



Figura 6.10 – banco di lavoro

Dal layout della zona di assemblaggio vedi figura 6.11 possiamo identificare la tipologia di approvvigionamento ha ogni stazione, possiamo notare che la prima stazione ha rispettivamente un rack per la gestione kanban, e due kanban cassa contenenti la scatola del cambio, la seconda stazione è approvvigionata con un kit si sono considerati due spazi per la gestione pieno e vuoto e un rack per la gestione dei kanban, la terza stazione verrà approvvigionata solo con il kit anche qui viene considerata la gestione del pieno e del vuoto.

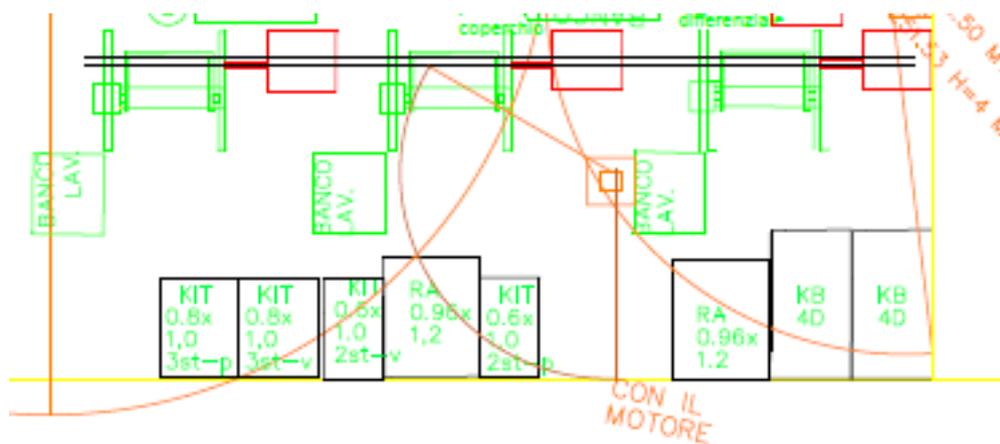


Figura 6.11 – Layout cambi linea di assemblaggio

Il risultato è che il materiale necessario si è posizionato a pochi passi dal punto di assemblaggio.

In questo nuovo layout e processo di assemblaggio è stato introdotto un ulteriore sistema di approvvigionamento per risolvere il problema dei continui spostamenti del operatore per il

prelievo dei premontaggi, per risolvere questo problema si è pensato di introdurre un carrello predisposto per contenere tutti i premontaggi finiti comuni ai modelli di cambio.

Questo carrello una volta preparato in area di preparazione dei premontaggi viene agganciato al carrello di assemblaggio del cambio nella linea il quale muovendosi da una stazione all'altra, per seguire le fasi di assemblaggio, trascinerà con sé il carrello dei premontaggi permettendo così di avere a pochi passi i premontaggi utili per l'assemblaggio del cambio.

Il carrello dei premontaggi è stato studiato in maniera di suddividere i preassemblati per ripiani, dove nel ripiano più alto troviamo i preassemblati utili alla prima stazione, nel ripiano centrale i premontaggi della seconda stazione e nel ripiano più basso i preassemblati della terza stazione, per l'ergonomia dell'operatore si sono fatti degli studi di posizionamento dei pezzi che permettessero di prelevare i componenti più pesanti attraverso il paranco inoltre per ogni componente si sono creati dei supporti appositi per facilitare il prelievo e studiati in maniera tale che i componenti non si rovinino.

In questo carrello abbiamo detto che verranno messi solo i preassemblati comuni a tutti i modelli e sono i seguenti premontaggi:

- Albero primario
- Albero secondario
- Albero ausiliario
- Differenziale
- Coperchio cambio
- Staffa ancoraggio
- Supporto pinze freno stazionamento
- Pinze freni sinistre e destra

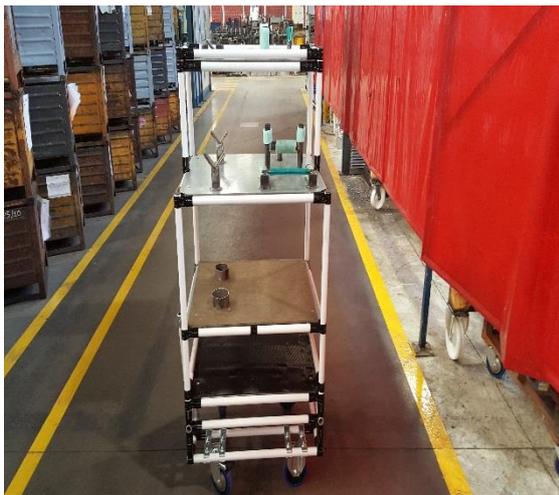


Figura 6.12 – carrello premontaggi

Il numero di carrelli specifici per i premontaggi sono 4, 3 utilizzati nella linea e 1 nei premontaggi per permettere il posizionamento dei preassemblati durante la preparazione.

### 6.2.1.2 Area preparazione premontaggi e area test

Le aree che analizzeremo sono l'area evidenziata in verde e azzurro che possiamo vedere nella figura 6.13.

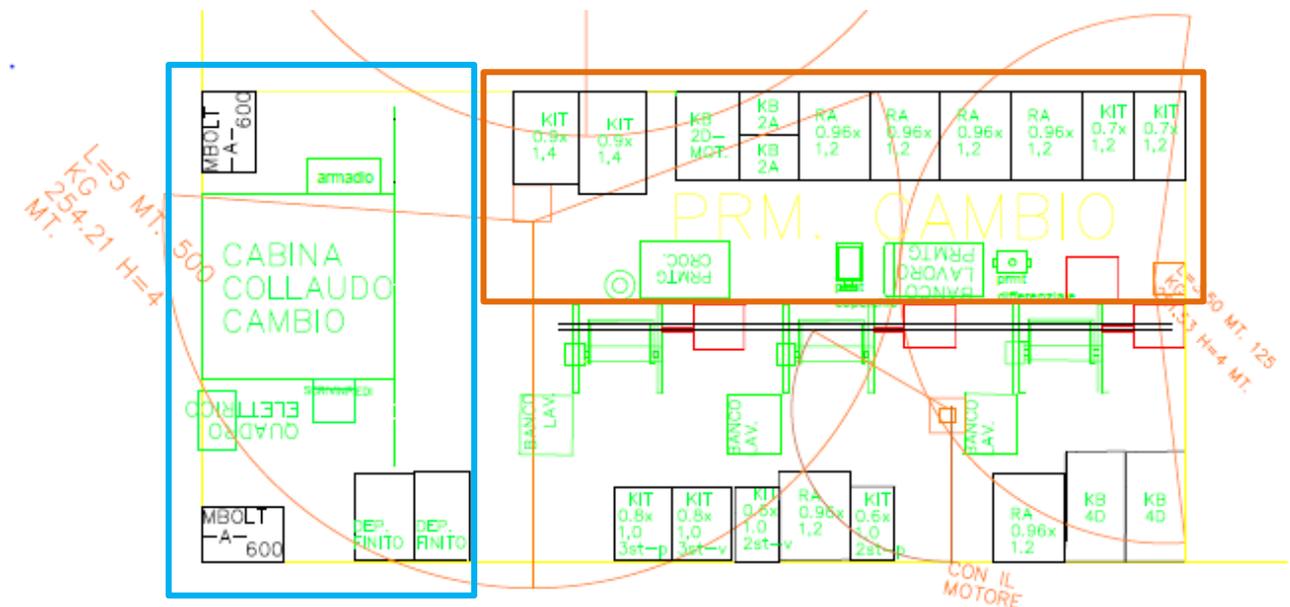


Figura 6.13 – layout aree cambi

Area contornata in verde viene utilizzata per la preparazione dei premontaggi per i cambi, rispetto il vecchio layout si sono eliminati e sostituiti i banchi di lavoro perché troppo ingombrati e soprattutto perché venivano utilizzati come area stock dei premontaggi, abbiamo deciso quindi di utilizzare due banchi di lavoro:

- Uno dedicato alla preparazione dei preassemblati che andranno nel carrello dei premontaggi per la linea dei cambi;
- Uno dedicato alla preparazione del motore idrostatico (utilizzato nella cabina di collaudo) e premontaggi per i modelli PL (utilizzati nell'ultima stazione), il banco di lavoro è stato quindi posizionato vicino le due aree di utilizzo.

Le maschere per il premontaggio del differenziale e del coperchio che erano installate sui vecchi banchi eliminati, sono state rimosse ed installate su dei piedistalli permettendo di ottimizzare lo spazio e nel caso del premontaggio del differenziale modificate in modo che l'operatore non è più costretto a compiere delle operazioni pericolose per il prelievo del pezzo. I banchi di lavoro sono stati organizzati tramite la flowchart ci siamo ricavati gli strumenti, attrezzature, materiale di consumo, tipologia di chiave dinamometriche ecc. necessari in modo da poter strutturare, organizzare, ottimizzare banchi di lavoro specifici per le attività. Come nell'area precedente l'approvvigionamento del materiale avviene attraverso kit, kanban posizionanti vicino punto di utilizzo ed in vicinanza del corridoio.

Nell'area di test si è creata una ubicazione specifica per il prodotto finito inoltre la cabina di collaudo è stata sistemata e riorganizzata.

### 6.2.1.3 Risultati implementazioni area cambi

I risultati ottenuti tramite queste implementazioni sono i seguenti:

- Il nuovo approvvigionamento ha permesso di ottimizzare gli spazi e ridurre le movimentazioni degli operatori;
- Attraverso la linea di montaggio introdotta si passa da una filosofia di produzione push a una filosofia pull;
- Attraverso l'introduzione della linea e il conseguente bilanciamento si è livellata la produzione;
- Gli attrezzi, le strutture non sono più sparse in tutta l'area ma sono collocate nel loro punto di utilizzo;
- I banchi di lavoro sono strutturati e organizzati in base alle fasi di montaggio;
- Eliminazione possibilità di sovrapproduzione di premontaggi;
- I flussi degli operatori risultano più semplici;
- Le stazioni di lavoro risultano compatte e strutturate per le fasi di lavoro associate;
- Eliminazione dei possibili colli di bottiglia dovuto al bisogno simultaneo di strumenti, attrezzi;
- Ridotto WIP;
- Facilità di gestione;
- Ridotti tempi di attraversamento;
- Elevata uniformità delle caratteristiche qualitative dei prodotti;
- Limitata superficie per unità di prodotto.

Si possono vedere dalle immagini seguenti (fig.6.14) i risultati delle implementazioni e un confronto con il vecchio layout e il nuovo.

vecchio layout



nuovo layout





Figura 6.14 – Layout cambi

### 6.2.2 LAYOUT RIDUTTORI

Il risultato dello studio è in seguente layout (figura 6.15) possiamo distinguere 3 aree:

- area premontaggi riduttori (contornata in rosso)
- area montaggio riduttori piccoli (contornata in verde)
- area montaggio riduttore grande (contornata in azzurro)

Per lo studio di quest'area si sono dovuti tenere conto dei limiti della nuova area come la presenza di capriate del carroponete, comportando vincoli d'altezza, inoltre la geometria della nuova area disponibile e tenendo conto dello spazio dell'area dei cambi non si è potuto ottimizzare al meglio l'area.

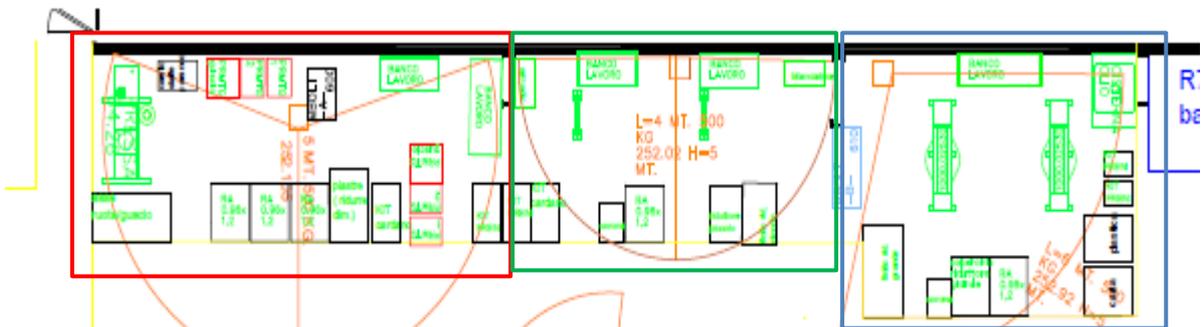


Figura 6.15 – layout riduttori

L'approvvigionamento del materiale avviene attraverso kit, kanban posizionanti vicino punto di utilizzo ed in vicinanza del corridoio, il problema di questo layout è di avere solo un fronte per l'approvvigionamento del materiale.

