

# **POLITECNICO DI TORINO**

**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria della produzione industriale  
e dell'innovazione tecnologica**

**Tesi di Laurea Magistrale**

## **Trasformazioni lean per il Maintenance Repair Overhaul di prodotti aerospaziali**



**Relatore:**

**Prof. Maurizio Schenone**

**Candidato:**

**Josep Maria Espina Serra**

**Matricola 243215**

**Anno Accademico 2017/2018**

# Indice

<b>Introduzione .....</b>	<b>3</b>
1.1 United Technologies Corporation - UTAS <sup>5</sup> .....	5
1.2 Reparto MRO.....	6
1.2.1 <i>Layout MRO Torino</i> .....	9
1.2.2 <i>Prodotti in MRO</i> .....	13
1.2.3 <i>Il processo di una riparazione</i> .....	16
<b>2 Miglioria continua presso la UTC – ACE presso UTC .....</b>	<b>19</b>
2.1 Come lavora ACE .....	19
2.2 I principi della lean manufacturing: il Toyota Production System .....	20
<b>3 Documentazione della realtà .....</b>	<b>26</b>
3.1 Benchmarking.....	26
3.2 Gemba Walk .....	28
3.3 Kaizen .....	30
3.4 5S.....	31
3.5 Value Stream Mapping.....	32
3.6 Spaghetti Chart.....	36
3.7 Time Observations .....	37
<b>4 Lean Transformation .....</b>	<b>40</b>
4.1 MRO Benchmarking .....	40
4.1.1 <i>Prestazioni di Torino in confronto alle altre sedi di Actuation</i> .....	40
4.1.2 <i>Politica aziendale, Target OTD – DIH</i> .....	41
4.2 Progetti di trasformazione .....	42
4.2.1 <i>Kitting</i> .....	43
4.2.2 <i>Accelerazione del processo nel GATE 1</i> .....	54
4.2.3 <i>Automazione banchi di collaudo</i> .....	65
4.2.4 <i>Progetto 5s Banco attrezzi nel reparto Civile</i> .....	72
<b>5 Conclusioni.....</b>	<b>76</b>
<b>6 Ringraziamenti .....</b>	<b>78</b>
<b>7 Bibliografia.....</b>	<b>79</b>

## Introduzione

L'industria aeronautica è senza dubbio un settore in crescita. Per riuscire a mantenere la quota di mercato, le aziende che lavorano in questo campo devono affrontare di continuo problemi di natura tecnologica e logistica, ma soprattutto devono fare attenzione a soddisfare le richieste dei clienti in termini di qualità, quantità e tempistiche. Queste richieste, sempre più comuni nel settore, obbligano le aziende ad avere un sistema produttivo ad elevata flessibilità, quindi con la capacità di offrire multipli prodotti e servizi e ad alti volumi, assicurando anche tempi di consegna il più veloce possibili.

Con l'avvento della migioria continua, che punta al miglioramento del processo produttivo, cercando di ridurre il più possibile le inefficienze del processo come le attese, i buffer e in generale, tutto quello che implica un grado di spreco, l'utilizzo della lean manufacturing sembra di essere la soluzione più valida per essere allineato coi profitti e i desideri del cliente.

Questo tesi ha lo scopo di presentare un caso reale di trasformazione lean attraverso dei distinti progetti di migioria continua presso una azienda multinazionale, la United Technologies Corporation (UTC), appartenente al settore aeronautico, un campo molto flessibile che combina la produzione ad alta precisione con macchine a controllo numerico ed il lavoro manuale necessario per le lavorazioni più flessibili.

La tesi è organizzata nei seguenti quattro capitoli. Il primo capitolo descrive l'attività dell'azienda nel suo contesto generale ma anche nello specifico descrivendo l'attività del MRO, il dipartimento dove si sono concentrati i progetti di trasformazione che ho seguito. In questo capitolo si è contestualizzato il reparto di MRO nell'ambito della trasformazione lean e degli obiettivi da raggiungere.

Il secondo capitolo presenta in modo teorico il concetto dell'ACE (Achieving Competitive Excellence), con tutti i suoi strumenti. L'ACE è una filosofia molto integrata nella United Technologies Company, che è anche un ramo della filosofia della lean manufacturing.

Nel terzo capitolo, ancora in chiave teorica, si presenta il metodo in cui si documenta la realtà in un processo produttivo. Si presentano quindi tutti gli strumenti lean usati in tutte le compagnie che applicano la filosofia di produzione snella, abbozzando anche un profilo della situazione applicata all'attività del reparto di MRO.

Infine, nel quarto capitolo troviamo i diversi progetti di migioria continua svolti nel corso dei tre mesi di tirocinio presso la UTC. I progetti sono strutturati in modo da dare una visione generale della situazione prima e dopo della trasformazione così come una visione sul come si è svolto il progetto.

## Contesto aziendale e dell'attività

Questa tesi viene sviluppata a radice di un periodo di stage della durata di 500 ore presso Microtecnica Srl, azienda specializzata nelle lavorazioni meccaniche di precisione, fondata nel 1929 a Torino dall'ingegner De Rossi.

Durante la seconda guerra mondiale, la sua produzione era orientata soprattutto verso la realizzazione di strumentazione militare tra cui bussole, piloti automatici per aerei ed apparati guida per siluri.

Successivamente l'azienda Microtecnica diversifica la sua produzione oltre che nel campo militare, realizzando sistemi di attuazione elettromeccanica ed oleodinamica, anche nel campo civile, con la fabbricazione di strumentazione di precisione.

Nel 1983 viene acquisita dalla Hamilton Standard, entrando così a far parte della multinazionale United Technologies Corporation (UTC), situata nel Connecticut, Stati Uniti.

La multinazionale statunitense attualmente dà lavoro a 204.700 persone ed ha realizzato un fatturato di 60,2 miliardi di dollari nell'anno 2017. UTC è suddivisa principalmente in quattro unità di produzione:

- **UTC Aerospace Systems (UTAS)**<sup>1</sup>: è uno dei maggiori fornitori al mondo di prodotti aerospaziali e per la difesa oltre che essere un importante fornitore di programmi spaziali internazionali.
- **Otis**<sup>2</sup> è produttore e manutentore di prodotti per la movimentazione di persone, compresi ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili.
- **UTC Climate, controls & Security**<sup>3</sup> produce dei sistemi di sicurezza antincendio, sicurezza, automazione degli edifici, riscaldamento, ventilazione, sistemi di climatizzazione e servizi di refrigerazione che promuovono edifici più sicuri, intelligenti e sostenibili.
- **Pratt & Whitney**<sup>4</sup> progetta e produce motori per aeromobili, unità di potenza ausiliarie e di terra e piccoli prodotti di propulsione a turbogetto.

Per quanto riguarda UTAS, l'azienda produce sistemi e componenti per qualsiasi prodotto aerospaziale e di difesa sia per clienti militari che commerciali.

# UTAS BUSINESS UNITS



Figura 1 – Unità di business della multinazionale UTC Aerospace Systems

## 1.1 United Technologies Corporation - UTAS<sup>5</sup>

La società, con un fatturato di 14,7 miliardi di dollari (2017) impiega 40.000 persone in 21 paesi: (Australia, Canada, Francia, Germania, India, Indonesia, Irlanda, Italia, Giappone, Malesia, Messico, Marocco, Repubblica Popolare Cinese, Polonia, Federazione Russa, Singapore, Paesi Bassi, Turchia, Regno Unito, Stati Uniti ed Emirati Arabi Uniti).

Ad oggi si sta portando avanti l'acquisto dell'azienda aeronautica Rockwell Collins<sup>6</sup> da parte di UTAS per 30 miliardi di dollari per formare Rockwell Aerospace, inglobando ulteriori 30.000 impiegati circa, nella nuova corporazione.

In particolare, Microtecnica, fa parte dell'unità di produzione UTAS, rimanendo attiva nella produzione di componenti per il settore aerospaziale, soprattutto attuatori.

Microtecnica, attualmente, è suddivisa in 3 stabilimenti situati a Torino, Luserna San Giovanni e Brugherio, per un totale di circa 500 dipendenti e poco meno di 200 milioni di fatturato. In particolare, lo stabilimento di Torino è composto da diversi dipartimenti, principali e di supporto. Per quanto riguarda i primi, che provvedono all'assemblaggio di prodotti finiti, troviamo:

- **OEM (Original Equipment Manufacturer):** svolge attività di assemblaggio e di collaudo di diverse tipologie di attuatori. Questo reparto è diviso a sua volta in Low Runners (produzione a bassi volumi) e High Runners (produzioni ad alti volumi).

- **MRO (Maintenance, Repair and Operations):** si dedica alle attività di riparazione e revisione di componenti che si sono guastati o che hanno raggiunto il limite massimo di ore di volo ammesse.
- **Produzione Ariane:** si occupa dell'assemblaggio di valvole di regolazione per il razzo vettore Ariane 5 e Ariane 6.

Tra alcuni dei principali dipartimenti di supporto, invece, troviamo:

- **Engineering:** incaricato dello sviluppo dei prodotti, rendendoli più efficienti e sicuri, così da poter assicurare la continua domanda di clienti.
- **Qualità:** responsabile di assicurare che vengano rispettate tutte le normative durante l'intero processo di fabbricazione o riparazione delle unità.
- **Manutenzione:** si occupa di assicurare il corretto funzionamento e la conservazione dei macchinari presenti nell'azienda, affinché questi rispettino le normative di sicurezza e qualificazione.
- **Gestione degli acquisti:** svolge quelle mansioni atte ad assicurare le consegne del materiale necessario e che queste ultime avvengano nel tempo opportuno da parte dei fornitori.
- **Ufficio commerciale:** ricopre numerose mansioni principalmente finalizzate alla vendita. Gli obiettivi principali dell'ufficio commerciale sono l'acquisizione continua di nuovi clienti e la loro fidelizzazione.
- **Dipartimento ACE:** sebbene sia soprattutto focalizzato nei processi produttivi, il dipartimento ACE fa sì che l'intera azienda lavori con dei processi snelli riducendo così lo spreco.
- **Officina Meccanica:** è direttamente vincolata al supporto del processo produttivo e svolge lavorazioni meccaniche, termiche, elettroniche, galvaniche a richiesta dei clienti interni.

## 1.2 Reparto MRO

Il dipartimento su cui è focalizzata l'attività svolta durante il tirocinio è quello di Maintenance Repair Overhaul, MRO, che, come accennato in precedenza, si occupa della manutenzione e della riparazione dei componenti guasti dopo che il cliente ne ha già fatto uso. Occorre quindi prestare attenzione a non confondere il MRO con l'attività di Customer Relationship Management (CRM), la quale invece si occupa del servizio ai clienti che mandano indietro pezzi difettosi o potenzialmente difettosi.

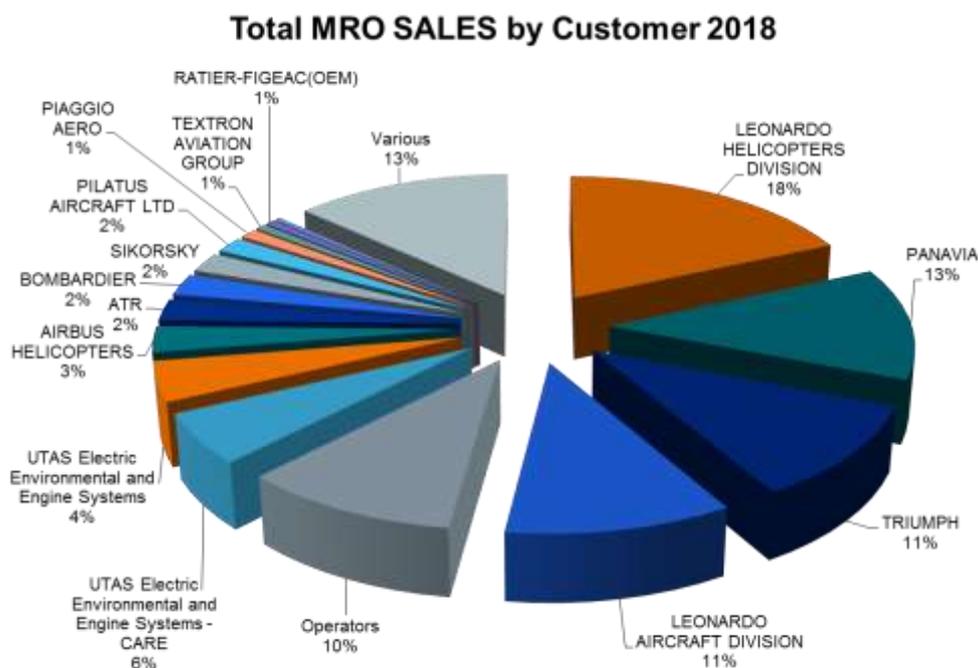


Figura 2 – Grafico a torta delle vendite a seconda il cliente per l'attività di MRO nel 2018

Il mercato di MRO a UTAS è un mercato in crescita ed è spesso condizionato al rapporto che si è creato nel business di nuovi prodotti tra l'azienda e il cliente. Pertanto, a volte conviene abbassare il prezzo dei nuovi prodotti per avere più opportunità di offrire servizi after market dove il margine è maggiore.

Per quanto riguarda UTAS Italia, i clienti principali sono Leonardo (sia per elicotteri che per velivoli), Panavia, Triumph Aerostructures, l'insieme di operatori di linee ed i clienti interni UTAS. Oltre ai principali, esistono anche tanti diversi clienti che compongono più di un venticinque per cento del fatturato.

L'attività del dipartimento di MRO a Torino si può classificare in funzione della tipologia di cliente e per la tipologia di prodotto. Come in quasi tutti i dipartimenti dell'azienda, l'attività classificata in funzione della tipologia di cliente viene suddivisa in due categorie: l'attività per clienti commerciali e l'attività per clienti militari.

Questa suddivisione viene fatta non soltanto perché i componenti da costruire per il cliente commerciale possono essere diversi da quelli da realizzare per il cliente militare, ma soprattutto perché le caratteristiche del mercato in quanto a tempistiche e regolamentazioni sono del tutto diverse nei due campi.

Mentre di solito i clienti commerciali desiderano un servizio molto più veloce, i clienti militari richiedono di seguire una regolamentazione specifica, richiesta dai diversi dipartimenti di difesa. Inoltre, è più frequente che i clienti militari mandino lotti di prodotti molto numerosi in intervalli di tempi lunghi mentre il materiale proveniente dal cliente civile si riceve più spesso ma in quantità minori.

Pertanto, il modo in cui viene gestita l'attività di riparazione dal dipartimento di MRO nel settore commerciale e militare si adatta e si sviluppa in funzione delle esigenze dei vari clienti.

Invece, per quanto riguarda la classificazione dell'attività di MRO secondo la tipologia di prodotto, possiamo trovare fino a trenta famiglie diverse. Ciò rende molto difficile avere uno standard di processo unico, in quanto i prodotti possono essersi guastati per tantissimi motivi diversi facendo sì che esistano tantissimi tipi di procedure per elaborare una riparazione.

Questo aspetto crea tanti vincoli nel reparto come ad esempio l'obbligo di avere un sistema di training continuo per gli operai per assicurarsi di non rimanere senza le risorse necessarie specializzate per l'elaborazione di specifiche riparazioni oppure il fatto di non poter creare uno standard di riparazione vincola il processo all'esperienza dell'operatore.

Per quanto riguarda la gestione dei fornitori, quella effettuata da MRO è particolare, in quanto il dipartimento ha dei fornitori interni ma anche dei fornitori esterni, pertanto bisogna coordinare due supply chain differenti. La supply chain che provvede all'acquisto da fornitori interni (OEM) è gestita direttamente da MRO. Invece, la seconda supply chain è vincolata da delle norme, in quanto i componenti provenienti dall'esterno non possono essere comprati direttamente dal dipartimento di MRO. Così, nel caso dell'acquisto da dei fornitori esterni occorre aggiungere uno step in più al processo, che necessariamente deve prima passare dai fornitori interni, e pertanto può comportare degli ulteriori turnbacks.