### **6.2.2.1 Area di premontaggio**

L'area in evidenziata in rosso cioè l'area dei premontaggi è stata pensata come una cella a U dove il materiale entra ed esce passando su diverse postazioni in base al modello di macchina da assemblare.

Nel caso specifico abbiamo pensato a tre postazioni la prima la postazione della pressa dove vengono fatte tutte le operazioni che necessitano l'utilizzo della pressa, la seconda postazione è dedicata alle operazioni di assemblaggio specifiche di cuscinetti e paraolio in questa stazione troviamo il riscaldatore per i cuscinetti, la terza postazione è dedicata alle restanti operazioni che si devono fare su banco di lavoro dove troviamo strumenti attrezzi strumenti specifici per la preparazione dei premontaggi.

Ogni postazione è stata studiata e organizzata tramite i dati estratti dalla flowchart AS IS come abbiamo visto nell'analisi precedente dei cambi quindi ogni postazione ha gli attrezzi, strumenti, materiale di dotazione necessario per compiere le fasi di lavoro associate alla postazione.

Per la gestione dei preassemblati si sono creati dei carrelli specifici come si può vedere un estratto della tabella sotto elencata (figura 6.16) dove viene riportato per ogni modello il codice del modello di riduttore, il codice del premontaggio, il carrello specifico studiato per quel premontaggio.

Tramite una standardizzazione, cioè componenti simili possono utilizzare lo stesso carrello abbiamo deciso di costruire quattro carrelli, dopo uno studio delle caratteristiche dei componenti dell'assemblaggio abbiamo passato i dati all'ente attrezzeria per costruire i carrelli specifici.

I carrelli sono stati studiati con la filosofia one piece flow, cioè ogni carrello contiene la quantità di premontaggi per l'assemblaggio di un prodotto finito cioè la coppia di riduttori.

I carrelli sono stati triplicati e verranno gestiti con il metodo FIFO.

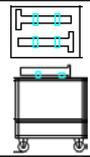
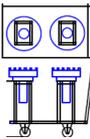
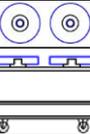
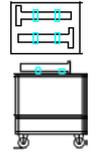
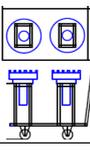
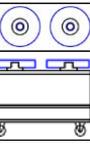
CODICE RIDUTTORE		DESCRIZIONE		PREMONTAGGI	FOTO	ITEM (codice più ingombrante)	TIPOLOGIA CARRELLO LAVORAZIONE (DA CONTENITORE A FINE PREMONTAGGIO)	TIPOLOGIA CARRELLO PREMONTAGGIO (DA FINE PREMONTAGGIO A MONTAGGIO RIDUTTORE)	POSIZIONE CARRELLO PREMONTAGGIO	DISEGNO CARRELLO PREMONTAGGIO
ACW1377860 - 50	7111478M91 (PL)	GRANDE	SENZA DISCO	PREMONTAGGIO CARDANO		003217357500	VEDI CARRELLO PREMONTAGGIO GUSCIO RIDUTTORE	STRUTTURA TUBOLARE SE OK PESO IN ALTERNATIVA CARRELLO SPECIFICO MULTIPLI DI 2		
ACW1377860 - 50	7111478M91 (PL)	GRANDE	SENZA DISCO	PREMONTAGGIO GUSCIO RIDUTTORE		ACW1377840	CARRELLO MISURE 80 X 80 PIANO IN GOMMA CON RUOTE PORTATA MAX 150 KG. (1 RIDUTTORI X CARRELLO)	CARRELLO MISURE 80 X 170 PIANO IN GOMMA CON RUOTE PORTATA MAX 250 KG. (2 RIDUTTORI X CARRELLO)		
ACW1377860 - 50	7111478M91 (PL)	GRANDE	SENZA DISCO	PREMONTAGGIO ASSE RUOTA		ACW1443100	CARRELLO MISURE 80 X 80 PIANO IN GOMMA CON RUOTE PORTATA MAX 150 KG. (2 ASSE RUOTA PER CARRELLO)			
ACW1377860 - 50	7111478M91 (PL)	GRANDE	SENZA DISCO	PREMONTAGGIO ALBERO		003220618500 003234543500	VEDI ASSE RUOTA	VEDI ASSE RUOTA		
ACW1377860 - 50	7111478M91 (PL)	GRANDE	SENZA DISCO	PREMONTAGGIO CORONA		003220619500	CARRELLO MISURE 70 X 70 PIANO IN GOMMA CON RUOTE PORTATA MAX 100 KG.	VEDI CARRELLI TUBOLARI MODULABILI (EX KIT) MULTIPLI DI 2		
ACW1377790 - 80	AL TECHNO	PICCOLO	CON DISCO	PREMONTAGGIO CARDANO		003217357500	VERIFICARE SE UGUALE A CARDANO PER RIDUTTORE GRANDE	VERIFICARE SE UGUALE A CARDANO PER RIDUTTORE GRANDE		
ACW1377790 - 80	AL TECHNO	PICCOLO	CON DISCO	PREMONTAGGIO ASSE RUOTA		.....	COME PREMONTAGGIO ASSE RUOTA GRANDE ACW1377860 - 50	COME PREMONTAGGIO ASSE RUOTA GRANDE ACW1377860 - 50		
ACW1377790 - 80	AL TECHNO	PICCOLO	CON DISCO	PREMONTAGGIO ALBERI E SUPPORTO		.....	VEDI ASSE RUOTA	VEDI ASSE RUOTA		
ACW1377790 - 80	AL TECHNO	PICCOLO	CON DISCO	PREMONTAGGIO CORONA		.....	COME PREMONTAGGIO CORONA GRANDE ACW1377860 - 50	COME PREMONTAGGIO CORONA GRANDE ACW1377860 - 50		

Figura 6.16 –estratto studio carelli premontaggi

Possiamo vedere nella figura 6.17 accanto il flusso di ogni carrello premontaggio nel caso del riduttore grande.



Figura 6.17 – flusso premontaggi

### 6.2.2.2 Aree di assemblaggio

Le aree evidenziate in verde ed in azzurro sono rispettivamente le aree di assemblaggio del riduttore piccolo e del riduttore grande (vedi figura 6.15), inizialmente le zone di assemblaggio era 3 come visto nel capitolo 4 dove avevamo in ogni zona di assemblaggio delle maschere specifiche per l'assemblaggio corrispondenti a dei modelli.

Nel nuovo layout troviamo solo due zone di assemblaggio perché abbiamo voluto unificare la maschera dei riduttori piccoli in modo da permettere anche l'assemblaggio dei riduttori piccoli autolivellante.

Questa unificazione ha portato uno studio da parte di ingegneria di produzione sulle attuali maschere dei riduttori piccoli in modo da renderle compatibili anche con i riduttori piccoli autolivellanti, dallo studio è emerso che tramite delle modifiche affidate all'ente attrezzeria è possibile assemblare qualsiasi modello di riduttore piccolo.

Come nel caso AS IS ogni zona di assemblaggio troviamo 2 stazioni parallele per assemblaggio in modo da permette di assemblare il riduttore sinistro e destro. Le due zone di assemblaggio sono state riviste eliminando tutti i banchi di lavoro non necessari e costruendo dei shadow board specifici per minuteria, per strumenti di sollevamento, per strumenti come si può vedere nella immagine seguente.

I shadow board e i banchi di lavoro rimanenti sono stati studiati e organizzati tramite i dati rilevati nelle flowchart e tramite il contributo degli operatori (vedi fig 6.18)



Figura 6.18 – shadow board

Tramite l'analisi delle fasi di assemblaggio abbiamo rilevato:

- 1) alcune fasi di assemblaggio potevano essere fatte già nei premontaggi come esempio la preparazione dei gusci del riduttore grande quindi dove possibile si sono spostate delle fasi di lavoro dall'assemblaggio al premontaggio.
- 2) Il processo dove vedeva che il prodotto finito riduttore diversamente dal cambio veniva verniciato senza il riempimento di olio, tramite ente qualità abbiamo analizzato la possibilità di verniciare i riduttori già facendo il riempimento d'olio, analisi ha dato effetti positivo.

Queste analisi hanno portato a una suddivisione migliore delle fasi permettendo di ridurre le attività vincolanti sulla maschera di assemblaggio e aumentando la produttività così potendo arrivare a produrre 7 macchine al giorno come obiettivo aziendale per i modelli standard, inoltre nel caso del riempimento d'olio ha portato dei benefici nell'assemblaggio del assale. Per il riempimento d'olio sono state installate delle pistole automatiche che permettono di fare il riempimento anche senza che l'operatore sia sempre presente quindi impattando minimamente sul tempo di assemblaggio.

Nella vicinanza delle due aree di assemblaggio è stata installata la bilancia torsionometrica per l'attività di controllo della coppia di serraggio delle chiavi dinamometriche si è implementata una metodologia chiamata kamishibai.

Kamishibai è un metodo di lavoro standard di leadership, traducibile come "dramma di carta", è una forma di narrazione che ha avuto origine nei templi buddisti del Giappone del XII secolo, dove i monaci utilizzavano rotoli di immagini per narrare storie con insegnamenti morali. Come parte del sistema produttivo di Toyota, una bacheca Kamishibai viene utilizzata in qualità di controllo visivo per le verifiche del processo di produzione.

Si tratta:

- È un sistema di controllo che utilizza schede;
- È utilizzato per la revisione sistematica di elementi critici del luogo di lavoro;

- Questi elementi sono correlati a sicurezza, qualità, produzione, costi e così via;
- Formato semplice e standard;
- Le domande sono specifiche per ogni luogo di lavoro;
- Garantisce che i controlli obbligatori vengano eseguiti e completati nei tempi previsti;
- Traduce in elementi visivi i controlli, gli stati e le azioni.

### 6.2.2.3 Risultati implementazioni layout riduttori

I risultati ottenuti tramite queste implementazioni sono i seguenti:

- Il nuovo approvvigionamento ha permesso di ottimizzare gli spazi e ridurre le movimentazioni degli operatori;
- Miglioramento della suddivisione delle fasi di lavoro tra preassemblaggio e assemblaggio;
- Gli attrezzi, le strutture non sono più sparse in tutta l'area ma sono collocate nel loro punto di utilizzo;
- I banchi di lavoro sono strutturati e organizzati in base alle fasi di montaggio;
- Eliminazione possibilità di sovrapproduzione di premontaggi tramite appositi carrelli;
- I flussi degli operatori risultano più semplici;
- Le stazioni di lavoro risultano compatte e strutturate per le fasi di lavoro associate;
- Eliminazione dei possibili colli di bottiglia dovuto al bisogno simultaneo di strumenti, attrezzi;
- Introduzione dei carrelli di premontaggio in ottica one piece flow ha ridotto il WIP;
- Divisione dei flussi di premontaggio con i flussi di montaggio;
- Facilità di gestione;
- Flusso di materiale sequenziale;
- Nella nuova area è ben chiaro l'entrata (IN) e l'uscita (OUT) del semilavorato vedi figura;

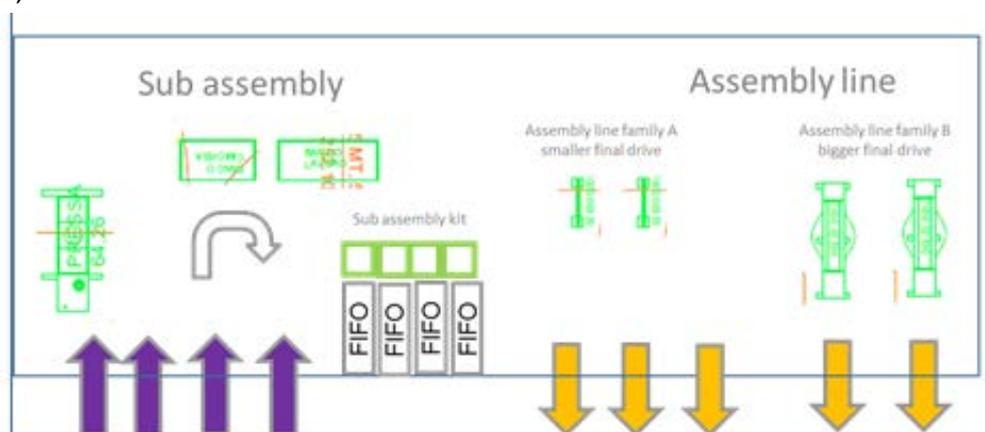


Figura 6.19 – IN e OUT semilavorato

- Riduzione delle attività a NVA;
- Aumento della produttività per i riduttori piccoli fino 7 macchine/giorno per i riduttori grandi 5 macchine al giorno;
- Diminuzione dei punti di pericolo tramite l'introduzione nuovi strumenti di sollevamento ed eliminazione dei punti di pericolo nei corridoi.