Il processo di MRO ha delle buone prospettive quando si parla del futuro. Si presume che la domanda di pezzi per riparazione sia in continua salita e quindi si prevede un maggiore ingresso per le vendite. Queste prospettive potrebbero permettere delle buone opportunità per investimenti che facciano crescere la capacità del processo e lo accelerino nelle zone di collo di bottiglia così da poter riuscire comunque a consegnare in tempo al cliente sebbene aumenteranno i volumi di lavoro.

### ***Risorse di supporto per MRO***

Il reparto di MRO è supportato dagli uffici situati vicino al reparto. Il personale di supporto consta di diciassette risorse, suddivise secondo diversi ruoli:

- supporto manageriale, costituito dal direttore e dal responsabile del reparto.
- planner, incaricato di stabilire l'ordine di lavoro in funzione delle precedenze, dovute alle diverse scadenze dei diversi contratti, ma anche in funzione delle risorse disponibili (personale, banchi di collaudo, shortages di componenti).
- buyer, incaricato di provvedere all'approvvigionamento dei beni e dei servizi necessari allo svolgimento dell'attività ed assicura la disponibilità dell'assortimento richiesto dei materiali e dei prodotti per l'azienda.
- contract administrator è incaricato di introdurre la documentazione dei pezzi sul sistema SAP (Systems, Applications and Products in data processing)<sup>7</sup>, creare gli ordini di lavoro, interpellare il cliente per chiarire dei dubbi sui documenti dell'unità o semplicemente richiedere informazioni mancati per poter lavorare il pezzo, segnalare le eventuali eccezioni del prodotto come ad esempio la richiesta di riparazione su garanzia da parte del cliente ed interpellare di nuovo il cliente per emettere la quotazione della riparazione del pezzo.
- magazziniere, si occupa della gestione pratica del magazzino provvedendo alla ricezione, allo stoccaggio ed alla spedizione dei pezzi.

Per ciascuno dei ruoli sopracitati, ad eccezione del ruolo manageriale e di quello dei magazzinieri, troviamo delle persone dedicate all'attività commerciale ed altre alla militare. Questa suddivisione è dovuta al fatto che, come abbiamo detto in precedenza, tutti gli step del processo di riparazione (che non siano relazionati al reale atto di riparazione in sé), quali ad esempio la preparazione della documentazione oppure gestione delle precedenze, sono molto diversi tra l'uno e l'altro tipo di attività, commerciale e militare. Pertanto, è necessario avere uno specifico grado di qualificazione ed esperienza per svolgere al meglio il lavoro nei due diversi ambiti.

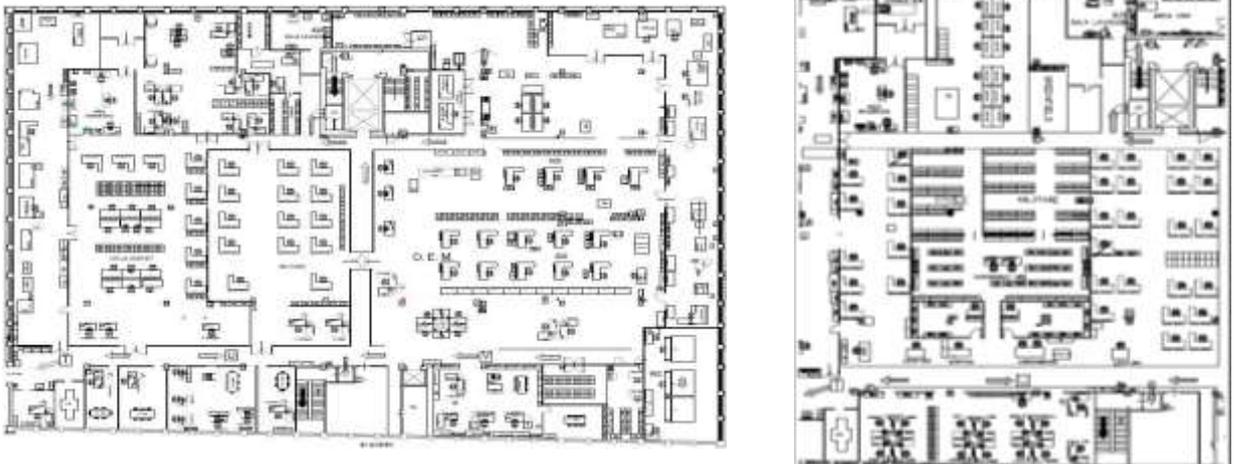
### **1.2.1 Layout MRO Torino**

Il dipartimento di migioria continua - ACE (Achieving Competitiveness Excellence) è incaricato di supportare il cambiamento nei diversi dipartimenti dell'azienda. Nel caso particolare del dipartimento di MRO, nei mesi precedenti allo svolgimento del tirocinio curriculare che ha portato a fare questa tesi c'è stato un gran livello di cambiamento dato che si è dovuto modificare interamente il layout di tutto il processo: dalla ricezione fino allo shipping, passando dal processo di riparazione ai processi di supporto del personale di officina.

In un primo momento, il layout comprendeva due postazioni di uffici, collocando al centro le postazioni per il lavoro operativo. Con il layout impostato in questo modo, erano necessarie ulteriori movimentazioni, email o chiamate per poter risolvere i vari problemi che accadevano nella giornata. Per poter di ridurre l'effetto di questi turnbacks, si è cercato di concentrare tutto il personale di supporto del MRO.

Per quanto riguarda la parte operativa, il vecchio layout era funzionale ma per niente visuale. Infatti, dal nuovo layout, si può percepire una separazione ben definita tra l'attività per l'aeronautica civile e l'aeronautica militare. (Vedere figura 4)

A causa delle pareti che separavano le aree, non era possibile avere una visuale della totalità del dipartimento da nessuna posizione, invece il nuovo layout è stato strutturato in maniera tale da permettere di vedere tutto il reparto con un colpo d'occhio grazie all'impiego di separatori di altezza 150cm. In questo modo, operatori, collaudatori, magazzinieri e responsabili hanno una vista più ampia che aiuta a svolgere meglio il loro lavoro.



*Figura 3 – Layout - Microtecnica - dipartimento MRO.*

*A sinistra, il Layout relativo all'anno 2017, a destra il Layout del 2018*

Il nuovo layout è stato disposto in modo da avere una separazione delle aree a seconda del punto del processo in cui ci si trova. Queste diverse separazioni del processo vengono chiamate Gate e ce ne sono un totale di tre.

- Gate 1: da quando il pezzo arriva in casa fino a che il pezzo viene messo nel magazzino WIP, dopo aver fatto il test iniziale e si è smontato il pezzo.

- Gate 2: da quando si riceve la lista dei componenti che servono per la riparazione del pezzo fino a quando non si emettono insieme al pezzo in questione dagli operatori di montaggio.
- Gate 3, dal montaggio al test finale, finitura, certificazione e shipping. Per entrambe le attività, civile e militare, troviamo gli stessi Gate con delle attività molto simili però possiamo vedere che sono ubicate in postazioni diverse. (Vedere figura 4)

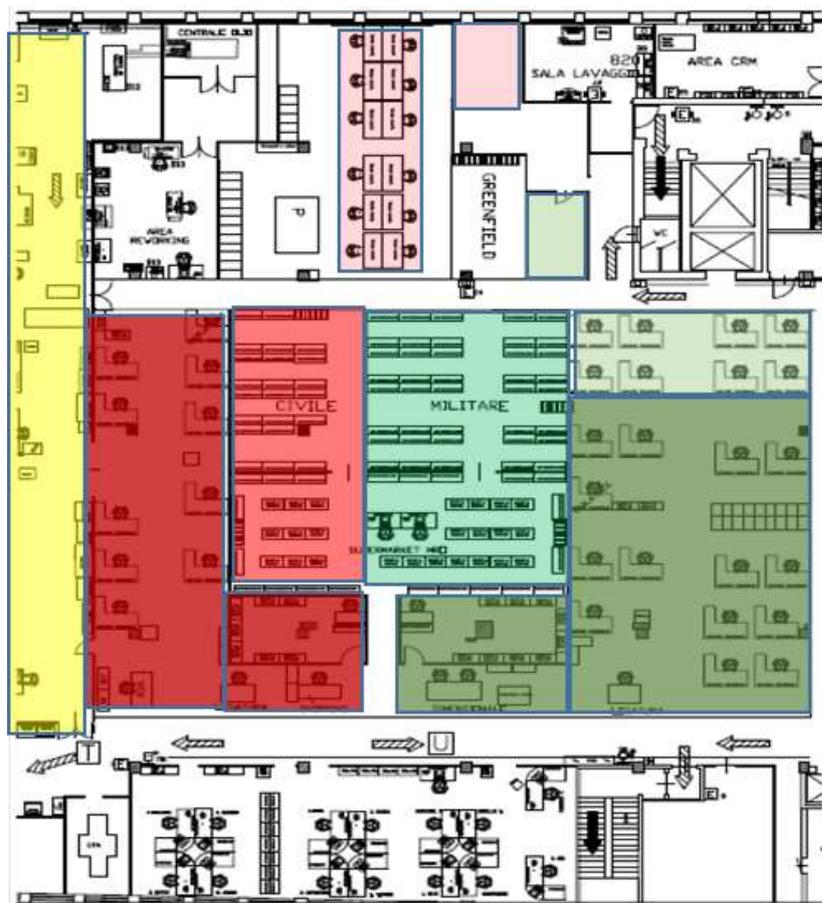


Figura 4 - Layout MRO Civile e Militare

Militare: Gate 1 (verde chiaro) Gate 2 (verde) Gate 3 (verde scuro)

Civile: Gate 1 (rosso chiaro) Gate 2 (rosso) Gate 3 (rosso scuro)

Altre postazioni che sono cambiate nel nuovo layout sono il magazzino di componenti e il magazzino delle parti ricevute. Per quanto riguarda il magazzino di componenti, adesso è situato in centro al reparto per poter inviare il materiale alle attività civili e militari indistintamente senza avere uno standard di lavoro diverso in funzione di quale sia il cliente interno. Invece, il magazzino di ricezione delle parti da riparare è stato spostato vicino all'ascensore e al monta carichi così da agevolare il

processo di induzione risparmiando del tempo che sarebbe stato impiegato altrimenti in maniera non produttiva a causa delle movimentazioni.

Questo cambiamento di layout ha avuto quindi un impatto nelle movimentazioni sia del materiale che delle risorse all'interno del dipartimento. Con le spaghetti-chart del vecchio ed attuale layout possiamo andare a confrontare la distanza che percorre il pezzo (*Vedi figura 5*). Quello su cui ci focalizziamo è l'osservazione della distanza di movimentazione del pezzo: risulta evidente che si sia accorciata non solo la distanza di movimentazione del pezzo ma anche quella delle risorse.

Successivamente, andremo a vedere come funziona nel dettaglio l'intero processo attraverso l'analisi dei diversi passi.



*Figura 5 - Spaghetti Chart. A sinistra relativo all'anno 2017, a destra al 2018*

Lo spaghetti chart, è uno strumento lean che fa vedere ad un colpo d'occhio il percorso che percorre un impiegato per la lavorazione di un'unità. In questo caso, abbiamo deciso di modificare il concetto di spaghetti chart per fare vedere, invece, il percorso che segue un'unità da riparare.

Come si può vedere nella figura 5, il percorso delle parti dal vecchio layout a quello attuale cambia abbastanza. In primis, le parti salgono ora dal punto opposto. Così, il processo iniziava, prima del cambiamento, dalla parte bassa dell'immagine ed ora lo fa dalla parte alta. La postazione dei banchi di collaudo si è rimasta uguale dovuto al fatto che i macchinari pesanti, essendo il dipartimento nel primo piano, devono essere vicino ai bordi della struttura. Così questi sono a sinistra in entrambi i layout.

Più avanti potremmo capire meglio come viene svolto il processo di riparazione di una unità però approfittando che ci troviamo davanti lo spaghetti chart attuale, immagine di destra, andiamo a vedere

come viene strutturato il processo dalla messa in piedi del nuovo layout: In azzurro vediamo il percorso che segue un pezzo civile mentre il verde è quello militare. Entrambi i tipi di pezzi vengono saliti dall'ascensore e stoccati nel loro rispettivo magazzino. Dopo passano alla parte di smontaggio (ogni tipo nella sua rispettiva locazione) per fare l'ispezione visiva. A continuazione si va in zona collaudo e si ritorna indietro ora si per svolgere il proprio smontaggio. La parte smontata si porta nella zona WIP dove aspetterà che gli operatori di montaggio liberi la portino nella zona di montaggio per ricostruire l'unità sostituendo vecchi componenti per alcuni di nuovi. Finalmente la parte si certifica in delle scrivanie vicine al corridoio e vengono stoccate nella zona di prodotti finiti.

Grazie a questo grande cambiamento nel layout della pianta del dipartimento di MRO, il tirocinio si svolge in una tempistica idonea per la messa in pratica di migliorie del processo di riparazione. Infatti, con l'introduzione di un nuovo layout del dipartimento, si possono trovare dei processi che ormai non danno valore aggiunto. Pertanto sulla base del nuovo layout della pianta, sono state ideati dei processi che eseguiti in un certo modo, diverso da come si faceva in precedenza, potrebbero facilitare il lavoro del cliente interno oppure dei processi che potrebbero accorciarsi in quanto a lead time se si realizzassero degli investimenti.

### **1.2.2 Prodotti in MRO**

Di seguito, verranno elencati diversi esempi di prodotti di cui elaboriamo riparazioni sia per la parte militare che per la parte civile. Oltre alla suddivisione dei prodotti secondo la loro classifica civile o militare, viene elencata anche la suddivisione secondo il cliente.

È importante ricordare che possiamo trovare lo stesso tipo di prodotto per clienti civili che per clienti militari.

#### ***Prodotti Civili***

Per quanto riguardano i prodotti civili, nel dipartimento di MRO di Torino, principalmente vengono trattate quattro tipologie di prodotti: i martinetti, le valvole e le servo-valvole, le unità di potenza per il flap ed i sistemi RAT (Ram air turbine).

- **Martinetti**

I martinetti sono il prodotto che hanno maggior volume nel reparto civile. I clienti principali sono tre produttori di velivoli: Embraer, Cessna e Learjet, che richiedono delle riparazioni per i suoi diversi tipi di aerei e di conseguenza di diversi tipi di martinetti.

Questi martinetti sono dispositivi che permettono di trasformare il movimento rotativo in movimento lineare. Diversi attuatori azionano il moto dei martinetti movimentando di conseguenza i flap degli aerei.



*Figura 6 - Martinetto idraulico per la movimentazione dei flap<sup>8</sup>*

- **Valvole e servo-valvole**

Questo è il secondo prodotto con maggior volumi. In questo caso il cliente principale è ATR e i prodotti che noi forniamo sono le **PVM** (Propeller Valve Module) e le **PSV** (Propeller Servo-Valve). Questi prodotti sono valvole elettroidrauliche ad azione continua che trasformano un segnale analogico o digitale mutevole in un'uscita idraulica continua in forma di flusso o pressione<sup>8</sup>.

- **Unità di potenza per i flap**

Per questo tipo di componente **FPU** (Flap Power Unit) e per il successivo, i tre clienti principali sono Dash 8 – 400, Learjet ed Airbus. Questi componenti sono prodotti in minor misura rispetto ai precedenti.

- **Sistemi RAT**

Un velivolo è in grado di percorrere lunghe distanze con l'altezza adeguata. Tuttavia, al momento dell'atterraggio, è necessaria comunque potenza affinché il velivolo possa essere in grado di regolare i controlli. In questo modo il sistema RAT si trasforma in un'ulteriore unità di potenza (sia idraulica, che elettrica che ibrida) per assicurare un adeguato atterraggio<sup>9</sup>.