Si possono vedere dalle immagini seguenti (fig. 6.20) i risultati delle implementazioni e un confronto con il vecchio layout e il nuovo.

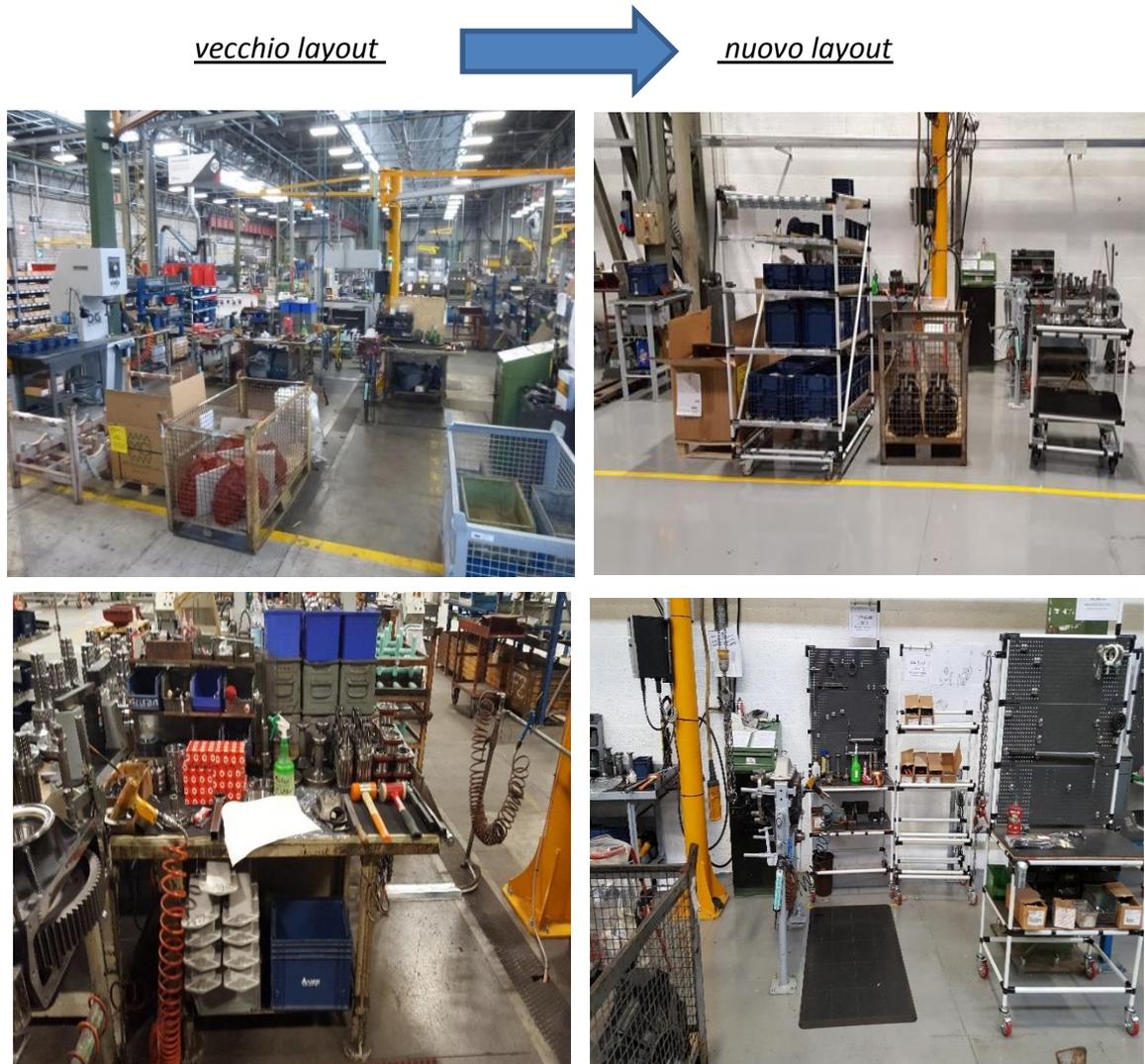


Figura 6.20 – layout riduttori

### 6.3 Implementazione

Per implementare il nuovo layout si è aspettato un momento in cui la produzione era ferma cioè nella pausa natalizia, ma essendo le attività molte e richiedevano molto tempo è stato necessario iniziare delle attività per quanto possibile mentre l'operatore stava lavorando inoltre si è deciso di anticipare la produzione dei prodotti finiti dell'area e ottenendo così un anticipo sulla linea creando un buffer di materiali. In questo modo è stato possibile anticipare

alcuni lavori con tempi lunghi di esecuzione come lo spostamento della cabina di collaudo del cambio.

La prima attività iniziata qualche settimana prima del fermo produttivo è stato lo sgombero di tutto ciò che occupava la futura area di destinazione.

Una volta liberata l'area la manutenzione sotto la guida del team ha provveduto a iniziare i lavori di costruzioni dei plinti necessari per gli apparecchi di sollevamento e iniziare la costruzione del impianto elettrico di aria compressa necessario sul nuovo layout, il team del progetto ha supervisionato indicando le posizioni esatte necessarie per le attività di costruzione dei plinti e quali punti dell'area sono necessari i collegamenti elettrici e pneumatici e oleodinamici.

Nello stesso periodo l'attrezzatura attraverso le indicazioni, disegni, idee date dal team di progetto ha iniziato costruire i kit, banchi di lavoro, shadow board, attrezzature necessarie nel futuro layout.

La gestione dei materiali è stata la seconda attività sviluppata in quanto si è potuta implementare con l'operatore che continua a lavorare, per prima cosa si sono portate in area le strutture a rulliera (rack) che si intendevano sviluppare di giorno in giorno e si faceva il travaso dei materiali dalle casse presenti in area ai contenitori KLT previsti implementando anche il sistema kanban attraverso i cartellini.

Una volta effettuato il travaso dei materiali, le casse con il materiale rimanente sono state portate al supermarket dove se i pezzi contenibili nei KLT venivano travasati e messi nelle rulliere del supermarket, per pezzi non contenibili nei KLT veniva stoccata la cassa nel supermarket.

Durante il fermo produttivo si è provveduto alla vera e propria implementazione ogni giorno sotto indicazione del team di progetto ogni ente coinvolto nell'implementazioni aveva una precisa scaletta di mansioni che prevedevano le movimentazioni, la modifica, la costruzione in base agli studi fatti sul nuovo layout, esempio attrezzatura si è occupata della modifica delle maschere di assemblaggio, la costruzione dei carelli dei premontaggi del cambio, la costruzione di nuove attrezzature richieste da personale della produzione, invece la manutenzione della installazione degli organi di sollevamento, dello spostamento della cabina di collaudo, installazione della guida per la linea dei cambi degli impianti elettrici e aria compressa e molte altre attività, questa fase dell'implementazione è durata circa 10 giorni lavorati.

Durante il fermo il personale di produzione si è dedicato all'attività di 5S è stato richiesto che durante lo spostamento venga eliminato tutto ciò che non era più necessario inoltre con il supporto del team di progetto si è andati sistemare i magazzini esterni contenenti la minuteria.

La colorazione dell'area con i colori standard aziendali per suddividere le zone di lavoro da depositi kit o materiali è prevista in un momento successivo quando si è vista l'efficacia del nuovo layout, tutte le strutture e attrezzature sono state invece verniciate di grigio durante l'implementazione.

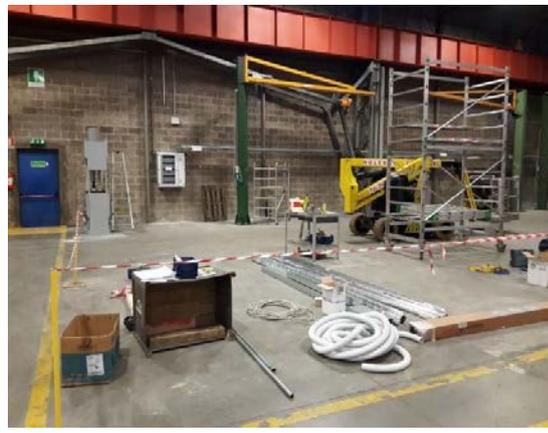
Sono visibili alcune foto dell'implementazione dell'area (Fig. 6.21).

(a) Costruzioni plinti;

- (b) Impianti elettrici e installazione bandiere;
- (c) Test carrello assemblaggio cambio con carrello premontaggi;
- (d) Implementazione linea cambi;
- (e) Scaletta mansioni giornaliera e stato;
- (f) Installazione maschere riduttore grande.



(a)



(b)



(c)



(d)

**AGCO**  
Your Agriculture Company

Assemblaggio Verniciatura

ASCA  
Riduttori + CARB.

N°	DESCRIZIONE ATTIVITÀ DA SVOLGERE	PER LABOR.	STATO	AREA
1	A CARNE ALTA COMPAGNIA SOTTO CANTIERE CON DOTTI AERAGGI POSTI PER SERRA...	M Banco	⊕	RENTOR
2	PARTI DA SERRA ESTERNA PLANT - BENTON (M)	M Banco	⊕	RENTOR
3	ATTIVITÀ PER IL TEST TRAVEL SERRA ALTA RENTOR	M Banco	⊕	RENTOR
4	TESTING PARTI ACCESSIONE IN SERRA CON TESTO PER SERRA PER TRAVEL SERRA PER IL SERRA ALTA RENTOR	M Banco	⊕	RENTOR
5	TESTING PER IL TESTO SERRA PER SERRA ALTA RENTOR	M Banco	⊕	RENTOR
6	TRAVEL SERRA ALTA RENTOR	M Banco	⊕	RENTOR
7	TESTING PER IL TESTO SERRA PER SERRA ALTA RENTOR	M Banco	⊕	RENTOR
8	TESTING PER IL TESTO SERRA PER SERRA ALTA RENTOR	M Banco	⊕	RENTOR

(e)



(f)

Figura 6.21 - Implementazioni

## 6.4 Standard Work

Il Lavoro standard è definito come: Il metodo più efficiente per produrre un prodotto (o un servizio) rispetto ad un flusso equilibrato raggiungendo la velocità di output desiderato. Si suddivide il lavoro in elementi, che sono in sequenza, organizzata e seguita ripetutamente.

Ogni fase del processo deve essere definita e deve essere effettuata più volte nello stesso modo. Eventuali variazioni nel processo potranno creare un aumento del tempo ciclo e quindi causare problemi di qualità, di fatto lo STD work descrive come un tipico processo dovrebbe sempre essere eseguito secondo le cosiddette 'best practice';

Allo stesso tempo fornisce una base da cui un migliorare, un approccio che può essere sviluppato e che consente il miglioramento continuo dei metodi di apprendimento. Tre i componenti necessari a lavoro standard sono (1) takt time, (2) tempo di ciclo e (3) SWIP (Standard Work-in-Progress).

Lo sviluppo di lavoro standard è una delle più difficili discipline Lean, tuttavia, se sviluppata in modo efficiente, dovrebbe permettere a chiunque di eseguire il lavoro senza alcuna variazione nel risultato desiderato.

Lo STDW è suddiviso in due documenti principali:

- Foglio di lavoro standard;
- Foglio delle combinazioni di lavoro Standard (standard Work Combination Sheet).

Il lavoro standard è il metodo, da abbinare ad altri elementi fondamentali (manodopera, materiali, macchinari, metodi).

È possibile affermare che per un processo che non si ripete o che è troppo variabile potrebbe non essere possibile stabilire lo standard di lavoro di base a queste condizioni (takt time non è significativo, sequenza di lavoro varia, Standard WIP varia), sarà quindi necessario in questo caso, eliminare la variabilità o standardizzare il processo e la creazione di un flusso ripetitivo.

Lo STDW ha una serie di vantaggi:

- Semplicità per garantire un risultato uniforme di qualità;
- Semplicità nella risoluzione dei problemi;
- Semplicità nel lavoro di miglioramento;
- Semplicità di formazione lavoro;
- Semplicità nelle assunzioni e la trasmissione di buone pratiche;
- Semplicità nella comunicazione.

La definizione e lo studio per la creazione dello standard work è stata solo introdotta da noi del team in quanto questo lavoro è stato eseguito dopo implementazione del layout da manufacturing.

Quello che è stato fatto dal team è la condivisione dei documenti e dati necessari per la definizione dello standard.

## 6.5 Analisi ciclo di lavoro e bilanciamento

Dopo l'implementazione del layout siamo andati a rianalizzare il ciclo di lavoro, questa rianalisi è iniziata dopo un breve periodo dato agli operatori per ambientarsi al nuovo layout.

Come nel caso nell'AS IS tramite videocamera o cronometro siamo andati rilevare i tempi e andremo riportare i dati riscontrati durante l'analisi tramite *flowchart* (paragrafo 4.2.2)

Nel caso TO BE siamo andati crearci una sintesi della *flowchart*, dove riassume alcuni indicatori o KPI per noi importanti. In questa sintesi verranno riportati i macro task nel caso di preassemblaggio ed assemblaggio con relativi tempi inoltre verrà mostrato tramite grafico le percentuali di saturazione delle postazioni di lavoro tra preassemblaggio e assemblaggio rispetto il takt time e il loro bilanciamento rispetto il tempo total assembly.

### 6.5.1 Analisi ciclo di lavoro riduttori e cambi

#### RIDUTTORE PICCOLO

Total Time Sub Assembly				Total Time Main Assembly				Total Assembly		56,31		
SUB ASSEMBLY				MAIN ASSEMBLY								
Nr	Description	Time	Stazione	Nr	Description	Time	Stazione	Saturazione Rispetto Takt		26,1%	81,6%	0,0%
1	PRM ALBERO	3,89	A	1	MTG RIDUTTORE	42,67	B	Bilanciamento		24,2%	75,8%	0,0%
2	PRM ASSE RUOTA	7,10	A	2				TOTALE		13,64	42,67	0,00
3	PRM CORONA	2,64	A	3				PRE ASSEMBLY	Stazione	A	B	C
4				4				STD TIME	0,00	0,00	0,00	
5				5				SUB ASSEMBLY	Stazione	A	B	C
6				6				STD TIME	13,64	0,00	0,00	
7				7				MAIN ASSEMBLY	Stazione	A	B	C
8				8				STD TIME	0,00	42,67	0,00	
9				9								
10				10								
11				11								
12				12								
13				13								
14				14								
15				15								
16				16								
17				17								
18				18								
19				19								
20				20								

Stazione	Saturazione
A	26,1%
B	81,6%
C	0,0%
D	0,0%
E	0,0%

	PROPOSTO	VA		NVA			
		N°	T.	N°	T.	N°	T.
○	OPERAZIONI	52%	33,24		33,24		30,25
⇨	TRASPORTI	39%	24,94				
□	CONTROLLI	3%	1,78				
D	ATTESE	4%	2,39				
▽	ACCANTONAMENTI	2%	1,14				
	TOTALE	100%	63,48				
	DISTANZE PERCORSE	mt.	129	mt.		mt.	

Categoria	Percentuale
OPERAZIONI	52%
TRASPORTI	39%
CONTROLLI	3%
ATTESE	4%
ACCANTONAMENTI	2%

Figura 6.22 – flowchart to be riduttore piccolo

Nel caso del riduttore piccolo come si può vedere nella figura 6.22 si possono trovare questi KPI:

- il tempo standard (nell' immagine Total Assembly) è di 56,31 minuti considerando l'assemblaggio completo di un solo riduttore e non della coppia;
- Macro fasi con relativi tempi che compongono il tempo di preassemblaggio 13,64 minuti e il tempo di assemblaggio 42,67 minuti;
- La saturazione delle stazioni identificate come A (premontaggi) e B (stazione di assemblaggio) rispetto il takt time (in questo caso considerando l'assemblaggio di un riduttore non della coppia sarà 52,3 minuti/pezzo) con relativo grafico vediamo la stazione A è satura 26,1% invece B 81,6%;
- Il bilanciamento rispetto il total assembly dei preassemblaggi ed assemblaggio rispettivamente per i premontaggi del 24,2% e per montaggio del riduttore 75,8%;
- La percentuale delle fasi a valore e non valore rispetto il rilievo fatto con relativo grafico, possiamo vedere che le fasi a VA sono il 52% quelle NVA 48% e corrispondo a 33,24 minuti per VA e 30,25 minuti per NVA;
- I metri percorsi per l'assemblaggio di un riduttore (non della coppia) sono 129 metri.

Come mostrato precedentemente le stazioni di assemblaggio dei riduttori sono parallele in questo caso considerando il takt time di 52,3 minuti/pezzo è possibile produrre la coppia di riduttori anche solo in una sola stazione. La saturazione degli operatori sarà considerata nei prossimi paragrafi.

Nel caso si voglia arrivare a produrre 7 macchine/giorno, che equivale al nostro obiettivo per questa famiglia, si potrà lavorare nelle stazioni parallele per riuscire a garantire il rispetto del nuovo takt time, la stazione di preassemblaggio avendo una saturazione molto bassa (vedi figura 6.23) permetterà di arrivare a produrre la quantità richiesta anche nel caso di un aumento di prodotti richiesti. Nella figura 6.23 vediamo la saturazione nel caso si richieda 7 macchine/giorno, dove A è la stazione di premontaggio B e C le stazioni parallele di assemblaggio, si può vedere che è possibile produrre la quantità richiesta.

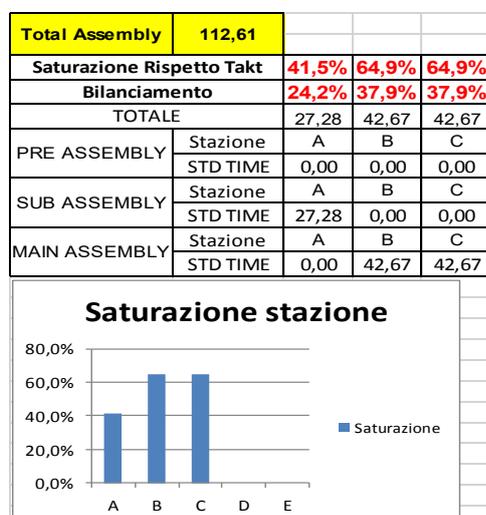


Figura 6.23 – saturazione riduttore piccolo

## RIDUTTORE GRANDE

Total Time Sub Assembly			Total Time Main Assembly			Total Assembly				
SUB ASSEMBLY			MAIN ASSEMBLY			273,91				
Nr	Description	Time	operatore	Nr	Description	Time	operatore	Saturazione Rispetto Takt		
1	PRM ALBERO	15,15	A	1	MTG RIDUTTORE (SX)	90,65	B	88,6%	86,7%	86,7%
2	PRM ASSE RUOTA	25,87	A	2	MTG RIDUTTORE (DX)	90,65	C	33,8%	33,1%	33,1%
3	PRM CORONA	6,12	A	3						
4	PRM GUSCIO	13,93	A	4						
5	PRM CARDANO	12,77	A	5						
6	PRM PINZE	18,76	A	6						
7				7						
8				8						
9				9						
10				10						
11				11						
12				12						
13				13						
14				14						
15				15						
16				16						
17				17						
18				18						
19				19						
20				20						
21				21						

TOTAL		92,60	90,65	90,65
PRE ASSEMBLY	Stazione	A	B	C
	STD TIME	0,00	0,00	0,00
SUB ASSEMBLY	Stazione	A	B	C
	STD TIME	92,60	0,00	0,00
MAIN ASSEMBLY	Stazione	A	B	C
	STD TIME	0,00	90,65	90,65

Stazione	Saturazione
A	88,6%
B	86,7%
C	86,7%
D	0,0%
E	0,0%

	OPERAZIONI	PROPOSTO		VA		NVA	
		N°	T.	N°	T.	N°	T.
○	OPERAZIONI	58%	93,54		93,54		68,09
⇨	TRASPORTI	34%	55,26				
□	CONTROLLI	2%	3,81				
D	ATTESE	2%	3,62				
▽	ACCANTONAMENTI	3%	5,40				
	TOTALE	100%	161,63				
	DISTANZE PERCORSE		328				
			mt.		mt.		mt.

Figura 6.24 – flowchart riduttore grande TO BE

Nel caso del riduttore grande abbiamo rilevato questi indicatori (figura 6.24):

- il tempo standard (nell' immagine Total Assembly) è di 273,91 minuti considerando l'assemblaggio completo della coppia;
- Macro fasi con relativi tempi che compongono il tempo di preassemblaggio 92,60 minuti e il tempo di assemblaggio 181,31 minuti;
- La saturazione delle stazioni identificate come A (premontaggi) B e C (stazioni parallele di assemblaggio) rispetto il takt time (in questo caso considerando l'assemblaggio della coppia di riduttori sarà 104,5 minuti/pezzo) con relativo grafico vediamo la stazione A è satura 88,6% invece B e C sono sature al 86,7%;
- Il bilanciamento rispetto il total assembly dei preassemblaggi ed assemblaggio rispettivamente per i preassemblaggi del 33,8% e per montaggio della coppia del riduttore 33,1%;
- La percentuale delle fasi a valore e non valore rispetto il rilievo fatto con relativo grafico, possiamo vedere che le fasi a VA sono il 58% e in totale quelle a NVA 42% in minuti corrispondo a 93,54 minuti per VA e 68,09 minuti per NVA;
- I metri percorsi per l'assemblaggio di un riduttore (non della coppia) sono 328 metri.

Rispetto al caso AS IS riusciamo garantire la produzione di 4,4 macchine al giorno grazie alle implementazioni e al nuovo layout.

### 6.5.2 Analisi ciclo di lavoro cambi

Come nel caso dei riduttori dei paragrafi precedenti, una volta implementato il layout abbiamo rianalizzato il ciclo di lavoro tramite *flowchart*, la rianalisi è iniziata dopo un breve periodo dato agli operatori per ambientarsi alla nuova area.

Come nell'analisi del ciclo di lavoro riduttori, siamo andati a crearci una sintesi della *flowchart* dove vengono riportati i macro task con relativi tempi, dove riassume alcuni indicatori o KPI per noi importanti:

- il tempo standard;
- Macro fasi con relativi tempi che compongono il tempo di preassemblaggio e il tempo di assemblaggio;
- La saturazione delle stazioni identificate come A (premontaggi) B e C e D (stazioni della linea di assemblaggio del cambio vista) rispetto il takt time;
- La percentuale e il tempo delle fasi a valore (VA) e non valore (NVA) rispetto il rilievo fatto;
- I metri percorsi per l'assemblaggio del cambio.

Il procedimento dell'analisi è lo stesso utilizzato nei riduttori quindi riporteremo i dati rilevati per le famiglie dei cambi sulla tabella 6.2 seguente.

KPI	M200	M300	PL	
TEMPO STANDARD	224,23	227,19	273,82	
TEMPO STANDARD PREASSEMBLATI (min)	57,84	58,77	86,4	
TEMPO STANDARD ASSEMBLAGGIO CAMBIO (min)	166,39	168,42	187,42	
SATURAZIONE STAZIONI RISPETTO TAKT TIME	STAZIONE A	55,30%	56,20%	82,60%
	STAZIONE B	63,10%	62,40%	59,60%
	STAZIONE C	56,00%	54,50%	57,50%
	STAZIONE D	40,00%	44,20%	62,20%
VA (min)	131,97	135,86	164,61	
NVA (min)	103,7	105,94	132,13	
HANDLING (mt)	384	426	549	

Tabella 6.2 – KPI TO BE cambi

Dalla tabella possiamo notare che la saturazione delle stazioni della linea di assemblaggio del cambio è bassa in quanto sono state che la suddivisione dei task nelle varie stazioni possa permettere di produrre fino 7 macchine/giorno per i modelli M200 e M300 e 6,5 macchine al giorno per i modelli PL.