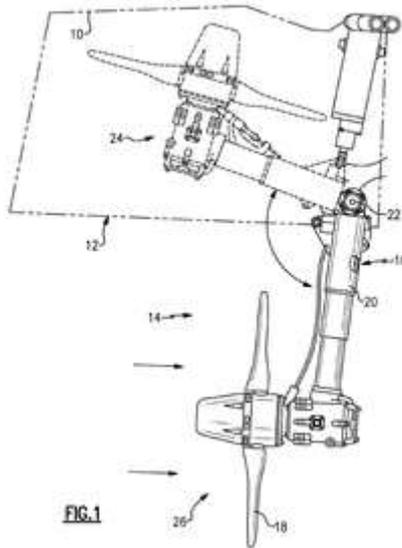


Figura 7 - Sistema RAT (orizzontale inattivo - verticale attivo)<sup>10</sup>

### **Prodotti Militari**

Per quanto riguarda la parte militari, invece, è di rilevanza elencare quattro tipologie di prodotto di cui MRO si occupa: l'attuatore per il blocco del rotore di coda, l'unità di controllo dell'elica, l'orizzonte artificiale, e il compressore dell'NH-90.

- **Attuatore blocco ruota di coda**

Gli attuatori di corrente continua sono piccole unità progettate per uso militare elicotteri per azionare il meccanismo di posizionamento del rotore di coda. Le prestazioni di questi tipi di attuatori includono diverse caratteristiche come l'interferenza elettromagnetica e includono anche delle dure protezioni con alte resistenze al fine di minimizzare il danno della sabbia o delle rocce durante l'atterraggio.



Figura 8 - Attuatore blocco ruota di coda

- **Unità di controllo dell'elica**

Il modulo di controllo dell'elica (PCM) è un dispositivo idromeccanico che si interfaccia con l'elica. In questo modo, il PCM rileva la velocità del motore del velivolo e, comandato elettricamente, controlla il flusso di olio ad alta pressione in modo che le lame dell'elica si muovano nella direzione desiderata per dell'elica per mantenere un regime di giri desiderato.

- **Orizzonte artificiale**

L'orizzonte artificiale, è uno strumento giroscopico che ci permette di rilevare qual è l'assetto di un velivolo rispetto all'asse longitudinale e trasversale dello stesso. In questo modo, il pilota dell'aeronave ha a disposizione informazioni riguardanti il beccheggio e il rollio. Questo strumento è la messa insieme di due componenti: l'indicatore di assetto e l'indicatore d'angolo di virata.



*Figura 9 - Orizzonte artificiale*

- **Compressore dell'elicottero NH-90**

L'NH90 è un elicottero militare multiruolo biturbina medio pesante, sviluppato negli anni novanta dalle NHIndustries. Le caratteristiche di elevata flessibilità e versatilità dell'NH-90, ne consentono una facile e rapida riconfigurazione tale da permettere lo svolgimento di una grande varietà di tipologie di missione, tra cui il trasporto tattico e logistico, operazioni speciali, trasporto di materiali oppure trasporto sanitario. Di questo particolare velivolo, viene prodotto presso il dipartimento di MRO il compressore.

### ***1.2.3 Il processo di una riparazione***

In questo paragrafo verrà illustrata la procedura da seguire in generale per la riparazione di un pezzo. Sebbene in seguito verranno analizzati più nel dettaglio i diversi sotto processi che caratterizzano la

riparazione di un pezzo, è necessario prima un contesto generale per poter inquadrare tutto il processo.

Il processo inizia quando il camion del corriere arriva in azienda e scarica i pezzi. A questo punto inizia venir contato il tempo di giorni in casa (DIH), ovvero la totalità dei giorni tra ricezione e spedizione del pezzo, e inizia anche il Lead Time del processo.

Il dipartimento di ricezione del piano zero riceve tutti i pacchi che arrivano: siano pacchi destinati alla riparazione (MRO) che di qualsiasi altro tipo. Successivamente, l'operatore di ricezione smista i pacchi in funzione della propria esperienza e mette i pezzi per MRO nella corretta postazione. In seguito, è compito dell'operatore di ricezione MRO quello di procedere con la movimentazione dei pacchi verso il piano superiore, ossia nello specifico verso il magazzino di MRO.

Una volta lì, sballa i pacchi e prende il pezzo insieme alla documentazione ricevuta in riferimento al pezzo stesso. Dopodiché, controlla che il part number del pezzo corrisponda al il part number riferito nella documentazione e compila un formulario di ingresso.

Lo step successivo comprende il posizionamento del pezzo nelle scaffalature del magazzino separando i pezzi militari da quelli civili. In seguito, occorre poi portare i documenti cartacei ai contract administrator per fare l'introduzione sul software SAP. I contract administrator creano la notifica ed il work order. Solo dopo questo passaggio si può iniziare con la ispezione visiva da parte dell'operatore addetto.

In seguito, il collaudatore porta il pezzo al banco di collaudo ed esegue il test iniziale per vedere quale o quali problemi possano essere presenti nella parte in analisi. Una volta noto il risultato del test, un operatore smonta nuovamente il prodotto sempre ad un livello distinto in funzione della necessità rilevata dal test.

L'operatore a questo punto fa l'incarico di componenti che serviranno per riparare l'unità (shop finding report) e lascia l'unità smontata nella stazione WIP in attesa di essere montata quando ci saranno tutti i pezzi disponibili per la riparazione e l'approvazione della quotazione da parte dal cliente. A questo punto, il Lead Time del processo si ferma perché l'unità sarà in fermo (hold) finché non si riceverà l'approvazione del cliente per procedere con la riparazione. Non accade lo stesso però con il tempo DIH, che invece continua a scorrere senza tenere conto dei fermi.

Una volta ottenute l'approvazione e lo shop finding report, il buyer del team di officina provvede a fornire il materiale che non è disponibile in quel momento e successivamente si inizia con il prelievo di

componenti dal magazzino. I nuovi componenti, insieme alla parte smontata vengono presentati al montatore che per almeno quattro ore monterà il pezzo fino a che sarà pronto per il collaudo finale.

Dopodiché, è necessario svolgere un processo di finitura e di applicazione di protezioni. Una volta completata anche questa procedura, l'unità riparata è pronta per essere certificata e posizionata nel magazzino di prodotti finiti. Infine, l'unità verrà trasferita di nuovo al piano zero dove verrà imballata per la. Solo quando l'unità verrà spedita al cliente si stopperanno sia il contatore di DIH che quello di Lead Time.

## 2 Miglioria continua presso la UTC – ACE presso UTC

ACE (Achieving Competitive Excellence) è il sistema operativo utilizzato presso United Technologies Corporation. Il sistema operativo ACE nacque nel 1988, per opera di un ingegnere elettronico giapponese, Yuzuru Ito, proveniente dal gruppo Matsushita Electrics, a seguito di un tentativo di miglioramento della qualità e del servizio eseguito insieme ad un dirigente del gruppo UTC, George David. L'approccio di Yuzuru Ito per il miglioramento della qualità, infatti, aveva precedentemente permesso alla propria azienda di ottenere prestazioni elevate nel settore nella produzione di elettronica di consumo. La sua filosofia "quality first" ha gettato le basi per il sistema operativo ACE.

### 2.1 Come lavora ACE

ACE è caratterizzato da tre elementi: cultura, strumenti e competenza.



Figura 10 - Come lavora il sistema Achieving Competitive Excellence (ACE)<sup>11</sup>

L'interazione quotidiana tra ciascuno di questi elementi è ciò che lo rende un sistema operativo. Attraverso processi snelli ed utilizzando strumenti semplici si cerca di migliorare la qualità e ottimizzare il flusso di valore a vantaggio del cliente. I risultati di questa interazione sono basati infatti su una qualità perfetta, con consegna puntuale e dei dipendenti altamente impegnati che lavorano in un ambiente sicuro.



Figura 11 – Tools ACE

## 2.2 I principi della lean manufacturing: il Toyota Production System

Con il termine lean manufacturing, si individua una filosofia gestionale che si basa sui principi introdotti alla fine della seconda Guerra Mondiale nel sistema produttivo Toyota e successivamente adattati ai canoni produttivi e gestionali delle aziende europee ed americane.

Alla fine della Seconda Guerra Mondiale, tra il 1950 e il 1970, l'industria giapponese si trovava in una condizione di quasi totale assenza di risorse. Questa condizione di difficoltà costituì l'impulso per il sistema produttivo giapponese per poter incrementarne l'efficienza, più di quanto qualsiasi altro contesto industriale avesse mai fatto. In quell'occasione, per opera di Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda, manager della casa automobilistica, nacque una nuova filosofia produttiva per snellire i processi e perseguire la qualità totale nelle aziende: il "Toyota Production System" (TPS).

Questa filosofia si basa sul concetto che il raggiungimento degli obiettivi aziendali (al centro dei quali c'è il cliente) deve essere ottenuto non soltanto in maniera snella, ma anche facendo in modo che tutte le componenti del processo debbano essere eccellenti lungo l'intera catena del valore, dunque portando al minimo spreco di risorse.

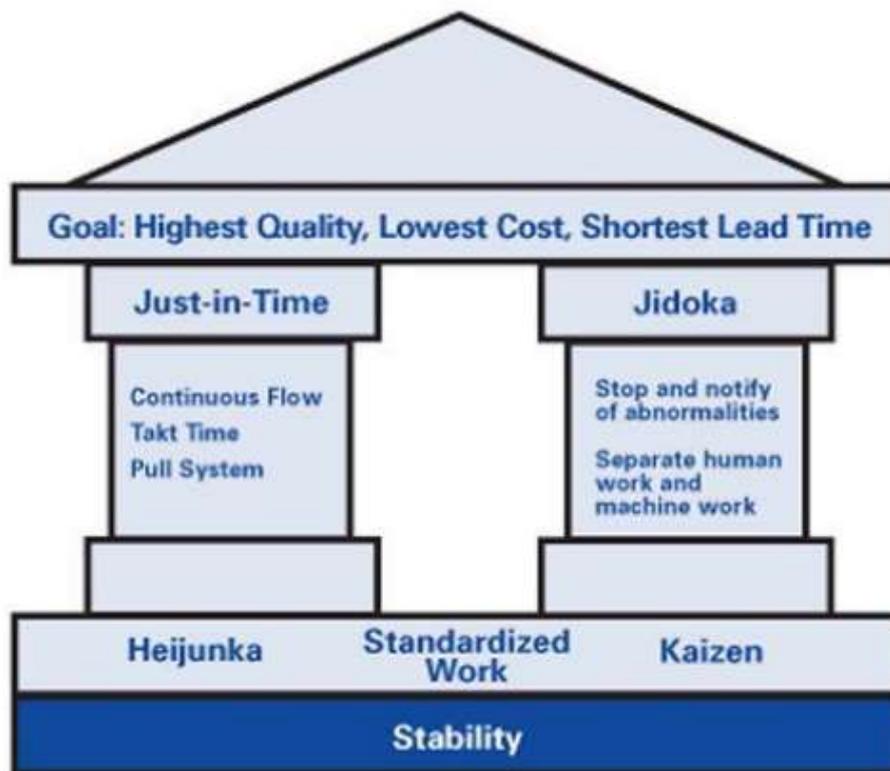


Figura 12 - Illustrazione schematica del Toyota Production System

Il “Toyota Production System” viene schematicamente illustrato come una casa che si fonda su due pilastri: il Just-in-time e il Jidoka (*vedi figura 12*). Il termine Jidoka si può definire come “automazione con un tocco umano”. Il punto fondamentale del Jidoka è che la qualità deve essere costruita nel processo affinché l’output abbia una qualità del 100%. Il Just in time, invece, è il sistema di governo del flusso logistico basato sull’idea di produrre solo quando serve, ossia solo a seguito della domanda del cliente.

L’obiettivo di questo sistema di produzione, rappresentato nello schema dal tetto della casa, è quello di ottenere la migliore qualità, al prezzo più basso e nel minor tempo possibile. Per farlo, il sistema TPS si avvale di strumenti come ad esempio il Kaizen, miglioramento continuo e a piccoli passi, al fine di eliminare gli sprechi (o Muda in giapponese).

Lo spreco è caratterizzato da tutte quelle attività che non forniscono al prodotto (o servizio) un valore aggiunto. Pertanto, tutto ciò che non è rivolto a migliorare il valore del prodotto come viene percepito dal cliente e per il quale il cliente è disposto a pagare, è considerato spreco ed in quanto tale, va eliminato.

Taiichi Ohno fornisce un elenco dei principali tipi di sprechi, raccogliendoli in sette categorie:

- 1 Difetti: a causa dei difetti della qualità, il cliente non può accettare il bene prodotto. Inoltre, lo sforzo impiegato per creare i difetti è spreco. Pertanto, nuovi processi per la gestione dello spreco devono essere inseriti per cercare di recuperare una parte del valore dal prodotto che altrimenti rischierebbe di essere scartato al 100%.
- 2 Sovraproduzione: per sovrapproduzione si intende la produzione o l'acquisto di un oggetto prima che serva veramente, ossia prima che il cliente lo richieda. Questo tipo di spreco è il più pericoloso per l'azienda in quanto nasconde i problemi della produzione. La sovrapproduzione deve essere immagazzinata, gestita e protetta.
- 3 Trasporti: le movimentazioni, oltre a non aggiungere valore al prodotto, rischiano di danneggiarlo, ritardare la sua consegna ecc. Il trasporto non realizza nessuna trasformazione al prodotto che il cliente sia disposto a pagare.
- 4 Attesa: con questo termine si fa riferimento al tempo trascorso dagli operatori in attesa che arrivino le risorse, al tempo che attendono affinché il prodotto sia portato alla stazione successiva, al tempo sprecato per settaggi di impianti ed attrezzature o per guasto alle macchine.
- 5 Scorte: immagazzinare materie prime, semi-lavorati (Work-In-Progress), o prodotti finiti, rappresenta un investimento in quel capitale che non ha prodotto ancora un ricavo. Le scorte, per la Lean Production, sono da ritenersi materiale utilizzato per nascondere problemi relativi all'instabilità del processo.
- 6 Movimenti manuali: insieme dei movimenti superflui che vengono eseguiti dagli operatori durante la produzione di un particolare/prodotto.
- 7 Eccesso di Performance: utilizzare una risorsa più costosa di quanto sia necessario per il lavoro, o aggiungere al prodotto caratteristiche che non sono necessarie per il cliente.

Altri tipi di sprechi sono chiamati:

- “Muri”, cioè gli sprechi legati ad un carico eccessivo di lavoro assegnato ad un operatore o una macchina.
- “Mura”, cioè lo squilibrio in un'operazione (ad esempio, in logistica, lo squilibrio nell'emissione di ordini di acquisto).

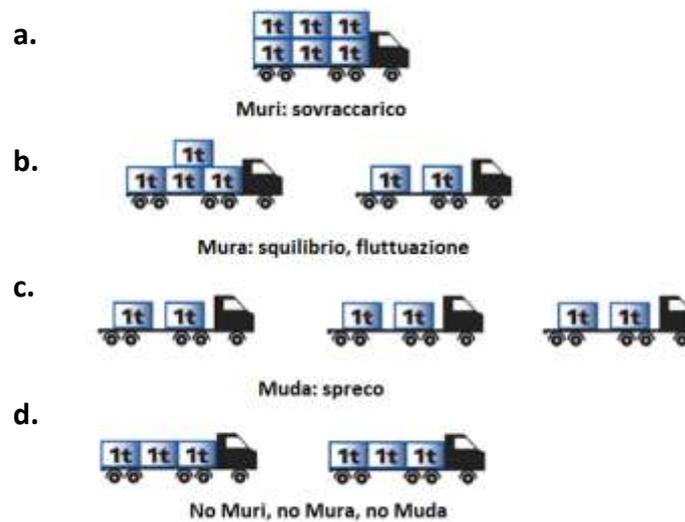


Figura 13 – Rappresentazione schematica dei vari tipi di spreco:  
 a. Muri; b. Mura; c. Muda; d. situazione ottimale senza spreco

L'ascesa di Toyota fu pertanto possibile grazie al TPS, incentrato sulla continua eliminazione di ogni tipo di spreco e sull'importanza del coinvolgimento di tutti all'interno dell'azienda. Gli straordinari risultati ottenuti utilizzando questa nuova filosofia produttiva hanno portato all'affermazione planetaria del TPS: dall'esempio Toyota in poi, ogni azienda manifatturiera di grandi dimensioni ha adottato il TPS, adattandolo alle proprie esigenze.

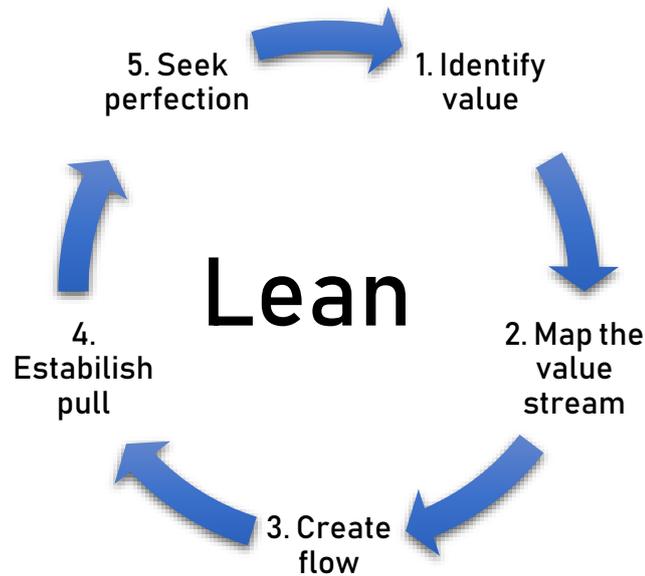
Nacque così il concetto di Lean Production o produzione snella, denominata in questo modo per evidenziare l'aspetto di eliminazione di tutto ciò che, essendo superfluo, appesantisce il sistema generando costi anziché valore.

“Se non riuscite rapidamente a ridurre della metà il tempo di sviluppo dei prodotti, del 75% quello richiesto dall'elaborazione degli ordini e del 90% i tempi di produzione, state sbagliando qualcosa”<sup>12</sup>.

Iniziano così J. Womack e D.Jones il loro libro “Lean Thinking”, evidenziando come l'applicazione dei principi della Lean Production possa portare all'ottenimento di risultati veramente importanti nei contesti in cui viene adottata.

Il cardine del pensiero snello è rappresentato dalla continua ricerca ed eliminazione degli sprechi allo scopo di produrre di più con un minor consumo di risorse. L'eliminazione sistematica degli sprechi è possibile attraverso il perseguimento e l'implementazione di 5 principi, che costituiscono le basi di riferimento nell'azione di pianificazione dei processi aziendali. Ciò che caratterizza la gestione snella e la rende particolarmente efficace è la capacità di vedere le attività di produzione sotto un'ottica

particolare che permette a questo sistema di gestione di individuare in modo più efficace gli sprechi. Nello stato normale delle cose, infatti, la maggior parte delle risorse di un'azienda non aggiunge nessun valore per il cliente. La produzione snella ha sistematizzato l'analisi di questi sprechi raggiungendo un grado di dettaglio in merito ad essi che non esisteva nei precedenti stili di gestione aziendale.



*Figura 14 - Rappresentazione schematica dei cinque principi su cui si fonda la produzione snella*

I cinque principi su cui si fonda sono:

1. Valore (Value) - Il punto di partenza è sempre la definizione del valore secondo la prospettiva del cliente, ossia ciò che per quest'ultimo il proprio prodotto deve rappresentare e contenere: valore è solo quello che il cliente è disposto a pagare; tutto il resto è spreco, e va eliminato.
2. Mappatura (Mapping) - Per eliminare gli sprechi occorre "mappare" il flusso del valore, ovvero delineare tutte le attività comprese nella progettazione, ordine e produzione del prodotto, ovvero in cui si articola il processo operativo. Questa analisi permette poi di dividere queste attività in tre categorie:
  - Attività che creano valore percepito dal cliente
  - Attività che non creano valore, ma che sono indispensabili, pertanto non possono essere immediatamente eliminate.
  - Attività che non creano valore e che possono essere eliminate da subito.
3. Flusso (Flow) - Dopo aver definito il valore e dopo che il flusso di valore è stato completamente ricostruito, eliminando ogni attività che non crea valore aggiunto, si prendono in

considerazione le attività del primo tipo, quelle che creano valore. L'obiettivo è fare in modo che queste attività fluiscono in modo costante e continuo, con relativa riduzione dei tempi di attraversamento del materiale (lead time).

4. Produzione "tirata" (Pull) - Soddisfare il cliente significa produrre solo quello che vuole, solo quando lo vuole e solo quanto ne vuole. La produzione è così "tirata" dal cliente, anziché "spinta" da chi produce. La Lean Production possiede diversi strumenti per implementare il pull, tra cui il Kanban: in una linea di assemblaggio, solo il contenitore di un pezzo finito a valle della stazione, che viene svuotato, costituisce il segnale per far iniziare la produzione nella stazione a monte. Sarebbe insensato infatti "portarsi avanti" col lavoro producendo pezzi in più che il cliente potrebbe non richiedere.
5. Perfezione (Perfection). La perfezione è il punto di riferimento a cui si deve tendere senza fine attraverso il miglioramento continuo, e corrisponde alla completa eliminazione degli sprechi. Una volta definito accuratamente il valore, identificato il flusso di valore, fatto sì che i diversi passaggi fluiscono con continuità e che il cliente possa "tirare" il valore dell'impresa, occorre comunque continuare a ricercare la perfezione, riducendo gli sforzi, gli spazi, il tempo e gli errori del processo.

La filosofia Lean invita dunque ad apportare continui miglioramenti al sistema. Questi miglioramenti possono essere di due tipi: kaikaku e kaizen. Con kaikaku si intende un miglioramento radicale, dovuto, ad esempio, a grandi investimenti in attrezzature, macchinari o sistemi di gestione, mentre i kaizen sono una serie di miglioramenti piccoli e gradualmente che si susseguono in modo continuo. La combinazione continua di kaikaku e kaizen garantiscono il raggiungimento di miglioramenti infiniti.

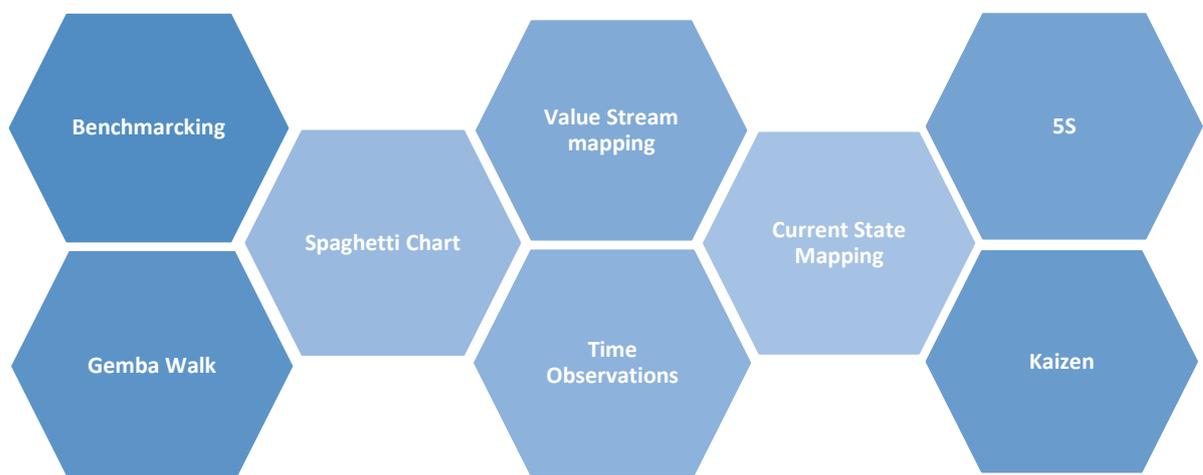
### 3 Documentazione della realtà

Al fine di raggiungere l'obiettivo di miglioramento del sistema produttivo, la produzione snella si avvale di una serie di metodologie che possano permettere di analizzare a fondo la realtà aziendale.

La Lean Production tuttavia, non va intesa come un approccio rigido ed univoco, ma come un insieme organico di tecniche che si andranno a modulare ed adattare alla specifica realtà produttiva.

Di seguito, sono riportate in chiave teorica alcune tra le principali metodologie di Lean che sono state poi direttamente applicate in casi pratici durante lo sviluppo di questo lavoro.

In particolare, le tecniche della Lean Production analizzate in questo capitolo sono:



#### 3.1 Benchmarking

Le tecniche di benchmark formalizzano in un approccio metodologico nuove soluzioni migliorative dal punto di vista dell'efficacia e dell'efficienza individuando obiettivi e modalità di sviluppo per un "confronto" costruttivo con altre realtà aziendali. Una delle definizioni di benchmark che sono state assegnate vede questa metodologia come:

*«il benchmark come la ricerca delle migliori prassi aziendali che portano a una prestazione superiore»*  
(Camp, 1989).

Il benchmark è, quindi, un processo continuo e sistematico che permette di misurare e confrontare la propria realtà aziendale, sia a livello competitivo, sia in termini di prodotto, o di andamento delle diverse gestioni aziendali con le performance del settore di riferimento.

Oggetto del benchmark possono essere le aree aziendali, i processi, i prodotti, l'intera azienda, il settore, le procedure di supporto, le prassi operative ecc. Possiamo riassumere in maniera sintetica nella figura 15 gli aspetti caratterizzanti il benchmarking.



*Figura 15 - Aspetti caratterizzanti il benchmarking: finalità, caratteristiche, orientamento, oggetto e contenuti*

Le tipologie di benchmark realizzabili e gli ambiti di applicazione variano in relazione all'obiettivo di analisi e all'ampiezza dell'oggetto del confronto. Pertanto il benchmark, può analizzare aspetti sia strategici e competitivi (macrobenchmark), sia più organizzativi-procedurali (microbenchmark)<sup>13</sup>.

Nell'ambito del lavoro svolto durante il mio tirocinio presso il dipartimento di MRO, ci si è focalizzati su questa seconda tipologia di benchmark, sviluppando una analisi dettagliata dei processi e delle singole attività svolte. In particolare, si è applicata questa metodologia per poter migliorare il processo di riparazione, nella sua parte più critica per il dipartimento di Torino, ossia nell'induzione. Si è pertanto confrontato il processo di ricezione svolto a Torino con lo stesso, svolto presso un'altra delle sedi UTC (Monroe, USA), senz'altro più efficiente, con lo scopo di cogliere i punti di forza e di debolezza. Successivamente, in questo lavoro verrà analizzato nel dettaglio.

## 3.2 Gemba Walk

Gemba è un termine giapponese che significa "luogo effettivo" o "il luogo reale". La Gemba walk è una tecnica di gestione utilizzata soprattutto dai manager giapponesi per affrontare i problemi quotidiani in modo più efficace. Indica l'azione di andare a vedere il processo attuale, capire il lavoro, fare domande e imparare.

L'obiettivo dello strumento è quello di coltivare lo sviluppo sistematico di un'organizzazione andando a verificare dal vivo le competenze dei suoi membri di riconoscere le potenzialità delle azioni che compiono nella quotidianità e la predisposizione ad individuare spunti per il miglioramento.

La Gemba walk è un'opportunità per il personale di distaccarsi dalle attività quotidiane per camminare nel proprio posto di lavoro ed identificare attività inutili. Gemba walk è progettata per consentire ai leader di identificare i rischi esistenti per la sicurezza, osservare le condizioni delle macchine e delle attrezzature, chiedere gli standard praticati, acquisire conoscenze sullo stato del lavoro e instaurare rapporti con i dipendenti.

Di seguito sono elencati i dieci passi da seguire per effettuare una Gemba walk.

1. Preparare il team

È importante che i membri del team che saranno osservati durante la passeggiata abbiano una buona comprensione di ciò che è una Gemba walk. Dovrebbero sapere che lo scopo è rimuovere gli ostacoli che rendono loro più difficile aggiungere la massima quantità di valore al prodotto.

Pertanto, parlare della passeggiata prima che avvenga, aiuterà tutti a sentirsi più a proprio agio e aperti all'interazione.

2. Avere un piano

Le Gemba walk non vanno confuse con Management by Walking Around (MBWA), un approccio diverso in cui i leader si lasciano coinvolgere in quello che fanno i dipendenti. Durante una Gemba walk, invece, il manager osserva e pone domande molto approfondite sul processo osservato.

3. Seguire il flusso del valore

Spesso, le maggiori opportunità di miglioramento si riscontrano laddove vi sono trasferimenti tra processi, dipartimenti o persone. Seguendo il flusso di valore, è possibile osservare queste aree con un alto potenziale di sprechi ed identificarli.

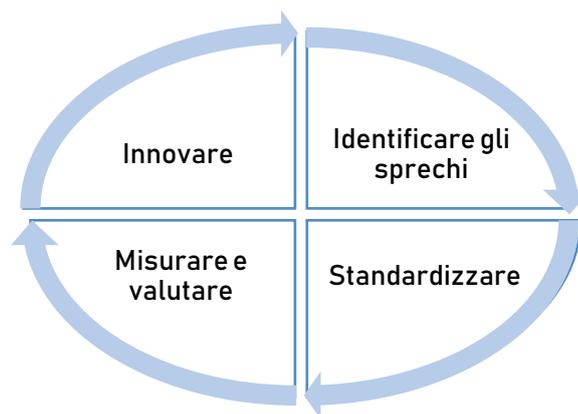
4. Concentrarsi sempre sul processo, non sulle persone  
Una Gemba walk non è una valutazione delle prestazioni dei dipendenti. Lo scopo è osservare, capire e, quindi, migliorare i processi.  
La passeggiata non dovrebbe mai sembrare punitiva pertanto è utile preparare i dipendenti facendogli sapere che potrebbero essere loro poste molte domande su come, quando e perché le cose sono fatte con l'unico fine di comprendere il processo.
5. Documentare le osservazioni  
Dato che durante una Gemba walk c'è molto da osservare, per poter ricordarlo in seguito, è importante utilizzare durante la passeggiata degli strumenti per registrare le osservazioni come ad esempio una macchina fotografica o una videocamera.
6. Fare domande  
Una delle cose più difficili da fare durante una Gemba walk è mettere da parte le ipotesi sul perché il lavoro sia fatto in un certo modo. Non bisogna dare per scontato che tutto sia fatto secondo lo standard.  
Invece, è importante chiedere ai dipendenti come il lavoro è documentato, come gestiscono le eccezioni e perché le operazioni vengono eseguite in un ordine particolare.
7. Non suggerire modifiche durante il cammino  
Una Gemba walk è un'opportunità di osservazione, non di azione. Potrebbe essere molto allettante passare direttamente a soluzioni o apportare miglioramenti durante la stessa passeggiata, ma le modifiche dovrebbero essere apportate solo dopo un periodo di riflessione.
8. Non programmare la Gemba walk  
È importante anche che le Gemba walk non siano un'attività ricorrente che si verifica alla stessa ora ogni mese. Per avere un senso completo di ciò che accade nel processo, è una buona idea eseguire la Gemba walk in diversi momenti della giornata, giorni della settimana e del mese.
9. Follow-up con i dipendenti  
A volte i risultati di una Gemba walk saranno evidenti quando verranno apportate modifiche, ma anche se non ci sarà un'azione immediata a seguito di una particolare passeggiata, è importante condividere con i dipendenti se e quali saranno le modifiche apportate a seguito della passeggiata.
10. Ritorna alla Gemba  
Se le modifiche vengono implementate dopo la Gemba walk, è importante ripetere la passeggiata successivamente per osservare le modifiche e verificare che il risultato desiderato sia stato raggiunto.