Possiamo inoltre notare che le fasi a VA sono superiori alle fasi a NVA in termini percentuali le fasi a VA sono superiori al 55% nei tre modelli analizzati.

### 6.5.3 Bilanciamento nel caso in esame

Con la revisione del layout si sono raggruppati i mezzi produttivi all'interno di una medesima area o postazione che possiamo quindi considerare una "cella di lavorazione", autosufficiente all'assemblaggio di determinate famiglie di prodotti. In quest'ottica, possiamo considerare ogni area da bilanciare come una cella con Group Technology.

Prima di procedere con il calcolo svolto, è doveroso tenere a mente le seguenti considerazioni:

- La linea principale "tira" le linee alimentatrici in ottica *Just-in-Time*, richiedendo i componenti impiegati ad ogni takt time;
- Ogni linea secondaria assembla differenti modelli dello stesso subassemblato (mixed-model);
- Il tempo di setup è trascurabile in quanto i prodotti dei diversi modelli sono assemblati utilizzando le stesse attrezzature;
- Il model mix è conosciuto con un certo grado di incertezza;
- Il sovraccarico di una stazione in presenza di taluni modelli è compensato destinando ad essa un numero di operatori maggiore (outsourcing);
- Ogni operatore sia capace di svolgere qualsiasi fase di lavoro all'interno di questa cella di lavoro, sarà compito del team leader addestrare le persone del reparto a svolgere ogni stazione così da permettere anche la rotazione del personale (*job rotation*).

Essendo la linea principale cadenzata (*paced*), si è deciso di bilanciare le aree tenendo conto anche qui del *takt time* affinché la linea sia alimentata nel momento giusto con la quantità giusta, evitando sprechi quali tempi morti e sovrapproduzione.

Considereremo il takt time come fin qui considerato cioè di 104,5 min/pezzo, dalle sintesi delle flowchart della situazione to be vista precedentemente abbiamo creato una tabella dove vengono raggruppati tutti i macro task con relativi tempi dei cambi e riduttori, questo ci permette di trovare il numero di operatori necessari la saturazione delle stazioni e la saturazione degli operatori.

Andremo ora mostrare i valori riscontrati nelle 3 famiglie analizzate.

Nel caso della famiglia M200 possiamo estrarre questi valori come si può vedere dalla tabella 6.3.

SUB ASSEMBLY					MAIN ASSEMBLY								
Nr	Assembly	Description	Time	Stazione	Operatore	Nr	Assembly	Description	Time	Stazione	Operatore		
Total Time Sub Assembly					85,11	Total Time Main Assembly					251,73		
Final Drive					27,28	Final Drive					85,33		
Gear Box					57,83	Gear Box					166,39		
1	Final Drive	PRM ALBERO (nr 2 per MT)	7,79	A	1	1	Final Drive	MTG RIDUTTORE (nr 2 per MT)	85,33	B	2		
2	Final Drive	PRM ASSE RUOTA (nr 2 per MT)	14,21	A	1	2	Gear Box	MTG ALBERO PRIMARIO	14,20	D	3		
3	Final Drive	PRM CORONA (nr 2 per MT)	5,28	A	1	3	Gear Box	MTG ALBERO AUSILIARIO	20,83	D	3		
4	Gear Box	PRMTG ALBERO PRIMARIO	1,41	C	1	4	Gear Box	MTG DIFFERENZIALE	3,46	D	3		
5	Gear Box	PRMTG ALBERO SECONDARIO	7,65	C	1	5	Gear Box	MTG ALBERO SECONDARIO	25,33	D	3		
6	Gear Box	PRMTG ALBERO AUSILIARIO	6,36	C	1	6	Gear Box	RINTRACCIABILITA'	2,18	D	3		
7	Gear Box	PRMTG DIFFERENZIALE	11,83	C	1	7	Gear Box	MTG FORCELLE/ALBERINI	17,12	E	3		
8	Gear Box	PRMTG COPERCHIO CAMBIO	15,40	C	1	8	Gear Box	MTG SUPP.FRENI S/DX	14,08	E	4		
9	Gear Box	PRMTG MOTORE IDROST.	5,63	C	1	9	Gear Box	MTG SUPP.FRENO STAZ.	6,44	E	4		
10	Gear Box	PRMTG STAFFE ANCOR.	2,88	C	1	10	Gear Box	MTG SUPP.MOTORE IDROSTATICO	12,10	E	4		
11	Gear Box	PRMTG SUPP.PINZE FRENO SERV.	5,44	C	1	11	Gear Box	MTG COPERCHIO	8,78	E	4		
12	Gear Box	PRMTG SUPP.FRENO STAZ.	1,23	C	1	12	Gear Box	MTG.FRENI S/DX	18,68	F	4		
13						13	Gear Box	COLLAUDO/FLUSSAGGIO	10,46	F	4		
14						14	Gear Box	MTG MOTORE IDR.	7,86	F	4		
15						15	Gear Box	MOVIM.CARRELLO	4,86	F	4		

Tabella 6.3 – tempi complessivi M200

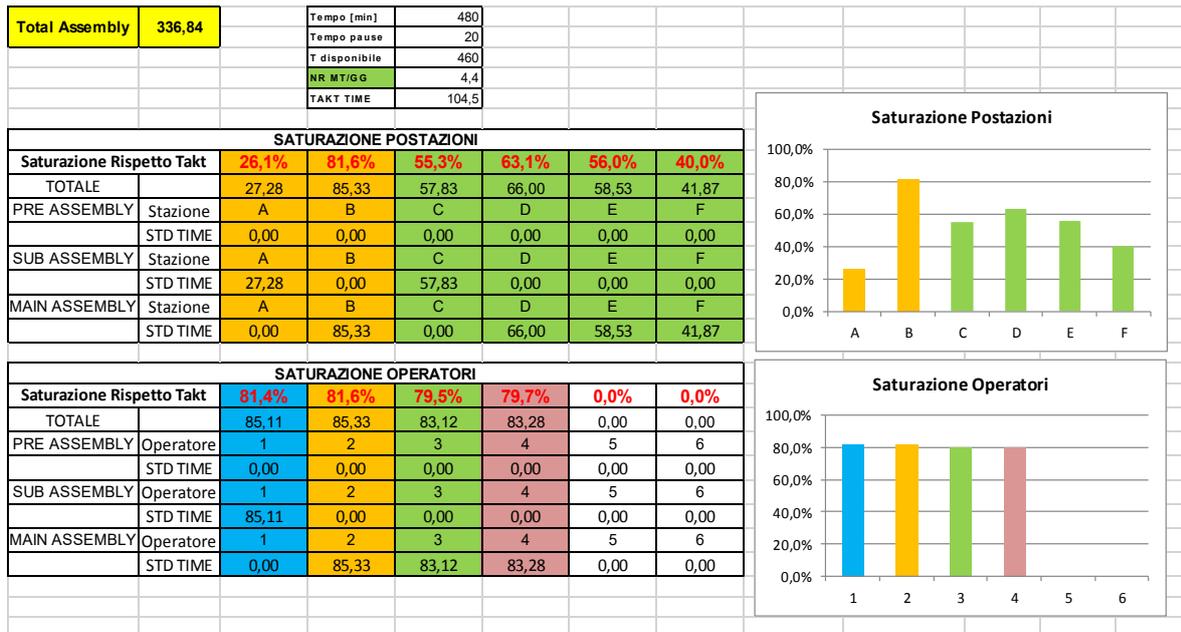


Tabella 6.4 – saturazione M200

Per prima cosa possiamo ricavarci il numero di operatori come:

$$\text{Numero operatori} = \frac{\text{Tempo ciclo totale}}{\text{Takt Time}}$$

In questo caso numero operatori è il tempo del total assembly cioè 336,84 che si può vedere nella tabella 6.4 diviso il takt time di 104,5.

Il numero di operatori è 3,2 che arrotondiamo per eccesso a 4.

Una volta calcolato il numero di operatori (chiamati in questo caso 1,2,3,4) abbiamo associato a ognuno di loro le macro fasi da svolgere e bilanciato le attività che ogni operatore deve svolgere con il risultato di avere una saturazione intorno 80% rispetto il takt time per ogni operatore come si può vedere dal grafico della tabella 6.4.

Per quanto riguarda la stazione dove chiameremo:

- A= stazione premontaggi riduttori
- B= stazione parallela montaggio riduttore
- C= stazione premontaggio cambio
- D= 1° stazione linea cambio
- E= 2° stazione linea cambio
- F= 3° stazione linea cambio

Essendo già stato stabilito su ogni stazione quali fasi si assemblaggio si svolge e sapendo anche i tempi associati a quelle fasi possiamo vedere quanto la stazione è saturata rispetto il takt time, in questo caso le stazioni possiamo considerarle dissature come vediamo dal grafico nella tabella 6.4.

Attenzione alla stazione B dove viene considerata solo una delle due stazioni parallele, possiamo utilizzare in questa famiglia di prodotto solo una delle due stazioni parallele perché riusciremo lo stesso rispettare il takt time.

La mancata saturazione è conseguenza che le stazioni per questo modello di macchina considerato sono state studiate in modo da permettere di arrivare a produrre fin 7 macchine al giorno arrivando a produrre con il ritmo di produzione takt time a 65,7 min/pez.

Nel caso della famiglia M300 abbiamo ricavato questi valori che costituiscono i tempi delle macro fasi dell'assemblaggio del cambio e dei riduttori della famiglia M300, possiamo vedere quanto detto nella tabella 6.5

SUB ASSEMBLY					MAIN ASSEMBLY						
Nr	Assembly	Description	Time	Stazione	Operatore	Nr	Assembly	Description	Time	Stazione	Operatore
Total Time Sub Assembly			86,05			Total Time Main Assembly			253,75		
Final Drive			27,28			Final Drive			85,33		
Gear Box			58,77			Gear Box			168,42		
1	Final Drive	PRM ALBERO (nr 2 per MT)	7,79	A	1	1	Final Drive	MTG RIDUTTORE (nr 2 per MT)	85,33	B	2
2	Final Drive	PRM ASSE RUOTA (nr 2 per MT)	14,21	A	1	2	Gear Box	MOVIM.CARRELLO 1	2,62	D	3
3	Final Drive	PRM CORONA (nr 2 per MT)	5,28	A	1	3	Gear Box	RINTRACCIABILITA'	2,40	D	3
4	Gear Box	PRMTG ALBERO PRIMARIO	1,45	C	1	4	Gear Box	MTG ALBERO PRIMARIO	14,30	D	3
5	Gear Box	PRMTG ALBERO SECONDARIO	7,29	C	1	5	Gear Box	MTG ALBERO AUSILIARIO	16,84	D	3
6	Gear Box	PRMTG ALBERO AUSILIARIO	5,95	C	1	6	Gear Box	MTG ALBERO SECONDARIO	24,47	D	3
7	Gear Box	PRMTG DIFFERENZIALE	10,70	C	1	7	Gear Box	MTG COMPL.DIFFERENZIALE	4,64	D	3
8	Gear Box	PRMTG COPERCHIO CAMBIO	15,31	C	1	8	Gear Box	MOVIM.CARRELLO 2	1,31	E	3
9	Gear Box	PRMTG MOTORE IDROST.	5,37	C	1	9	Gear Box	MTG FORCELLE/ALBERINI	18,09	E	3
10	Gear Box	PRMTG STAFFE ANCOR.	2,42	C	1	10	Gear Box	MTG COPERCHIO	11,51	E	4
11	Gear Box	PRMTG SUPP.PINZE FRENO STAZ.	6,04	C	1	11	Gear Box	MTG SUPP.MOTORE IDR.	8,80	E	4
12	Gear Box	PRMTG PINZE FRENI DX	2,01	C	1	12	Gear Box	MTG SUPPORTO PINZA FRENO STAZ.	9,35	E	4
13	Gear Box	PRMTG PINZE FRENI SX	2,23	C	1	13	Gear Box	FRENO STAZ.+ PINZA	7,91	E	4
14						14	Gear Box	MOVIM.CARRELLO 3	0,75	F	4
15						15	Gear Box	MTG FRENO DX	13,85	F	4
16						16	Gear Box	MTG FRENO SX	7,30	F	4
17						17	Gear Box	MTG TUBI IDRAULICI FRENI	4,16	F	4
18						18	Gear Box	COLLAUDO CAMBIO	11,80	F	4
19						19	Gear Box	MOTORE IDROSTATICO	8,35	F	4

Tabella 6.5 – tempi M300

Come nel caso precedente tramite questi dati ci siamo calcolati il numero di operatori cioè 4 e la saturazione delle stazioni e degli operatori come possiamo vedere nella tabella seguente 6.6.