### 3.3 Kaizen

Kaizen è una parola che descrive un concetto di gestione ideato in Giappone, in Toyota, leader mondiale tra le industrie automobilistiche, e si è sviluppato all'ennesima potenza. Lo scopo di questo metodo è quello di migliorare, passo dopo passo, i processi produttivi e di sistema dell'intera struttura aziendale. Il termine giapponese Kaizen è composto da "Kai" che indica il "cambiamento" o "continuo" e da "Zen" che vuol dire "migliore", stando dunque a significare il "cambiamento per migliorare" o "miglioramento continuo".

Il pilastro di questa filosofia è che qualsiasi miglioramento non può avvenire se non partendo dal basso: le soluzioni vincenti non vengono quindi (o non solo) dai vertici e dal management, tanto che negli stabilimenti sono ben visibili le mini cassette postali che raccolgono idee e suggerimenti dei dipendenti; e i manager diventano in qualche modo supporter dei loro collaborator<sup>14</sup>.

La filosofia Kaizen, si basa sul principio del miglioramento graduale, fatto di piccoli passi in avanti quotidiani. Compiendo alcuni semplici gesti quotidiani è possibile, infatti, creare dei miglioramenti complessi, che altrimenti sarebbero potuti sembrare inimmaginabili. Le attività di Kaizen consistono nello "smontare e rimontare in modo migliore", con lo scopo di imparare a riconoscere ed eliminare gli sprechi, eliminare il lavoro troppo duro sia a livello fisico che mentale e, quindi, rendere le condizioni lavorative più umane.



*Figura 16 - Rappresentazione schematica degli step del ciclo Kaizen che si ripetono all'infinito*

In sintesi il ciclo Kaizen può essere rappresentato dai seguenti step:

- Identificare gli sprechi: risparmiando tempo, movimentazioni, trasporti e risorse utilizzate per processi superflui;

- Standardizzare: ricerca della standardizzazione massima delle operazioni, dei processi e delle attività individuando il modo migliore per svolgerli.
- Misurare i processi e valutare le misurazioni: misurazione dei processi, delle operazioni e delle attività con riferimento all'impiego di risorse ed ai cicli temporali per l'esecuzione, successiva valutazione delle misurazioni e progressivo aggiustamento e miglioramento.
- Innovare: definizione della best-practice e renderla la regola per lo sviluppo di quel determinato processo, operazione, attività.
- Ripetere il ciclo all'infinito, considerando i problemi non come ostacoli, ma come stimoli per il miglioramento continuo. La logica di fondo non è quella di trovare immediatamente la soluzione migliore per ciascuna esigenza, ma quella di praticare piccoli miglioramenti incrementali continui.

### 3.4 5S

Uno tra i più importanti strumenti e metodi della Lean Manufacturing per la riduzione continua degli sprechi è il "Metodo 5S". Questa metodologia racchiude in cinque passaggi un metodo sistematico e ripetibile per l'ottimizzazione degli standard di lavoro e quindi per il miglioramento delle performance operative. Alla base della metodologia 5S si trova l'idea che l'organizzazione, l'ordine e la pulizia sono essenziali per raggiungere l'eccellenza e sono fondamentali per poter garantire la sicurezza, la qualità, l'efficienza produttiva e il benessere di chi lavora.

Il termine Metodo 5S trae spunto dalle iniziali della pronuncia occidentalizzata delle cinque parole giapponesi che sintetizzano i cinque passi della metodologia<sup>15</sup>:

- Seiri – separare e selezionare: separare ciò che è necessario e utile da ciò che non è funzionale all'attività e che di conseguenza crea disturbo e disordine, quindi spreco di tempo o di risorse.
- Seiton – riordinare: mettere a posto tutto ciò che è utile, seguendo il vecchio detto "ogni cosa al suo posto e un posto per ogni cosa".
- Seiso – pulire: mantenere tale ordine costante e pulire diventa importante in quanto un ambiente pulito ed ordinato è un ambiente che "non nasconde" le inefficienze.
- Seiketsu – standardizzare: definire delle metodologie ripetitive e canonizzate da utilizzare per continuare queste attività di razionalizzazione delle risorse e degli spazi lavorativi.

- Shitsuke – diffondere o sostenere: applicare questo modo di pensare ed agire a tutte le attività aziendali. Il quinto passo (shitsuke) può anche essere inteso come allargamento delle 5S da esperimenti pilota ad altre attività che possono godere.



*Figura 17 - La metodologia 5S racchiude in cinque passaggi un metodo sistematico e ripetibile per l'ottimizzazione degli standard di lavoro e quindi per il miglioramento delle performance operati*

Questo metodo utilizza quindi un atteggiamento aziendale di miglioramento continuo, in modo che ogni giorno sia volto al il miglioramento e alla scoperta di altri muda e alla loro eliminazione: infatti se i primi tre passi possono essere svolti con poco sforzo, il cuore del miglioramento e del sistema è negli ultimi due che rendono l'attività costante e strutturale.

### **3.5 Value Stream Mapping**

La Value Stream Mapping (VSM) è un metodo visualizzazione grafica, punto chiave del processo di Lean Manufacturing, che va a mappare i flussi di valore. Anche questa metodologia fonda le proprie radici nella filosofia produttiva di Toyota, negli anni '80, a seguito dell'applicazione della nuova politica di abbattimento degli sprechi nei processi produttivi. Questo strumento permise infatti di eliminare ogni tipo di spreco, con il conseguente aumento esponenziale dell'efficienza senza togliere valore al prodotto finito.

Per Value Stream si intende dunque la mappatura grafica di tutto quell'insieme di processi ed attività che contribuiscono alla realizzazione di un prodotto, partendo direttamente dal fornitore, passando per tutta la catena di montaggio fino alla consegna del prodotto finito. Il presupposto sul quale basare

l'analisi della catena del valore non è il miglioramento del singolo processo, ma l'ottimizzazione globale e continua del flusso che scorre lungo tutta la supply chain.

La VSM nasce come strumento manuale molto semplice da realizzare e caratterizzato da una visione sistemica. Un apposito analista o mappatore costruisce questo tipo di mappatura che rappresenta la realtà dell'azienda con l'obiettivo di guidare la realizzazione di un sistema di Lean Manufacturing.

Questa tecnica di mappatura grafica permette pertanto di rappresentare innanzitutto il layout dell'azienda allo stato attuale tramite la mappa denominata Current State Map, in modo da trovare le cause degli sprechi all'interno dei flussi. Successivamente, occorre riprogettare tali flussi in un possibile stato futuro che abbia prestazioni elevate in quanto gli sprechi sono stati eliminati, ossia realizzare quella che viene chiamata Future State Map.

Le mappe vengono realizzate tramite l'utilizzo di particolari simboli, rappresentati in figura 18, e suddivisi in diverse categorie.

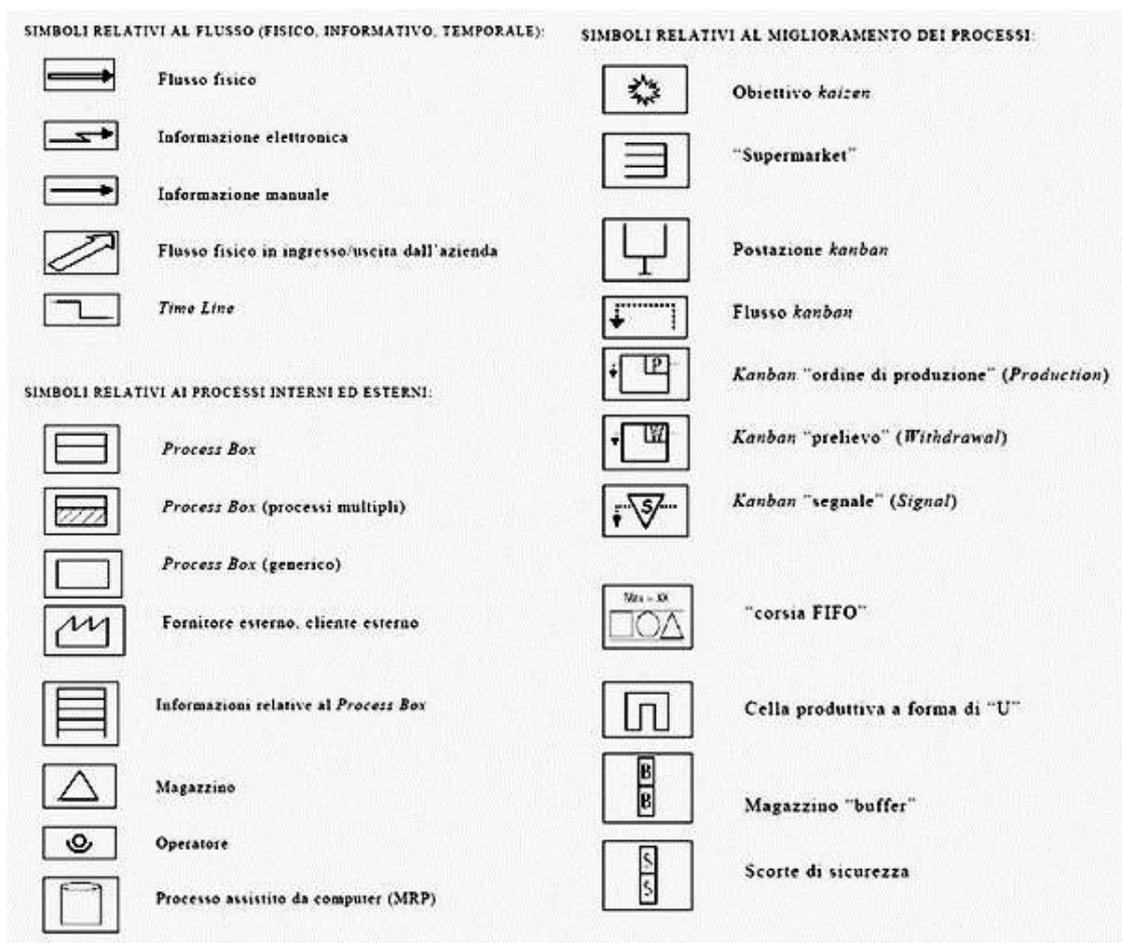


Figura 18 - Simboli e schemi legati alla Value Stream Mapping

In particolare, l'analista fornisce la Current State Map, rappresentante l'insieme dei processi ed attività che concorrono alla realizzazione di un prodotto o di una famiglia di prodotti, dal fornitore al cliente finale, passando per ogni processo interno aziendale. Il CSM viene quindi paragonato alla Current State Map che rappresenta la supply chain in tempo reale che permette la conoscenza della situazione del sistema produttivo e che, quindi, sarà la base per una possibile implementazione di future modifiche.

In particolare, implementare una Value Stream Map, significa seguire una procedura ben precisa costituita da quattro passi:

- Step 1- Individuazione della famiglia di prodotto: Individuazione dell'output di processo, inteso come famiglia di prodotti finiti, cioè quell'insieme di prodotti che attraversano le stesse fasi di processo, o che hanno almeno il 70- 80% delle fasi in comune. Una volta individuata la famiglia di prodotti da analizzare, si procede risalendo la catena di operazioni cui questa è stata sottoposta, fino ad arrivare alle origini del flusso dei materiali.
- Step 2- Rappresentazione dello stato attuale: Attraverso la Current State Map viene rappresentata l'intera supply chain che schematizza lo stato attuale. È possibile individuare nella mappa la Time Line, ossia la linea tracciata sotto i process box. La rappresentazione dello stato attuale tramite mappatura inoltre permette di individuare i collegamenti tra le aree clienti, i fornitori, i processi produttivi, la programmazione della produzione e la supervisione della produzione dell'intero sistema aziendale. In figura 19 è rappresentato un esempio di una Current State Map.

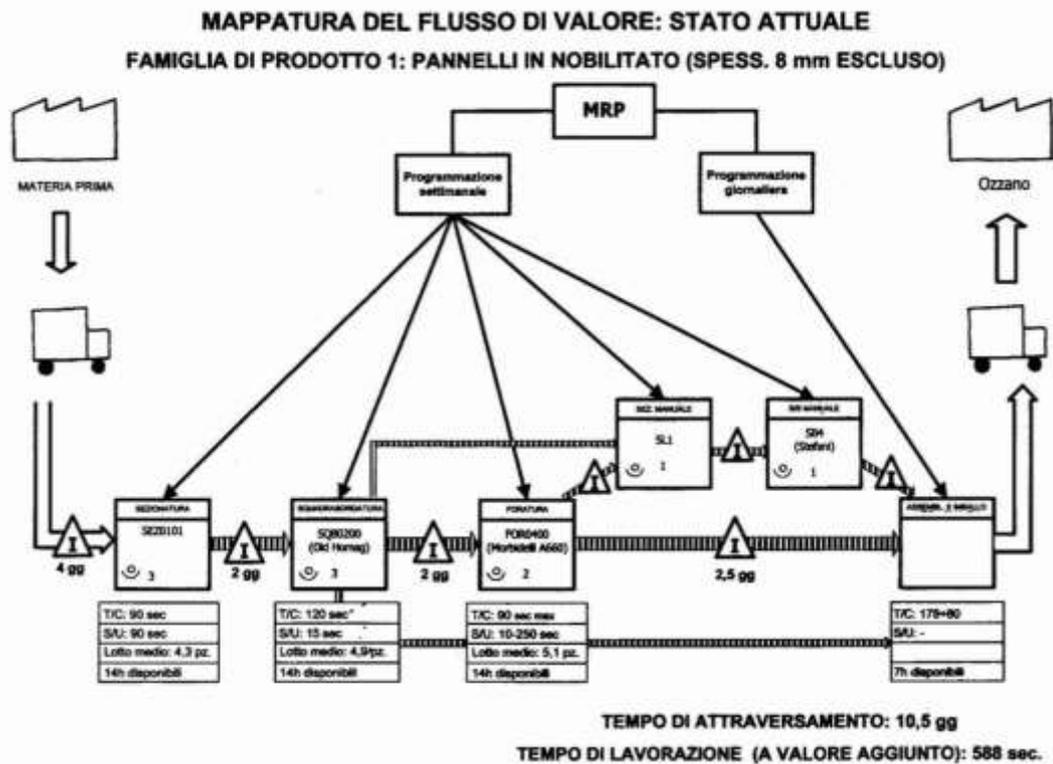


Figura 19 - Esempio di una rappresentazione dello stato attuale della supply chain tramite la Current State Map. Questo tipo di mappa risponde alla domanda "com'è attualmente il sistema?"

- Step 3- Rappresentazione dello stato futuro. La Future State Map si ottiene partendo dall'analisi delle criticità presenti nella CSM. Per valutare queste criticità occorre analizzare alcuni parametri come:
  - Tempi di set-up;
  - Quantità di scorte;
  - Affidabilità delle macchine.

Finita l'analisi si procederà propriamente a costruire la mappa dello stato futuro che avrà in meno ciò che nella prima erano stati individuati come difetti. Lo scopo di questo processo sarà quello di avere un flusso equilibrato che possa andare incontro alle esigenze del cliente finale in tempi rapidi e con elevata efficienza.

Di seguito ne viene riportato un esempio grafico:

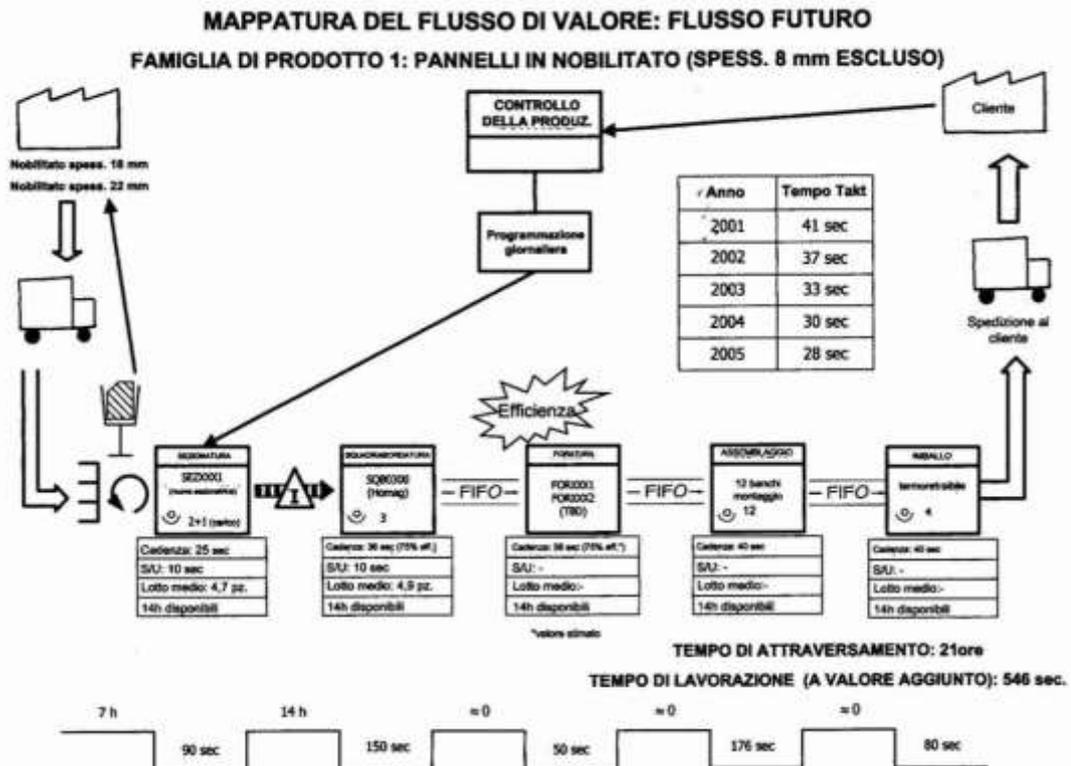


Figura 20 - Esempio di una rappresentazione dello stato futuro della supply chain tramite la Future State Map. Questo tipo di mappa risponde alla domanda: “come dovrebbe essere il sistema?”

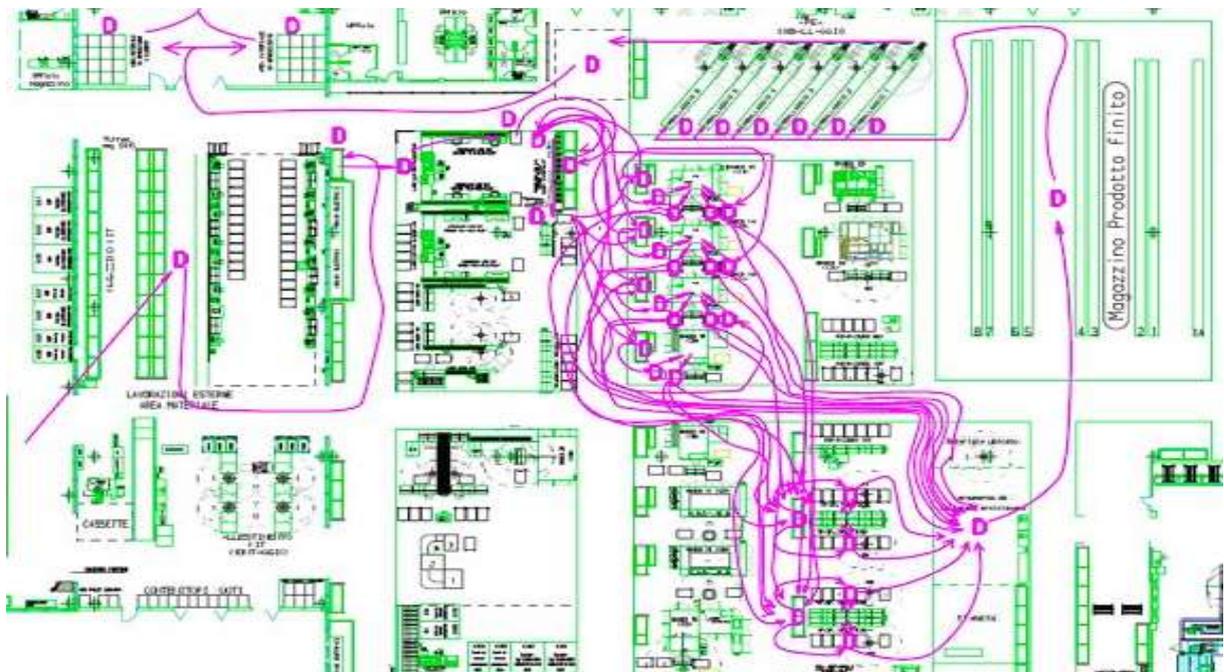
- Step 4- Piano di lavoro e implementazione. Viene definito il piano di azione sin dalla fase progettuale, fino all’attuazione del piano di lavoro che si propone di concretizzare fisicamente le variazioni pianificate nella realtà produttiva.

### 3.6 Spaghetti Chart

La mappatura Spaghetti Chart è uno strumento che integra la mappatura del valore perché identifica il percorso del flusso del processo tramite delle linee che indicano gli spostamenti del personale e del materiale all’interno di una determinata area lavorativa durante lo svolgimento delle attività produttive.

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

Questo strumento è anche molto semplice da utilizzare perché impiega solamente un foglio di carta e una penna. Si comincia col disegnare sul foglio la disposizione dei banchi o della postazione di lavoro oggetto dell'analisi. Si prosegue segnando nel foglio tutti i movimenti eseguiti dall'operatore addetto a quella mansione, dall'inizio alla fine del suo ciclo di lavoro. Occorre inoltre seguire fisicamente la persona che esegue la mansione in modo da poterne contare i passi effettuati. Misurando la lunghezza di un passo, si può pertanto risalire alla distanza percorsa in totale dall'operatore per svolgere una determinata mansione e completare il tempo di ciclo di un prodotto. Di seguito un esempio di rappresentazione di una spaghetti chart.



*Figura 21 - Esempio di una rappresentazione schematica della Spaghetti Chart*

Una elevata concentrazione di linee deve comportare necessariamente una riflessione relativa alla gestione dei processi e richiede l'eliminazione di movimentazioni inutili al fine di svolgere attività più semplici con tempistiche, costi e difetti minori.

### **3.7 Time Observations**

Le time observations costituiscono un metodo unico di documentare un intero processo, dall'installazione alla pulizia, in maniera completa ed obiettiva.

Queste osservazioni sono importanti fondamentalmente per avere una stima accurata del carico di lavoro in una certa area o di una precisa macchina, in quanto osservando, vengono catturati tutti i passaggi che sono stati registrati sulla Current State Chart ed il tempo di ciclo per ogni attività separatamente.

Il tempo di ciclo è il tempo totale dall'inizio alla fine del processo, così come definito dal fornitore e dal cliente. In questo tempo sono inclusi tempo di processo, durante il quale viene compiuta l'azione di trasformazione su un input per conseguire un output, ed in aggiunta si considera anche il tempo che si accumula in attesa di eseguire l'azione successiva.

Dal momento che spesso un'attività è composta di diverse fasi e si vuole ottenere il tempo di una singola operazione (task time) è importante avere osservazioni su tutti i tempi parziali ritenuti importanti.

Dato che le osservazioni del tempo hanno luogo dove e mentre si sta eseguendo il lavoro, queste diventano utili anche per verificare la sequenza di eventi e apportare modifiche alla documentazione del team sullo stato corrente.

Nel suo libro, "Standard Work is a Verb," John Allwood vede le time observations come il cuore del lavoro standardizzato:

*"In fact a decent time observation is like a pencil drawn video. It is a running credible record of integrity as to what was happening at the time of the observation".*

Per eseguire una time observation è meglio recarsi nel luogo in cui viene eseguito il lavoro effettivo. Questa visita può essere pianificata in anticipo per dare all'addetto a quella precisa mansione il tempo di prepararsi.

L'addetto dovrà svolgere le funzioni del lavoro che sono state documentate in precedenza nell'evento. Man mano che il lavoro viene svolto ogni fase del processo osservato durante la time observation deve essere riportata su un apposito foglio di osservazione temporale, come quello rappresentato nella figura 22.

<b>Time Observation Sheet</b>													
Project Area / Machine _____											Date _____		
NO.	Component Task	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Component Task time	Points Observed
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
11													
12													
10													
13													
14													
<b>TIME FOR 1 CYCLE</b>													

Figura 22 - Esempio di foglio vuoto da compilare durante le time observations

Durante questa attività, bisogna osservare un operatore esperto e qualificato che non sia il più veloce o il più lento. Se possibile, infatti, sarebbe opportuno osservare più operatori per ottenere maggiori informazioni sul tempo di ciclo, sui compiti dei componenti, sulla sequenza e sulle opportunità.

Oltre all'obiettivo di avere numeri affidabili sui quali impostare un ragionamento kaizen, lo scopo delle Time Observations è anche annotare qualunque inefficienza del processo, ad esempio spostamenti inutili durante il lavoro dell'operatore, mancanza di attrezzatura o una qualsiasi attività senza valore aggiunto.

## 4 Lean Transformation

In questo capitolo verrà descritto il processo di miglioramento continuo in maniera concreta attraverso una analisi degli obiettivi che l'azienda ritiene siano importanti da raggiungere per il dipartimento di ACE, nell'ambito dell'attività del MRO. In particolare, gli obiettivi che di seguito sono esposti sono i più importanti ed urgenti da raggiungere. Di conseguenza sono stati ideati dei progetti con lo scopo di apportare innovazioni che possano essere utili al fine di migliorare l'attività di MRO.

Nello specifico, dopo una analisi di confronto delle prestazioni della sede UTAS di Torino con altre sedi presenti nel Regno Unito, in Francia e in Italia che si occupano di Actuation, verranno esposti i seguenti quattro progetti di lean transformation che ho curato durante lo svolgimento del mio tirocinio:

- Kitting;
- Accelerazione del processo nel GATE 1;
- Automazione banchi di collaudo;
- Progetto 5s Banco attrezzi nel reparto Civile.

### 4.1 MRO Benchmarking

#### ***4.1.1 Prestazioni di Torino in confronto alle altre sedi di Actuation***

I dipartimenti UTAS che sono incaricati della produzione di attuatori, quindi presenti nel ramo Actuation, sono concentrati in tre paesi, Regno Unito, Francia e Italia, nei quali hanno più sedi situate tra loro vicine. Questi paesi e quindi queste sedi sono in qualche modo in competenza tra di loro. Pertanto, vengono in diverse occasioni messe a confronto sulla base della loro performance. L'obiettivo finale è quello di creare un ambiente di sfida per poter apprendere a posteriori dai vantaggi competitivi dal resto delle sedi.

Per quanto riguarda i valori dei prodotti civili, troviamo che a Torino abbiamo avuto una media di sessantadue giorni di DIH, in ventuno dei quali l'unità è stata in blocco in attesa dell'approvazione della quotazione da parte del cliente. Di conseguenza, troviamo che in Turnaround (TAT)<sup>1</sup> time è di

---

<sup>1</sup> Turnaround time: Tempo necessario per ottenere un lavoro fatto e consegnare l'output, una volta che il lavoro è stato preso in carico per il centro di elaborazione in base alla richiesta del cliente

quarantun giorni. Questi valori variano a seconda delle fluttuazioni delle chiusure aziendali e dei periodi in cui abbiamo picchi di domanda o una domanda minore.

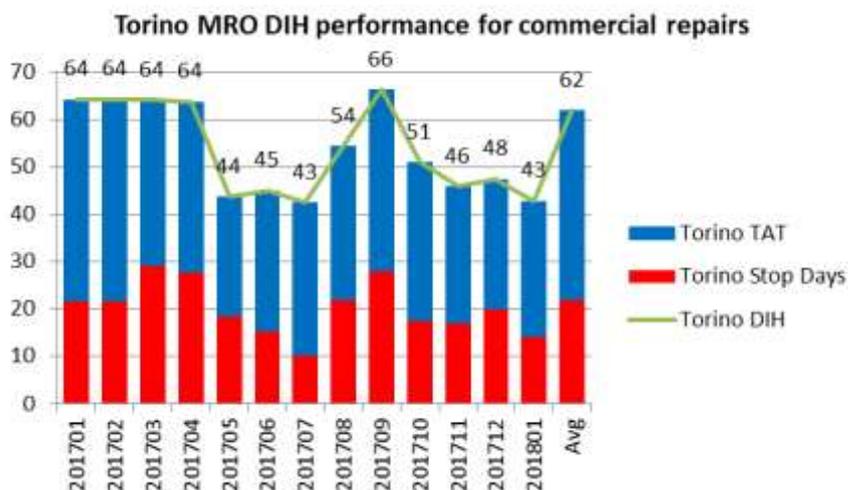


Figura 23 - Grafico di andamento dell'indicatore di giorni in casa del pezzo nella sede di Torino

#### 4.1.2 Politica aziendale, Target OTD – DIH

Nel corso degli anni, Microtecnica ha avuto dei livelli di WIP considerati molto alti in confronto alla necessità reale di materiale in magazzino o nel percorso del processo. Ciò è dovuto al tipo di business in cui Microtecnica si è sempre focalizzata, business che richiedono dei processi tecnologici e meccanici complicati che comportano capacità molto basse e domande in lotti molto variabili.

Month	Target	Gate 0	Gate 1	Gate 2	Gate 3b	WIP
2017-11	273	224	147	189	230	1008
2017-12	260	146	149	150	188	1007
2018-01	234	72	169	167	164	919
2018-02	260	191	203	215	186	895
2018-03	286	136	168	180	240	918

Tabella 1 - Livelli di WIP suddiviso nei distinti Gate nel reparto di MRO

Infatti, la situazione del processo di MRO a Torino segue in linea la storia di Microtecnica con altissimi livelli di WIP (intorno 1000 unità in WIP mentre l'output giornaliero è di 13 pezzi).

Così, per poter bilanciare il processo di una riparazione e ridurre i livelli di WIP attuali, si fissano degli obiettivi aziendali a livello Actuation che motivino gli investimenti per la riduzione di lead time del processo. Gli obiettivi che la politica aziendale ha stabilito da raggiungere a fine anno 2018 sono i 21 giorni di DIH, quindi 21 giorni da quando il pezzo entra a casa fino a che viene spedito, contando i giorni di blocco e di attesa.

Partendo dal fatto che ci troviamo in una media di 62 giorni di DIH per il 2017, ridurre fino a 21 giorni a dicembre 2018 significa ridurre quasi 3 volte il tempo in un anno e questo possiamo solo farlo se agevoliamo il processo con una linea molto più snella che riduca i turnbacks e i passaggi senza valore aggiunto. Questo ci permetterà eventualmente di “bruciare” il WIP della linea così da ridurre i tempi di attesa e avvicinare il più possibile il DIH al Lead Time.

Un ulteriore target da raggiungere a livello Actuation in MRO è quello di avere il cento per cento di consegne in tempo (OTD = 100%).

## **4.2 Progetti di trasformazione**

Durante il periodo del mio tirocinio presso la UTC Aerospace, sono stati svolti una serie di progetti per la migloria continua nell'area di MRO. Di seguito verranno descritti alcuni di questi progetti nei quali sono stato maggiormente coinvolto o che ho personalmente guidato. I progetti verranno analizzati secondo una struttura particolare.

In primo luogo viene introdotto il progetto: viene contestualizzato e ne viene spiegato il tipo che stiamo affrontando e le motivazioni che ci hanno portato a ritenere che un progetto del genere fosse necessario.

In secondo luogo, si documenta la realtà della fase del processo in questione. Questa documentazione della realtà si riferisce agli strumenti per documentazione della realtà spiegati, precedentemente, nella parte teorica di questo lavoro. Così si riesce a farsi un'idea dettagliata di come era il processo prima dell'inizio del progetto.

In seguito, si presenta il vero progetto di trasformazione. Si spiega come viene svolta la trasformazione, quali sono i vantaggi della trasformazione e quale sono state le problematiche che abbiano potuto comportare questi progetti.