I valori ricavati per la saturazione delle stazioni sono simili alla famiglia precedentemente analizzata e possiamo considerare anche in questo caso che le stazioni sono studiate in modo da poter produrre 7 macchine al giorno.

Per quanto riguarda la saturazione degli operatori abbiamo valori che sono di poco superiori al 80% quindi considerati dal team come valori ottimali.

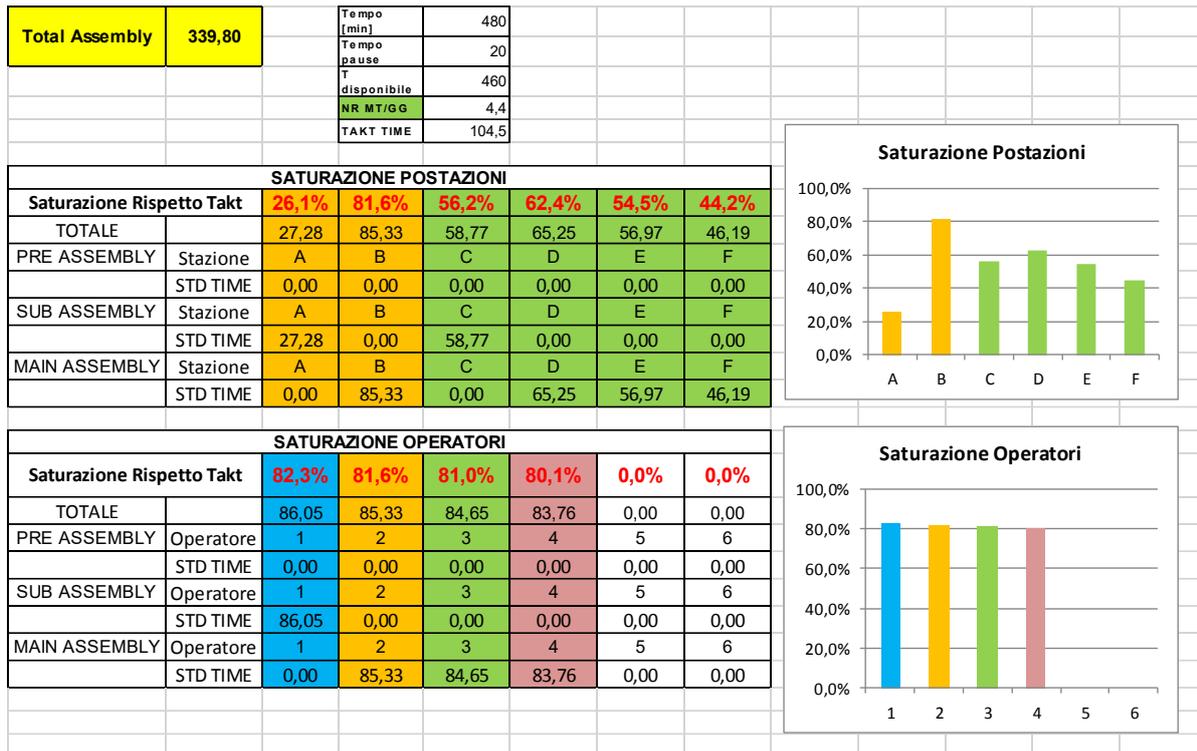


Tabella 6.6 – saturazione M300

L'ultima famiglia analizzata è la famiglia PL, essendo la prima fase simile ai precedenti andremo solo mostrare i dati riguardanti la saturazione (tabella 6.7).

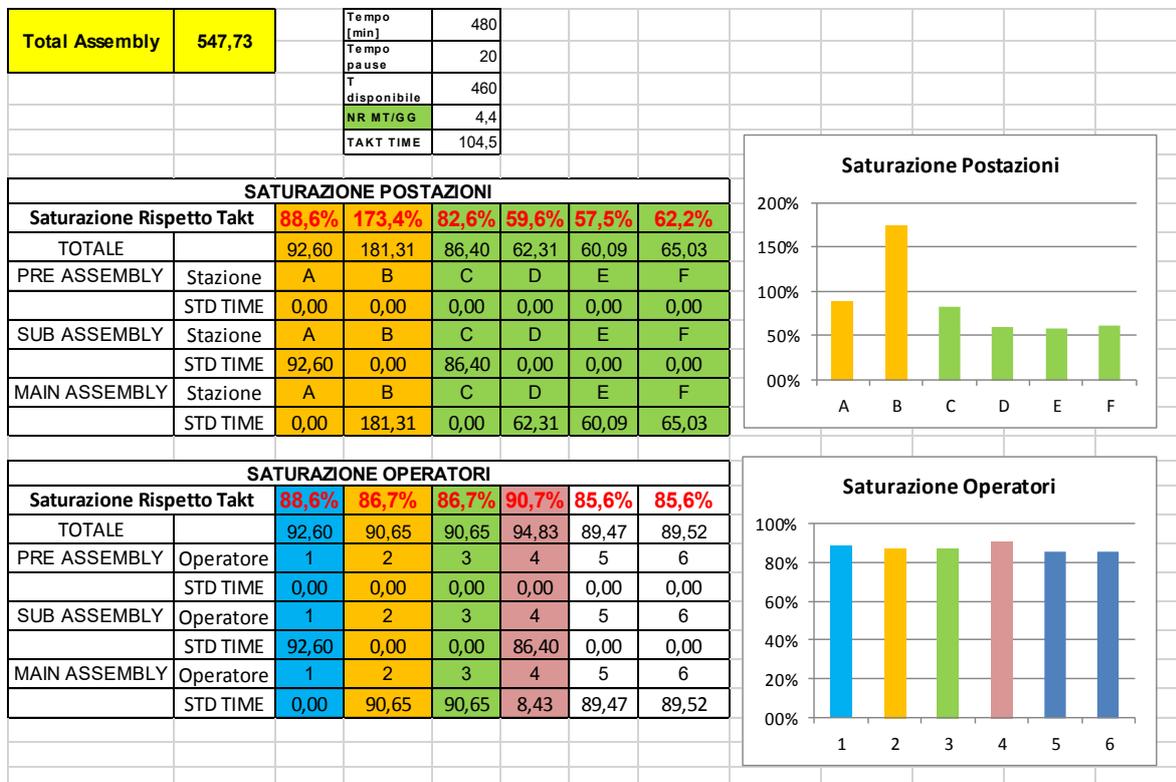


Tabella 6.7 – saturazione PL

In questo il carico di lavoro di questa famiglia di prodotto è maggiore rispetto le altre infatti il tempo totale di assemblaggio è 547,73 minuti, questo comporterà ad un maggiore numero di operatori che è uguale a 6 per garantire la quantità giornaliera di prodotti finiti.

Possiamo notare per quanto riguarda la saturazione delle stazioni le stazioni dei riduttori cioè A (stazione di premontaggio dei riduttori) e B (stazione di assemblaggio riduttore) sono sature o sovrasature da considerare che la stazione B è una stazione parallela quindi non sarà un collo di bottiglia, in questo caso il tempo ciclo sarà doppio.

Per quanto riguarda la saturazione delle stazioni dell'area cambi si può notare che la stazione C di premontaggio è satura le altre stazioni D, E ed F sono scariche in quanto come spiegato nei paragrafi precedenti per questa famiglia di prodotto la si è studiata in modo da poter produrre 6,5 macchine al giorno, in questo caso però la stazione di premotaggio diventerebbe satura ma sarebbe compensata con un numero di operatori maggiori (outsourcing) in quanto le stazioni di premontaggio permettono di lavorare in più persone contemporaneamente.

Una volta associati i macro task a ogni operatore deve fare abbiamo ricavato valori di saturazione degli operatori tra 85-90%.

## **6.6 Risultati**

Attraverso lo studio effettuato è stato possibile il raggiungimento di obiettivi quali:

- Riduzione e ottimizzazione degli spazi;
- Razionalizzazione dei flussi logistici interni;
- Riduzione della movimentazione del materiale;
- Avvicinamento del materiale al punto di utilizzo;
- Riduzioni spostamenti operatore;
- Miglioramento del processo produttivo;
- Miglioramento dell'ergonomia;
- Promozione delle attività e iniziative di *continuous improvement*;
- Riduzione Lead time;
- Bilanciamento delle fasi lavorative;
- Riduzione attività NVA.

### **6.6.1 Risparmi ottenuti**

Per vedere i risparmi conseguibili abbiamo creato una tabella (tab. 6.8) che mostra un confronto tra i KPI estratti dalle flowchart dei modelli analizzati dello stato attuale e dello stato futuro.

KPI TARGET	RIDUTTORE PICCOLO			RIDUTTORE GRANDE			CAMBIO M200			CAMBIO M300			CAMBIO PL		
	BEFORE	AFTER	%	BEFORE	AFTER	%	BEFORE	AFTER	%	BEFORE	AFTER	%	BEFORE	AFTER	%
LEADTIME (min.)*	65,57	56,31	<b>-14,12</b>	154,05	136,96	<b>-11,09</b>	259,75	224,23	<b>-13,67</b>	256,21	227,19	<b>-11,33</b>	316,15	273,82	<b>-13,39</b>
HANDLING (mt.)	289	129	<b>-55,36</b>	701	328	<b>-53,21</b>	852	384	<b>-54,93</b>	797	426	<b>-46,55</b>	1183	549	<b>-53,59</b>
PRODUCTIVITY (machine/day)	6	7	<b>16,67</b>	4	5	<b>25,00</b>	5,5	7	<b>27,27</b>	5,5	7	<b>27,27</b>	4,5	6,5	<b>44,44</b>
VA (min.)	33,06	33,24	<b>0,56</b>	96,92	93,54	<b>-3,49</b>	116,52	131,97	<b>13,26</b>	119,05	135,86	<b>14,12</b>	139,38	164,61	<b>18,10</b>
NVA (min.)	30,51	30,25	<b>-0,85</b>	73,12	68,09	<b>-6,88</b>	161,29	103,70	<b>-35,71</b>	139,75	105,94	<b>-24,19</b>	209,58	132,13	<b>-36,95</b>

Tabella 6.8 – confronto AS IS TO BE

Possiamo vedere che il Lead Time è diminuito tra il 14% e l'11% questo grazie alla riorganizzazione delle aree di lavoro e implementazioni effettuate nel nuovo Layout.

La nuova modalità di approvvigionamento del materiale e il nuovo processo produttivo ha ridotto i metri percorsi dall'operatore come si può vedere la riduzione dei metri percorsi sono tra il 46% a il 55%. La riduzione dei metri percorsi ha comportato la riduzione anche delle attività a NVA le quali maggiormente erano costituite da trasporti, inoltre le nuove procedure produttive e la riorganizzazione del layout ha contribuito ad eliminare o ridurre alcune fasi a NVA e ad aumentare le fasi a VA.

La riduzione del Lead Time e il nuovo procedimento produttivo ha portato ad un aumento della produttività.

Un ulteriore miglioramento si è avuto con il nuovo procedimento produttivo dei riduttori dove è possibile fare il riempimento di olio prima che il componente venga verniciato, questo ha comportato la riduzione del tempo di assemblaggio dell'assale anteriore di rispettivamente 5 minuti per i modelli M200 e M300 e di 8 minuti per modelli PL.

### 6.6.2 Bilancio Manodopera

La redistribuzione degli operatori impiegati precedentemente e il bilanciamento delle aree, con conseguente riassegnazione dei *tasks* nelle aree, hanno reso possibile una riduzione della manodopera necessaria e hanno portato all'aumento della saturazione degli operatori.