Infine, rimane solo documentare qual è la situazione reale dopo l'implementazione del progetto. Sebbene non tutti i progetti sono finiti nella loro totalità esiste comunque un cambio che viene descritto nel apartado della situazione finale o futura.

#### **4.2.1 Kitting**

Il Kitting è quel sistema o metodo con cui viene presentata la raccolta di componenti necessari per la fabbricazione, nel nostro caso per il montaggio, di un particolare prodotto. I singoli componenti sono raccolti insieme per realizzare un kit, e sono rilasciati al punto di utilizzo.

Nel reparto di MRO, il passaggio dei nuovi componenti dal magazzino fino alla rulliera nella postazione di montaggio è un processo che si vuole migliorare, con l'obiettivo di agevolare il lavoro del montatore senza dover caricare con ulteriore lavoro gli incaricati di magazzino.

Secondo la metodologia Lean, un kitting adeguato deve essere il più snello possibile e pertanto vogliamo un sistema che mostri i componenti necessari agli operatori indicandoli in maniera immediata, pronti per l'uso e quindi completamente sballati.

#### ***Documentazione della realtà – Situazione iniziale***

La presentazione del materiale è totalmente particolare in relazione al tipo di processo di cui stiamo parlando. Come abbiamo detto, le riparazioni richiedono un elevato livello di flessibilità dato che esistono diversi componenti da dover utilizzare nella fase di montaggio a seconda del tipo di riparazione che si sta svolgendo. Pertanto, il sistema usato inizialmente è un sistema che comprende una cassetta, o due, per il pezzo smontato ed un'altra cassetta per i componenti da emettere per il montaggio (*vedi figura 24*).



*Figura 24 - Da sinistra a destra, due cassette con il pezzo smontato, una cassetta con dei componenti in emissione per riparazione*

Il pezzo smontato è disposto in genere in una sola cassetta ma, a volte, essendo che a seconda delle necessità e del tipo della riparazione si smonta più o meno il pezzo, si deve usare una seconda cassetta (*vedere figura 24*) per evitare che i pezzi si possano danneggiare se dovessero sbattere tra di loro. Questo tipo di danneggiamento costituisce un grande rischio perché il contatto tra metallo e metallo può creare delle microfessurazioni difficili da vedere ad occhio nudo e quindi quasi impossibili da percepire sebbene, tuttavia, il loro effetto può essere così grave da compromettere l'adeguato funzionamento dell'unità.

Per quanto riguarda i componenti in emissione per la riparazione (*figura 24*), questi vengono prelevati dal magazzino dai distinti carrelli dedicati per i diversi tipi di prodotti (*figura 25*). Il processo per il prelievo di componenti inizia quando all'operatore del magazzino viene dato un elenco di componenti attraverso delle notifiche di SAP, chiamato part list. Questo elenco di componenti non è mai lo stesso a causa del gran numero di combinazioni possibili di componenti necessari. A quel punto, l'operatore stampa sia la part list che le etichette identificative per ogni componente.

Queste etichette contengono informazioni molto importanti per il rintracciamento dei componenti, come il part number, il badge a cui appartiene il componente, la quantità di componenti di ogni tipo e così via. Sebbene questo tipo di informazioni siano obbligatorie in quanto sono necessarie poter informare i clienti sulla tracciabilità dei componenti, a questo livello del processo, questi dati sono del tutto irrilevanti per l'operatore di montaggio. Pertanto sarebbe utile mantenere queste informazioni

solo a livello di sistema informatico e non necessariamente sulle etichette. In questo modo abbiamo già individuato un'attività del processo che non dà del valore aggiunto al prodotto.

Una volta stampate le etichette l'operatore è pronto per prelevare dal carrello i componenti. Riga dopo riga nella part list, l'operatore cerca il part number indicato nel carrello, preleva le unità necessarie per ogni componenti e le imbusta in dei sacchetti di plastica con chiusura a ZIP e mette la busta nella cassetta per l'emissione. L'operatore ripete questa attività per ogni part number disposto nell'elenco di componenti e per ogni riparazione eseguita nel reparto.



*Figura 25 -1 Carrello dedicato per il prelievo di componenti emessi per ogni part list*

Si è calcolato che in media ci si mette intorno a quindici minuti per eseguire un'emissione. Il risultato giornaliero è quindi approssimativamente di 225 minuti, quasi quattro ore, impiegati a fare solo emissioni, contando che in media si fanno una quindicina di riparazioni nel reparto.

Una volta nella cassetta, i sacchetti dei componenti essendo molto simili tra loro, si ritrovano mischiati tutti insieme. Infatti, i sacchetti sono nella maggior parte dei casi molto più ingombranti di quanto non lo siano i componenti, che di solito sono pezzi di minuteria e quindi molto piccoli. Così, una volta che la cassetta viene emessa dall'operatore, la prima azione che si fa prima di iniziare con il montaggio è una sistemazione dei pezzi sul tavolo di lavoro secondo l'ordine in cui verranno utilizzati. Questa

attività si fa sempre dato che in caso contrario gli operatori dovrebbero mettersi a ricercare il componente adeguato a metà della lavorazione, cosa che secondo la loro esperienza sarebbe controproducente.

L'ordine in cui i materiali sono disposti nel tavolo di lavoro viene di solito stabilito in funzione della riparazione che si deve fare. Il punto è che esiste un numero di sottoassiemi dentro delle unità che dovranno, se necessario, essere riparati. Di seguito, facciamo un esempio per valutare dinanzi a quali possibilità ci possiamo trovare.

Nel caso della PVM esistono quattordici gruppi di componenti. Alcuni, come le guarnizioni e le protezioni, dovranno essere sempre sostituiti con dei nuovi. Ci sono, invece, componenti come ad esempio i solenoidi, la leva o il tubo che saranno sostituiti unicamente se essi sono danneggiati. A questo punto, se sarà il caso di dover sostituire uno di questi sottoassiemi, si dovranno anche sostituire i le guarnizioni, rondelle, pin e connettori che si interfacciano con quel sottoassieme dato che nella riparazione dovranno essere smontati e c'è il rischio abbiano perso le loro proprietà durante lo smontaggio. Infine, c'è anche la possibilità, ancora più frequente della precedente, di dover cambiare i componenti di minuteria intorno a un sottoassieme, che si usurano con il tempo senza dover cambiare il pezzo principale del sottoassieme perché questo non presenta dei danni.

Così, ritornando al discorso della sistemazione dei componenti sul tavolo, vediamo che anche questa non è un'attività standard, anche perché dipende delle preferenze dell'operatore sulla base di ciò che vuole sostituire prima.

In ogni caso, una volta che tutto è ordinato, inizia la riparazione. Quando serve un componente, si taglia il sacchetto che lo contiene e si butta direttamente nella spazzatura, creando così un elevato numero di rifiuti ad ogni riparazione.

### ***Implementazione del progetto***

Questo è stato un progetto che ho guidato personalmente ed è stato sviluppato attraverso il disegno di diversi sistemi prototipi. In totale si sono svolti fino a tre sistemi prototipi, alcuni con similitudini dato che l'approccio scelto è stato quello di crearne uno dopo l'altro. Per questo motivo, il sistema successivo aveva delle caratteristiche e delle particolarità simili al sistema precedente, se quelli erano dei requisiti che volevamo nell'implementazione finale del modello.

Innanzitutto, mi sono interfacciato con il personale coinvolto in questo progetto, ossia: i magazzinieri, gli operatori di montaggio ed il responsabile del dipartimento. Ad un livello diverso, mi sono

interfacciato anche con il mio responsabile e tutor aziendale che ha indirizzato il progetto con l'aiuto delle sue conoscenze sui parametri della lean transformation.

Gli obiettivi principali che il nuovo sistema d'emissione doveva raggiungere erano in primis, l'agevolazione o eliminazione di tutti i processi che non danno del valore aggiunto, ossia, il dover stampare le etichette per ogni singolo componente di ogni emissione realizzata dagli operai di magazzino e il dover sistemare i componenti prima di iniziare il montaggio. In secondo luogo, volevamo migliorare il livello di sicurezza in cui si movimentavano le parti da quando il pezzo è smontato nella zona del WIP fino al montaggio. Infatti, sebbene non siano mai stati rilevati danni nel pezzo, spesso sono state individuate situazioni di rischio. Ad esempio, dei pezzi di metallo avrebbero potuto danneggiarsi tra di loro se fosse accaduto qualcosa mentre le parti vengono movimentate dagli operatori.

Pertanto, mentre il primo obiettivo viene indirizzato ad un progetto di trasformazione della configurazione con cui si fa l'emissione, il secondo obiettivo viene relazionato ad un progetto di trasformazione della cassetta dove è contenuto il pezzo smontato.

Questi obiettivi sono da raggiungere non solo per un prodotto nello specifico, ma per tutte le linee di vendita nel reparto di MRO. Inizialmente, sapevamo già che ci sarebbero state delle limitazioni nel mettere insieme in uno stesso sistema le necessità per componenti di diverse dimensioni. Infatti, i martinetti più lunghi e grossi non possono essere contenuti in nessuna cassetta ergonomica ma, comunque, la nostra idea è avere un sistema flessibile che regga il massimo numero di unità e minimizzi le eccezioni. In caso contrario, avremmo dovuto preparare delle cassette dedicate per ogni singolo prodotto, dovendo creare anche spazio nel magazzino per conservare lo stock di cassette.

Come esempio di unità, abbiamo preso quelle di PVM come l'unità standard su cui progettare la trasformazione: le sue dimensioni medie, gli alti volumi di lavoro e le buone prospettive di crescita rendono questa unità adatta per l'obiettivo prepostoci.

### ***Cassetta 1 – Pezzo smontato***

Il cambio del tipo di cassetta per il pezzo smontato è stato un progetto breve in quanto presentava poca difficoltà. Tuttavia, era assolutamente necessario portare avanti questo progetto dato che rappresenta l'eliminazione di situazioni di rischio che potrebbero comportare delle perdite molto alte per l'azienda, come il rovinare un'intera unità.



*Figura 26 - Cassetta contenitore del pezzo smontato suddivisa tramite separatori in plastica*

La prima scelta fatta, in quanto l'obiettivo principale era proteggere le parti smontate, era quella di creare una cassetta più alta di quella che si usava inizialmente, per evitare il ribaltamento dell'unità, suddivisa con l'aiuto dei separatori di plastica (*figura 26*).

Purtroppo, andando avanti con le prove del modello ci siamo resi conto che esistevano tanti livelli di smontaggio del pezzo, pertanto occorreva proteggere un numero più piccolo o più grande di parti con dimensioni sempre diverse. Pertanto, il problema non poteva essere sempre risolto con dei separatori ma spesso era necessario anche usare due cassette quando il pezzo era più smontato, o rimuovere i separatori se invece il pezzo era meno smontato, e quindi troppo grande per poter essere contenuto tra i separatori stessi.

Avendo dunque scartato l'idea di utilizzare dei separatori, abbiamo pensato di poter proteggere le parti smontate con dei sacchetti di pluriball.

Inizialmente, abbiamo pensato di proteggere tutte le parti assicurandone la loro integrità. Ci siamo però imbattuti in un altro problema: il pezzo più grande, spesso, poteva essere così pesante da non essere ergonomico oppure a volte c'era anche dell'olio sporco nel corpo centrale che poteva creare difficoltà nel posizionare il pezzo in un sacchetto.

Solo a questo punto ci siamo resi conto che perché le parti fossero sicure, era necessario che tutte le parti smontate, tranne una, fossero protette. Quindi abbiamo optato per lasciare il pezzo centrale così com'era, senza protezione di pluriball, dato che non c'era rischio di danneggiarlo. Invece, tutte le altre parti più piccole e di peso molto minore, sono state imbustate (*vedi figura 27*).



*Figura 27 - Cassetta contenitore del pezzo smontato con protezioni di pluriball nelle parti smontate*

### ***Cassetta 2 – Componenti in emissione***

In tutti i progetti esistono delle limitazioni, siano esse economiche o tecnologiche. In questo caso, ci troviamo dinanzi ad una limitazione che è una combinazione delle due. Il modo più semplice di mettere insieme già dal momento dell'emissione i diversi sottogruppi richiesti per la riparazione è sicuramente quello di poter creare la part list con la sequenza di ordine che noi preferiamo. In alternativa, se il metodo precedente non fosse possibile, ogni componente si dovrebbe almeno identificare dentro la part list con un campo descrittivo del sottogruppo a cui apparteneva.

Purtroppo, il sistema ERP SAP è regolato dall'esterno della Microtecnica e segue una precisa struttura che serve a tutto il gruppo aziendale. Pertanto, questo sistema non è flessibile a tal punto da poterlo adattare alle nostre esigenze. Un cambiamento del genere non poteva quindi essere effettuato in un breve periodo di tempo, pertanto questo è un progetto che potrebbe valutare più avanti qualora il progetto di trasformazione del materiale avrà il successo sperato.

Con questi limiti, ci troviamo con l'impossibilità di poter eliminare il compito di ordinare i componenti all'operatore. Occorre pertanto assegnare questo compito agli operai di magazzino.

A livello aziendale, questo costituisce già un cambiamento importante essendo che come norma, il tempo operativo degli operai di montaggio è più prezioso di quello dei magazzinieri. In ogni caso, l'obiettivo è quello di cambiare il modo in cui i magazzinieri lavorano, così da poter far rientrare tra i loro incarichi il compito di ordinare i componenti, eliminandone nel contempo altre mansioni che non danno valore aggiunto, come quello dell'insacchettare ed etichettare.

Come abbiamo detto in precedenza, il progetto si è svolto in tre fasi. Ogni fase rappresenta un prototipo che cerca di risolvere le insufficienze del processo precedente.

### ***Ipotesi 1***

La nostra prima ipotesi era quella di creare una cassetta che potesse accumulare il numero massimo dei componenti possibili. Facendone la prova per la PVM, siamo riusciti a fare entrare intorno a un 85% dei possibili componenti, sapendo che molto raramente se ne emettono più di un 50%.

L'approccio è stato quello di creare una specie di shadow box adattata per la PVM. Ogni componente aveva la sua postazione predefinita dentro della cassetta e sapendo che sicuramente non tutta si sarebbe riempita, ci sarebbero stati degli spazi liberi per altri tipi di componenti inequivocabili che sarebbero quindi stati posizionati senza una postazione fissa (*figura 28*).



*Figura 28 - Cassetta per l'emissione di componenti dedicata.  
Ogni componente ha una postazione fissa*

Questa ipotesi ci ha fatto capire che ottimizzando gli spazi e non utilizzando gli ingombranti sacchetti di plastica eravamo capaci di fare l'emissione per tutte le unità con la dimensione della cassetta scelta.

Purtroppo, questa ipotesi non prevede una cassetta flessibile quindi deve essere dedicata: diventa necessario uno stock di cassette.

Inoltre, anche se non dovrebbe, questa può non essere una configurazione valida per altre unità (ad eccezione dei martinetti). Così facendo, sarebbe stato necessario replicare il lavoro della configurazione della cassetta per ogni famiglia di prodotto, cosa che non vogliamo.

## ***Ipotesi 2***

Nella seconda ipotesi abbiamo già predisposto che le etichette e i sacchetti di plastica non ci devono più essere. Stabiliamo anche che la cassetta dovrà essere pensata per poter gestire un lavoro flessibile. Così abbiamo individuato l'opzione di contenere i componenti in delle cassette di plastica di dimensione standard (*vedi figura 29*). L'emissione è del tutto flessibile avendo solo un paio di eccezioni, due componenti che per le loro caratteristiche di struttura non sono adeguati alle cassette piccole. In questa ipotesi, più componenti vanno posizionati nelle piccole cassette. I pezzi, mischiati tra di loro, vengono collocati nelle scatole a secondo il sottogruppo o famiglia di componenti a cui appartengono.

Sia l'operatore di magazzino che l'operatore di montaggio distingue il sottogruppo del componente con l'aiuto di un codice a colori che è impianto sia nel carrello del supermarket che nelle cassette.