		<i>saturazione lavoratori</i>							
AREA	TIPO	M200		M300		PL		Minutes Available	480
		AS IS	TO BE	AS IS	TO BE	AS IS	TO BE	Minutes Break	20
CAMBI	PRMTG (N° WORKER)	1	0,7	1	0,7	1	1	Minutes Profits	460
	MTG (N° WORKER)	2	2	2	2	3	2		
	TOT.	3	2,7	3	2,7	4	3	NR MT/GG	4,4
RIDUTTORI	PRMTG (N° WORKER)	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	1	TAKT TIME	104,5
	MTG (N° WORKER)	1,5	1	1,5	1	2,5	2		
	TOT.	2	1,3	2	1,3	3	3		
TOTALE (N° WORKER)		5	4	5	4	7	6		
SATURAZIONE(%)		62,2%	80,6%	61,6%	81,3%	64,3%	87,3%		

Tabella 6.9 – sintesi bilanciamento

Dalla tabella 6.9 si evince che a seguito del re-layout per ogni modello analizzato abbiamo l'equivalente di un operatore che può essere assegnato allo svolgimento di altre funzioni.

Di conseguenza, la saturazione degli operatori coinvolti nel bilanciamento aumenta, diminuendo così tempi morti e di inattività. Nella tabella riassuntiva qui esposta, possiamo vedere il miglioramento relativo ad ogni modello in termini di saturazione.

Da considerare che i valori riscontranti sono nel caso la produzione sia di 4,4 mietitrebbie al giorno cioè con un takt time di 104,5 minuti a macchina.

### 6.6.3 Saving m2

Vediamo ora nel dettaglio a quanto ammonta la superficie occupata nella situazione attuale e situazione futura vedi tabella 6.10.

	FLOOR SPACE UTILISATION (sqm)			
	BEFORE	AFTER	RISPARMIO	%
AREA RIDUTTORI	117,6	113	4,6	-3,91
AREA CAMBI	121,3	89	32,3	-26,63
CORRIDOIO	52	30,5	21,5	-41,35
TOTALE	290,9	232,5	58,4	-20,08

Tabella 6.10 - Saving

Dalla tabella possiamo notare inoltre lo spazio totale liberato per utilizzi futuri che ammonta a 290,9 metri inoltre possiamo notare una ottimizzazione degli spazi in quanto si ha un risparmio di metri quadri con il relayout e possiamo inoltre vedere la corrispondente percentuale relativa a tale risparmio.

Quindi concludendo, la differenza tra lo spazio totale liberato e quello che si va ad occupare determina il *saving* per l'azienda in termini di superficie utilizzabile, che in questo caso ammonta a circa 58,4 m2 ( $290,9 - 232,5 = 58,4$  m2).

## 6.6.4 Valutazione Economica

Si è fatta una stima quantitativa di massima del costo che ha comportato lo spostamento e apportate le implementazioni previste al nuovo layout.

						
DESCRIZIONE	SUPPLIER	INTERNAL				TOTAL COST
	Mat.+M.d.o.(€)	Materials (€)	M.d.O. (€)	TOTAL €	Who?	
<b>INSTALLATION</b>						
Didding n.4 Hole and put concret	€ 6.300	€ 198	€ 1.200	€ 1.398	Maintenance	€ 9.096
Main Electrical Installation						€ 0
Electrical installation	€ 23.000					€ 23.000
Oil installation	€ 2.000	€ 100				€ 8.600
Air compress installation			€ 3.200	€ 3.300	Maintenance	€ 0
Jigs installation						€ 0
Rent Platform	€ 765					€ 765
						€ 0
<b>MOVING AREA</b>						
Kit Racks Repack	€ 8.148		€ 3.600	€ 3.600	Logistic/Manufact	€ 15.348
Moving Small tooling			€ 7.200	€ 7.200	Manufacturing	€ 14.400
Update Tooling (color ect.)					Manufacturing	€ 0
Moving Press					Maintenance	€ 6.400
Moving Cab		€ 200	€ 3.200	€ 3.200	Maintenance	€ 0
Assembling line					Maintenance	€ 0
Coloring Flow	€ 400					€ 400
						€ 0
						€ 0
<b>NEW TOOLING</b>						
New Benchworks for Gear Boxes		€ 480	€ 1.200	€ 1.680	Tooling	€ 3.360
New Trollies (Gear Boxes)		€ 912	€ 900	€ 1.812	Tooling	€ 3.624
New Carts for Trollies (Gear Boxes)		€ 480	€ 1.200	€ 1.680	Tooling	€ 3.360
New Trollies x Final Drives		€ 360	€ 450	€ 810	Tooling	€ 1.620
New Carts x Final Drives		€ 390	€ 600	€ 990	Tooling	€ 1.980
New Rail	€ 432			€ 0		€ 432
Non-slip Mats	€ 360			€ 0		€ 360
						€ 0
<b>TOTAL COST</b>	<b>€ 41.405</b>	<b>€ 3.120</b>	<b>€ 22.750</b>	<b>€ 25.670</b>		<b>€ 92.745</b>

Tabella 6.11 - stima dei costi da sostenere per il re-layout

La breve valutazione fatta tiene conto esclusivamente degli interventi necessari per la realizzazione fisica del progetto la cifra complessiva è di 92745 € con il quale si è concretizzato il re-layout.

## 6.6.5 Introduzione concetti APS (AGCO Production System)

Durante il progetto si sono introdotti le logiche lean all'interno dei propri cicli produttivi, è stato utile evidenziare e introdurre nelle aree analizzate, quelli che sono gli elementi fondanti questo approccio, denominato APS (AGCO Production System):

- 5S+1
- LDMS (Lean Daily Management System)
- Standard Work

- TPM (Total Productive Maintenance)
- Riduzione dei set-up
- PFEP (Plan For Every Part)
- Training

#### **6.6.5.1 5S + 1**

Oltre alle 5S descritte nel capitolo 2 (Seiri, Seiso, Seiketsu, Seiton, Shitsuke) ve ne è stata aggiunta una sesta, da qui l'appellativo 5S+1. Questa ulteriore "S" rappresenta il concetto di sicurezza, aspetto fondamentale per l'azienda in quanto solamente attraverso la garanzia di un posto di lavoro sicuro si può ottenere un'efficienza maggiore. É indubbio infatti che tanto più un operatore si muove in un ambiente privo di pericoli, tanto maggiore sarà la sua soddisfazione e la fiducia verso l'azienda, risultato che porta conseguentemente l'operatore a lavorare nelle condizioni di lavoro Ottimali.

#### **6.6.5.2 LDMS**

Si tratta di uno strumento attraverso il quale le persone si confrontano quotidianamente su temi inerenti a problematiche che sono state riscontrate durante le fasi operative.

Grazie alla standardizzazione degli strumenti di analisi e alla natura verticalizzata del LDMS, è possibile coinvolgere il personale su più livelli, così da permettere la definizione delle problematiche a tutti gli organi competenti.

I meeting spaziano sia dal un punto di vista temporale che da quello delle figure aziendali: sin dall'inizio della giornata lavorativa e a partire dalle figure a più basso livello si tengono degli LDMS, i risultati dei quali vengono riportati in ulteriori LDMS in cui gli organi partecipanti hanno competenze superiori, e così si ripete lungo la mattinata fino giungere al LDMS tra i responsabili del plant produttivo.

A questo punto a fronte delle problematiche evidenziate dai livelli più bassi vengono fornite delle risposte e delle soluzioni da parte degli organi con responsabilità maggiore, al fine di migliorare quotidianamente tutte le fasi produttive.

#### **6.6.5.3 6 sigma**

La denominazione 6 Sigma indica un programma di gestione della qualità attraverso il quale viene controllato lo scarto quadratico medio (comunemente chiamato appunto con la lettera greca sigma), al fine di soddisfare richieste ben precise da parte del cliente.

L'obiettivo è quello di ottenere uno scarto quadratico medio vicino a valori di 3,4 parti difettose per milione, creando così limiti stringenti per quanto riguarda la variabilità dei processi. Il concetto di riduzione della variabilità è strettamente legato allo scarto quadratico medio, o varianza: infatti in ambito statistico, analizzando la distribuzione gaussiana di

probabilità ed il suo andamento “a campana”, si nota che tanto più un processo risulta variabile tanto maggiore sarà la larghezza della relativa campana lungo l’asse delle ascisse.

#### 6.6.5.4 Inventory

Il ruolo di tale area dell’APS è quello di perseguire il miglioramento della gestione delle scorte attraverso strumenti quali l’adozione del Plan For Every Part (PFEP), la gestione a vista applicata ai processi

(Visual Management), la definizione del percorso del valore del prodotto (Value Stream Mapping (VSM)) e lo sviluppo della logica Pull anche attraverso l’utilizzo dei kanban.

Il PFEP si pone come obiettivo quello di rendere accessibili le informazioni relative ai materiali a tutti gli operatori del processo produttivo, in modo tale da semplificare notevolmente la gestione delle scorte. É infatti vero che molto spesso il personale debba compiere sforzi per reperire informazioni utili all’esecuzione del proprio compito in quanto tali informazioni non sono facilmente

rintracciabili; così facendo si vengono a creare spostamenti inutili delle persone che creano di conseguenza un alto livello di tasks a non valore aggiunto.

Attraverso il PFEP queste informazioni possono essere trovate con agilità ed in qualunque luogo, riducendo in maniera drastica gli sforzi superflui. Le motivazioni principali per cui è necessario

implementare il PFEP sono le seguenti:

- Elevati costi dovuti alle attività di travaso;
- Contenitori non ottimizzati ed elevata richiesta di handling;
- Elevato uso di carrelli elevatori;
- Supermarket non ottimizzato per le attività di picking;
- Presenza di mancanti dovuto al flusso di materiali;
- Materiale non sempre vicino al point of use.

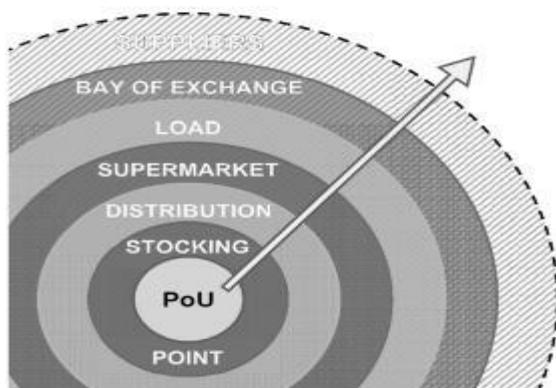


Figura 6.25 - Processo di analisi dei materiali

Il processo di cambiamento è radicale in quanto rende necessario il coinvolgimento di tutte le persone che compongono il processo, dagli operatori finali al fornitore dei componenti. Per ovviare alle problematiche appena elencate si introducono dei particolari contenitori che non sono più circolanti solamente all'interno dell'azienda, ma lungo tutto il loro ciclo operativo a partire dai fornitori fino al loro point of use. In questo modo è possibile abbattere le fasi di handling nel reparto accettazione dei materiali in ingresso, si riduce la fase di kitting in quanto i componenti arrivano già in numero corretto, si riducono notevolmente le movimentazioni di carrelli elevatori, utilizzate generalmente per il trasporto di grossi carichi ed ora non più necessarie dato che i contenitori hanno dimensioni e lotti minori, ed infine, proprio grazie alle dimensioni contenute, è possibile inserire i componenti più in prossimità del loro punto di utilizzo, diminuendo gli spostamenti degli operatori.

(VSM) Visual Management, obiettivo di questo strumento è evidenziare quelli che sono gli obiettivi da ottenere nel processo, focalizzando gli sforzi su quelli che sono i punti di miglioramento individuati. L'utilizzo di segnali visivi, oltre rende più veloce la circolazione di informazioni, permette soprattutto di identificare quelle che sono le condizioni che differiscono dal normale processo produttivo e permettere così una rapida azione correttiva. Questo strumento è particolarmente legato alle 5S, in quanto attraverso l'adozione di queste misure è possibile rendere il posto di lavoro più funzionale e reattivo alle situazioni straordinarie, andando così a migliorare quella che è la gestione delle aree.

## **6.7 Conclusioni**

La conclusione del seguente elaborato, frutto dell'esperienza di stage, riprende in parte la riflessione presentata nell'introduzione.

In un mercato sempre più competitivo e turbolento è fondamentale per un'azienda che miri all'eccellenza essere reattiva ai cambiamenti e sapersi adattare alle mutevoli condizioni che la circondano.

In particolare, le aziende controllate da gruppi esteri e multinazionali, sono continuamente e costantemente stimolate ad affrontare le sfide proposte dalle direzioni aziendali e a raggiungere in poco tempo gli obiettivi prefissati.

Modificare la cultura di un'organizzazione è un compito assai difficile, ma l'azienda in questione è riuscita a fare propri i principi della filosofia Lean, raggiungendo i risultati stabiliti e voluti da AGCO corporation.

Lo studio condotto ha permesso di individuare e comprendere le fasi progettuali proprie di un progetto di revisione di layout. L'analisi ha identificato le criticità che scaturiscono dalla modifica di alcune aree di lavoro, mostrando come non venga influenzato solamente il processo produttivo, ma anche e soprattutto il flusso di materiali e gli spazi necessari.

In particolare l'approvvigionamento dei materiali ha richiesto uno studio approfondito, tramite l'applicazione dei precetti del PFEP.

Anche l'analisi delle del layout e del processo produttivo si è rivelata un'attività indispensabile,

soprattutto vista la presenza di vincoli strutturali che limitano la libertà di progetto, infine, il bilanciamento delle aree esaminate è stato fondamentale poiché influenza non soltanto il montaggio ma anche le performance degli operatori.

Obiettivi raggiunti a seguito della realizzazione del progetto sono stati la riduzione degli spazi occupati, una migliore gestione dei materiali e un aumento di produttività.

Grazie all'adozione del PFEP si è raggiunta una migliore gestione dei materiali.

# Riferimenti

1. [https://it.wikipedia.org/wiki/Produzione\\_snella](https://it.wikipedia.org/wiki/Produzione_snella)
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](https://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing)
3. [https://it.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Production\\_System](https://it.wikipedia.org/wiki/Toyota_Production_System)
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Production\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Production_System)
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/Fordism>
6. <https://it.wikipedia.org/wiki/Fordismo>
7. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ford\\_Model\\_T](https://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_T)
8. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ford\\_Motor\\_Company#20th\\_century](https://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Motor_Company#20th_century)
9. [https://it.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Ford](https://it.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford)
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Ford](https://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford)
11. [https://it.wikipedia.org/wiki/Catena\\_di\\_montaggio](https://it.wikipedia.org/wiki/Catena_di_montaggio)
12. [https://it.wikipedia.org/wiki/Produzione\\_di\\_massa](https://it.wikipedia.org/wiki/Produzione_di_massa)
13. [https://en.wikipedia.org/wiki/Mass\\_production](https://en.wikipedia.org/wiki/Mass_production)
14. [https://en.wikipedia.org/wiki/Assembly\\_line](https://en.wikipedia.org/wiki/Assembly_line)
15. <https://it.wikipedia.org/wiki/Taylorismo>
16. [https://en.wikipedia.org/wiki/Taiichi\\_Ohno](https://en.wikipedia.org/wiki/Taiichi_Ohno)
17. <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>
18. <http://www.considi.it/lean-thinking/>
19. <http://www.organizzazioneaziendale.net/i-cinque-principi-della-lean-production/2157>
20. <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/principi/>
21. [http://www.artoflean.com/files/Basic\\_TPS\\_Handbook\\_v1.pdf](http://www.artoflean.com/files/Basic_TPS_Handbook_v1.pdf)
22. [http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/sette\\_sprechi.htm](http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/sette_sprechi.htm)
23. <http://www.umbertosantucci.it/i-7-sprechi-muda/>
24. <https://alyante.teamsystem.com/blog/lean-production/muda>
25. <https://www.makeitlean.it/lean-production-blog/lean-production-7-sprechi>
26. <http://www.ilmuleanodelcambiamento.it/lotta-agli-sprechi/i-sette-sprechi/>
27. [https://en.wikipedia.org/wiki/Muda\\_\(Japanese\\_term\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Muda_(Japanese_term))
28. [https://it.wikipedia.org/wiki/Muda\\_\(termine\\_giapponese\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Muda_(termine_giapponese))
29. <http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/muda.htm>
30. <http://leanvalley.eu/2010/03/986-glossario-muda-muri-mura/>
31. <http://www.encob.net/blog/2009/04/24/muda-muri-mura/>
32. <https://www.lean.org/lexicon/muda-mura-muri>
33. <https://www.lean.org/womack/DisplayObject.cfm?o=743>
34. <http://leanmanufacturingtools.org/71/muda-mura-and-muri-lean-manufacturing-wastes/>
35. <http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/muri.htm>
36. [https://en.wikipedia.org/wiki/Mura\\_\(Japanese\\_term\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Mura_(Japanese_term))

37. [https://en.wikipedia.org/wiki/Muri\\_\(Japanese\\_term\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Muri_(Japanese_term))
38. [https://it.wikipedia.org/wiki/Just\\_in\\_time\\_\(produzione\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Just_in_time_(produzione))
39. [http://www.treccani.it/enciclopedia/just-in-time\\_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/just-in-time_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/)
40. <http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/JIT.htm>
41. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>
42. [https://en.wikipedia.org/wiki/Value\\_stream\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/Value_stream_mapping)
43. <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/tecniche-di-supperto/vsm-value-stream-mapping/>
44. <http://www.valuestreammapping.it/index.html>
45. <https://it.wikipedia.org/wiki/Kanban>
46. <http://www.kanban.it/it/>
47. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/kanban.html>
48. <http://www.mokabyte.it/2013/12/AgileKanban/>
49. <http://www.encob.net/blog/2011/10/25/cosa-e-piano-per-ogni-parte-pfep/>
50. <https://www.lean.org/common/display/?o=2951>
51. <https://leancor.com/plan-for-every-part-consulting/>
52. [https://www.scl.gatech.edu/sites/default/files/downloads/gtscl-pfepwebinar\\_20170302.pdf](https://www.scl.gatech.edu/sites/default/files/downloads/gtscl-pfepwebinar_20170302.pdf)
53. [https://it.wikipedia.org/wiki/Overall\\_Equipment\\_Effectiveness](https://it.wikipedia.org/wiki/Overall_Equipment_Effectiveness)
54. [https://en.wikipedia.org/wiki/Overall\\_equipment\\_effectiveness](https://en.wikipedia.org/wiki/Overall_equipment_effectiveness)
55. <https://www.oeo.com/>
56. [http://www.leancompany.it/lean\\_tools/oeo.html](http://www.leancompany.it/lean_tools/oeo.html)
57. <http://www.organizzazioneaziendale.net/oeo-overall-equipment-effectiveness>
58. [https://it.wikipedia.org/wiki/Total\\_Productive\\_Maintenance](https://it.wikipedia.org/wiki/Total_Productive_Maintenance)
59. [https://en.wikipedia.org/wiki/Total\\_productive\\_maintenance](https://en.wikipedia.org/wiki/Total_productive_maintenance)
60. <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/tecniche-di-supperto/tpm-total-productive-maintenance/>
61. <http://jmaceurope.com/perche-jmac/metodologie-proprietarie/TPM-manutenzione-produttiva.php>
62. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/tpm.html>
63. <https://it.wikipedia.org/wiki/SMED>
64. <http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/smed.htm>
65. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/smed.html>
66. <http://www.linup.it/one/analisi-smed/>
67. <https://www.mitconsulting.it/la-metodologia-smed/>
68. <https://www.makeitlean.it/lean-production-blog/smed>
69. <https://www.leanproduction.com/smed.html>
70. <http://www.stampinews.it/lean-production-lo-smed-ovvero-larte-di-ridurre-le-perdite/>
71. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/heijunka.html>
72. <http://www.encob.net/blog/2009/12/07/cosa-e-heijunka/>

73. <https://www.makeitlean.it/lean-production-blog/heijunka-livellamento-della-produzione-just-in-time>
74. <http://qualitiamo.com/articoli/heijunka.html>
75. <https://it.wikipedia.org/wiki/Autonomazione>
76. <http://www.qualitiamo.com/miglioramento/jidoka/jidoka.html>
77. <http://www.andreacosentino.com/jidoka/>
78. <http://leanvalley.eu/2010/03/923-i-vantaggi-del-jidoka/>
79. <http://leanmanufacturingtools.org/489/jidoka/>
80. <https://it.wikipedia.org/wiki/Poka-yoke>
81. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/pokayoke.html>
82. <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/glossario/poka-yoke/>
83. [http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/poka\\_yoke.htm](http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/poka_yoke.htm)
84. <http://www.qualitiamo.com/miglioramento/poka%20yoke/metodologia.html>
85. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/takt-time.html>
86. [http://www.leancompany.it/lean\\_tools/takt\\_time.html](http://www.leancompany.it/lean_tools/takt_time.html)
87. <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/glossario/takt-time/>
88. [http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/takt\\_time.htm](http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/takt_time.htm)
89. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cellular\\_manufacturing](https://en.wikipedia.org/wiki/Cellular_manufacturing)
90. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/cellular-manufacturing.html>
91. <http://leansixsigmadefinition.com/glossary/cellular-manufacturing/>
92. <https://www.manufacturingterms.com/Italian/Cellular-Manufacturing.html>
93. [https://it.wikipedia.org/wiki/5S\\_\(metodologia\)](https://it.wikipedia.org/wiki/5S_(metodologia))
94. <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/tecniche-di-supporto/cinque-s/>
95. [http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/5\\_S.htm](http://www.lean-manufacturing.it/Italiano/5_S.htm)
96. <http://www.5-s.it/index.html>
97. <http://www.umbertosantucci.it/atlante/le-5-esse-della-qualita/>
98. <http://www.lumsa.it/sites/default/files/UTENTI/u261/BINI%20Sergio%20%282012%20b%29%20-%20IL%20MODELLO%20DELLE%20CINQUE%20ESSE%20%28articolo%20Tecnica%20P%20professionale%20n%2006%202012%29.pdf>
99. <http://www.alessandrolotto.com/metodo-a3/>
100. <http://www.deangeliprodotti.com/it/content/miglioramento-continuo-gli-a3-come-strumento-di-lean-thinking>
101. <http://www.encob.net/blog/2009/04/21/come-funzionano-gli-a3/>
102. <http://www.qualitiamo.com/approfondimento/strumento-A3.html>
103. [https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_di\\_Deming](https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo_di_Deming)
104. <https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>
105. <http://www.humanwareonline.com/project-management/center/ciclo-pdca-miglioramento-qualita/>
106. <http://www.umbertosantucci.it/pdca-plan-do-check-act/>
107. <https://it.wikipedia.org/wiki/DMAIC>
108. <https://en.wikipedia.org/wiki/DMAIC>

109. <http://www.qualitiamo.com/six%20sigma/ciclo%20dmaic.html>
110. <http://www.qualitiamo.com/approfondimento/dmaic-six-sigma.html>
111. <https://goleansixsigma.com/dmaic-five-basic-phases-of-lean-six-sigma/>
112. <http://www.agcocorp.com/about/agco-history.html>
113. <http://www.laverdaworld.com/it/azienda/storia>

# Bibliografia

Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso *Impianti Industriali*, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

Donini C., 2007, *Lean manufacturing*. Manuale per progettare e realizzare un'azienda snella, Franco Angeli, Milano.

Graziadei G., 2006, *Lean manufacturing. Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Hoepli.

Panizzolo R., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso *Gestione Snella dei Processi*, anno accademico 2016/2017, Università degli studi di Padova.

Patanè S., 1989, *Analisi dei tempi*, Istituto Piero Pirelli, Milano.

Patanè S., 1989, *Lo studio dei metodi*, Istituto Piero Pirelli, Milano.

Romano P., Danese P., 2006, *Supply chain management. La gestione dei processi di fornitura e distribuzione*, McGraw Hill, Milano.

Rother M., Harris R., 2001, *Creating continuous flow*, Lean Enterprise Institute, USA.

Rother M., Shook J., 1999, *Learning to see*, Lean Enterprise Institute, USA.

Slack N., Chambers S., Johnston R., Betts A., Danese P., Romano P., Vinelli A., 2007, *Gestione delle operations e dei processi*, Pearson, Italia

Womack J., Jones D., 1997, *Lean thinking. Come creare valore e bandire gli sprechi*, Guerini e associati, Milano