In questo modo, trasformiamo le cassette in contenitori per un solo sottogruppo e risolviamo così il dover ordinare dall'inizio il materiale da parte del montatore.

Sebbene il magazziniere ora deve prestare attenzione nel collocare il componente nella cassetta adeguata, il codice a colori rende semplice questa attività e, se ben gestita in quanto ad ergonomia, non aggiunge praticamente nessun tempo all'operazione.

Purtroppo, abbiamo trovato una deficienza in questo sistema nel momento in cui l'abbiamo testato. Le cassette dovranno prima o poi rientrare in magazzino e dovranno essere sistemate nelle loro postazioni senza essere mischiate con altre cassette di sottogruppi di altri componenti.

Questo non sarebbe un problema se ci fosse un numero ridotto di cassette ma siccome in genere sono piccole dato che sono adatte alla minuteria, sono per forza anche un grande numero.



*Figura 29 - Cassetta per l'emissione di componenti flessibile. I componenti vengono contenuti in delle piccole scatole a seconda il sottogruppo a cui appartengono*

### ***Ipotesi 3***

Esiste anche una terza ipotesi che, come in precedenza, prende i punti deboli dell'ultimo sistema e prova a minimizzarli mentre si tenta di sfruttare i punti forti del sistema precedente.

Così, per il terzo sistema prototipato, si è pensato a delle cassette di una dimensione maggiore a due livelli. Il livello inferiore comprende dei separatori per tenere comunque la minuteria divisa e ben ordinata. Il livello superiore è ampio e può tenere oggetti più grandi (*vedi figura 30*).

Questo tipo di cassettole non le abbiamo trovate sul mercato attualmente e così siamo andati avanti con un modello completamente adattato alle nostre necessità.

Questo tipo di approccio riduce ad una il numero massimo di cassette per sottogruppo e così rende ancora più facile all'operatore del magazzino fare l'emissione e al montatore recuperare i componenti che gli servono, nonché riduce al minimo il numero di cassette da dover sistemare di nuovo in magazzino, vicino al carrello dedicato a quell'unità.



*Figura 30 - Cassetta per l'emissione di componenti flessibile. I componenti vengono contenuti in delle scatole a due livelli. È adeguata sia per la minuteria che per i pezzi più grandi*

### **Risultati – Situazione finale – futura**

Prima della fine del mio tirocinio presso Microtecnica, si era già deciso di approvare e portare avanti il modello di proposta numero 3, per la cassetta dei componenti, insieme al sistema di protezione con pluriball delle parti più piccole del pezzo smontato. Senza dubbio questo modello è stato il più utile per garantire la sicurezza del pezzo ed eliminare processi che non davano valore aggiunto.



*Figura 31 - Prelievo per un'emissione di componenti per il montaggio di una PVM*

Pertanto, al giorno d'oggi il processo viene svolto nel seguente modo.

La part list viene inviata all'operaio di magazzino. Questi, stampa la part list e si dirige con un carrello, sul quale appoggia la scatola dei componenti, verso il carrello dedicato dell'unità per cui emettere.

Nello stesso carrello dedicato esiste una postazione dove vengono conservate le cassette con il codice a colore e le foto dei componenti da dover collocare all'interno.

A questo punto, inizia l'emissione con la lettura del primo part number. L'operatore cerca il codice nel carrello, identifica di che colore è e deposita il componente nell'omonima cassetta. Dopodiché deposita questa nella cassetta grande per l'emissione (*vedi figura 31*). Questo processo si ripete ogni volta. Mentre all'inizio l'operatore andrà a prelevare le cassette colorate dal deposito nel carrello, più avanti, se la cassetta è già stata riempita da qualche componente con lo stesso colore, basterà solo mettere il componente nella sua postazione.

Una volta che l'emissione è finita, si presentano all'operatore entrambe le cassette (l'intera parte ed i componenti) attraverso una rulliera. Con il formato di presentazione attuale, l'operatore non deve più sistemare le cose in quanto si ritrova con tutti i componenti visibili e classificati.

Per concludere questo progetto, manca trovare delle cassette da parte da un fornitore esterno. Eventualmente, se non si trovassero queste precise cassette nel mercato esiste anche l'opzione di farsi fare le cassette su misura. Infine, mancherà anche implementare il sistema nelle altre unità, oltre le PVM.

#### **4.2.2 Accelerazione del processo nel GATE 1**

Per riuscire ad avere un OTD del cento per cento è molto importante il tempo con cui viene gestita la Gate 1 del processo.

A livello contrattuale, soprattutto per quanto riguarda i clienti civili, a seconda del tipo di riparazione da dover effettuare sul pezzo, cambierà la data di consegna prevista. Dunque, è molto importante accelerare il più possibile la prima parte del processo: dalla ricezione allo smontaggio dopo il test iniziale. Solo a questo punto del processo è infatti possibile determinare che tipo di riparazione serve oppure se non ne serve nessuna (No Fault Found, NFF) e di conseguenza sapere quando deve essere spedita quell'unità specifica. In questo modo viene realizzata una lista di precedenza delle riparazioni in funzione del lead time rimanente e della data di consegna stabilita.

Inoltre, dire che accelerare una parte del processo non significa per forza avere un'accelerazione di tutto il processo perché quello dipenderà da dove sarà il collo di bottiglia. Perciò, si avvia un progetto di trasformazione del Gate 1, appunto per cercare di fare degli investimenti nella parte del processo più saturata, quella che può fare ridurre il lead time e di conseguenza i DIH (mantenendo invariabili i giorni di blocco del cliente), contribuendo all'incremento del OTD fino al 100%.

## ***Documentazione della realtà***

Per documentare la realtà del processo del Gate 1 abbiamo usato dei diversi strumenti ACE come il **benchmarking** (abbiamo visto il processo di ricezione di Monroe (USA) dove in un conveyor che va dall'ingresso dell'azienda fino ai banchi di collaudo, si eseguono la ricezione, il controllo part number, l'ispezione visiva senza fermi e l'ingresso al banco di collaudo senza nessuna fermata), il **Gemba Walk**, dove abbiamo anche preso delle **time observations**. Infine, abbiamo usato anche i tool **VSM** e **Current State Map**. Il nostro approccio quindi, prima di iniziare con la trasformazione, è quello di eliminare al massimo il numero di attività che non danno valore aggiunto così da poter eliminare anche il massimo numero di punti di blocco, come fanno a Monroe.

A continuazione si presenta il current State Map del processo di induzione, ossia il Gate numero 1. La *Tabella 2* ci fornisce diverse informazioni. Innanzitutto, vengono descritte le attività in ordine cronologico svolte nel Gate 1, da quando arriva il pezzo fino la realizzazione dello Shop Finding Report e la Part List richiesta per il montaggio. Per ogni attività, vengono forniti anche l'ubicazione dove viene svolta l'attività, una descrizione, il tempo che ci si impiega a svolgere quell'attività per un'unità, ossia con zero code e l'input e output relativi a quell'attività. In più, vi è anche una striscia di colore che indica il grado di valore aggiunto che ha quella parte del processo.

In un colpo d'occhio possiamo osservare che ci sono diverse opportunità di miglioramento, dato che sulle tredici fasi del Gate 1, solo tre attività danno realmente valore aggiunto (in verde). Ci sono, invece, cinque attività che costituiscono totalmente una muda ed altre quattro che non danno molto valore aggiunto ma che però, in qualche caso, costituiscono delle mansioni da svolgere per poter assicurare la qualità e la buona gestione. Tuttavia, in un altro sistema, queste potrebbero diventare attività superflue e quindi potremmo avere l'opportunità di eliminare alcune di queste attività.

In precedenza abbiamo visto una descrizione del processo intero per una riparazione, adesso è importante analizzare più in dettaglio la prima parte di questo per vedere quali sono le opportunità in quanto a eliminazione di muda ed eliminazione di attività che potrebbero servire solo una volta ogni tante unità.

	1	2	3	4	5	6
<b>Location</b>	Ingresso piano 0	Ingresso piano 0	Ingresso piano 0	Ingresso piano 0	Piano 0 - Piano 1	MRO WH
<b>Activity</b>	Arriva camion - scarico unità	Timbro + Immagazzinare piano 0	Chiamata da Incoming WH - MRO WH	Revisione Part Number (PN) NICMA+MRO WH	Pezzo trasportato in magazzino MRO	Sballaggio/ Revisione PN/ Compilazione excel/ etichetta ed identificativa
<b>Time (WIP=0)</b>		2 min	30 min	5 min	5min	6 min
<b>Input</b>		Pezzo + Documentazione	Inizia DIH & TAT	MRO WH scende	Pezzo pronto da portare in reparto MRO	Pezzo pronto per essere sballato
<b>Output</b>	Arriva unità	Inizia DIH & TAT	MRO WH scende	Pezzo pronto da portare in reparto	Pezzo pronto per essere sballato	Pezzo in magazzino MRO
<b>Value Added</b>						

7	8	9	11	12	13
Officine MRO	Officine MRO	Officine MRO	Reparto MRO	Zona collaudo	Reparto MRO
Portare i documenti ai Contract Adm.	Introduzione SAP/ Ordine di lavoro creato	Ordine di lavoro consegnato a Responsabile reparto e Planner	Ispezione visiva + Revisione PN + Pulizia pezzo	Collaudo iniziale	Smontaggio e realizzazione dello Shop Finding Report & Part Request.
2 min	10 min	1 min	35 min	2 h	5h
Documentazione tolta dall'imballo	Ordine di Lavoro nella scrivania del responsabile	Ordine di Lavoro nella scrivania del responsabile	Settaggio di priorità	Pezzo pronto al collaudo	Pezzo pronto a essere smontato
Contract Adm. Riceve documenti	Settaggio di priorità	Settaggio di priorità	Pezzo pronto al collaudo	Pezzo pronto a essere smontato	Shop Finding + Part Request in SAP

*Tabella 2 - Mappa di processo del Gate 1 prima del progetto di trasformazione.*

*Codice colore value added: verde = molto valore aggiunti; giallo = poco valore aggiunto; rosso = nessun valore aggiunto*

Il processo inizia con l'ingresso della parte attraverso la porta di ricezione di materiale. A questo, segue immediatamente il timbro da parte di un addetto dei documenti del corriere per confermare la ricezione del pezzo. Mettere il timbro già dall'inizio è un'attività richiesta da parte dal cliente e quindi è un'attività che consideriamo di valore. Quest'attività è richiesta perché è da quel momento che si avvia il tempo del Lead Time e dei giorni in casa (DIH).

Subito dopo, la stessa persona che mette il timbro lascia i pacchi ricevuti e destinati ad essere riparati nella loro postazione segnalata, in attesa della risorsa incaricata portare i pacchi al primo piano. Questa non è una azione di valore, infatti, un sistema di rulliere verticali potrebbe risolvere il problema facilmente, tuttavia, ovviamente, occorre prima verificare se vale la pena fare un investimento del genere.

Pur di ridurre il fermo che suppone quest'attività, da poco si è deciso che la persona che riceve le parti nel piano zero deve chiamare l'incaricato della movimentazione verso il piano superiore ogni volta che ci sono pacchi in attesa. Il problema, però, non si risolve del tutto dato che quest'ultima persona ha

delle altre attività da svolgere come rappresentante sindacale e quindi sono frequenti le attese anche di più di tre ore.

Quando il responsabile del magazzino di MRO scende al piano zero, si fa un primo controllo sui part number e numeri di serie presenti nei documenti del corriere. Questo processo può evidenziare, di tanto in tanto, degli errori da parte del cliente. Per questo motivo, in modo abitudinario, è stata convertita un'attività che potrebbe essere eliminata in una parte del processo, sapendo che comunque, prima o poi, ci si sarebbe resi conto che c'è stato un errore da parte dal cliente nei numeri di serie e delle parti nei documenti.

Quando si è verificato che i documenti sono corretti, vengono portati al piano superiore manualmente, con l'aiuto di un carrello. Questo step di trasporto costituisce interamente una muda che il cliente non è disposto a pagare. Purtroppo, le installazioni ad oggi hanno delle limitazioni considerevoli e così abbiamo segnato il processo in giallo.

Una volta che il pezzo si trova nel magazzino di MRO, viene sballato e vengono ancora eseguiti dei lavori di controllo dell'unità, sia del part number inciso nella struttura stessa dell'unità, sia un'ispezione visiva per assicurare che non ci siano danni rilevanti nel pezzo.

Queste attività sono già state eseguite in precedenza per quanto riguarda il controllo del part number oppure potranno essere svolte in condizioni migliori più tardi nel processo, facendo fare ad esempio l'ispezione visiva all'operatore di smontaggio.

Lo stesso responsabile del magazzino di ricezione MRO, ha l'incarico di riempire una targhetta che verrà appesa alla parte con il numero di part number, il nome del cliente a cui appartiene il pezzo e la data in cui è arrivato. Questo ultimo compito non risulta per niente utile nella parte civile in quanto esiste poco stock, dati i brevi tempi di consegna. Di solito, infatti, si lavorano le unità del giorno prima, quindi facili da identificare solo con il part number senza l'aiuto di etichette. Per il militare, invece, siccome si possono raggiungere livelli alti di stock allora diventa conveniente identificarli.

Finito lo sbalaggio ed i controlli, la stessa persona porta i documenti delle parti arrivate negli uffici di MRO dove si trovano i contract administrator. Solo a questo punto, dopo aver dovuto aspettare anche più di un giorno, i contract administrator possono inserire i dati del pezzo sul sistema di ERP, SAP. Solo quando il pezzo è inserito nel sistema si può creare la work order e solo così il planner e il responsabile del reparto possono settare i lavori da fare per ogni operatore nelle successive giornate in funzione delle precedenze che hanno i pezzi, ma anche delle risorse disponibili. Il work order viene dato al responsabile del reparto in formato cartaceo e questa costituisce un'attività che, anche se viene

svolta in pochissimo tempo, non è utile, anche perché il responsabile non ha una postazione di lavoro fissa quindi finisce per non vedere le work order fino a che non finisce la giornata.

Una volta che il settaggio di priorità è fatto, agli operai viene indicata quale unità prendere in carico. A questo punto, l'operaio si reca nel magazzino di MRO e prende l'unità, la porta nella sua postazione di lavoro, fa un'ispezione visiva e, se necessario, pulisce la parte dall'olio e dalla sporcizia con l'obiettivo di non sporcare né la zona di lavoro né il banco di collaudo. Quest'attività, togliendo il dover spostarsi per andare a cercare il pezzo, dà valore aggiunto. Il problema è che c'è stata una ripetizione di una mansione che è già stata eseguita, dato che in precedenza qualcuno ha già fatto un'ispezione visiva.

Una volta completata l'ispezione, la parte è pronta per il collaudo. L'operatore prende il pezzo e solo se il banco sarà libero e lui è qualificato per collaudare quell'unità, porterà avanti il collaudo. Altrimenti, lascerà la parte da collaudare in attesa nelle scaffalature apposite nella zona di collaudo.

Il processo di collaudo iniziale, insieme allo smontaggio costituiscono le attività che danno più valore aggiunto. Il collaudo viene svolto secondo una procedura standard, sia manuale che automatica.

Quando il pezzo completa il collaudo sappiamo già che tipo di riparazione dobbiamo svolgere: solamente un ri-certificazione (se il pezzo risulta NFF), una piccola riparazione, una grande riparazione o un overhaul, ossia una revisione completa della parte.

Alla fine, il pezzo viene smontato e così l'operatore capisce che componenti serviranno per il montaggio. Per fare il report di quali componenti servono, l'operatore compila lo shop finding report e la part list request. Dopodiché, la parte viene stoccata nel magazzino WIP in attesa del montaggio.

### ***Implementazione del progetto***

Il progetto di accelerazione del gate 1 ha come obiettivo principale eliminare i fermi dato ci siamo resi conto che sono appunto le fermate dentro il processo ciò che fa crescere di più in lead time. Il modo più semplice di raggiungere il nostro obiettivo è quello di creare un processo più snello con meno step. Abbiamo visto prima che ci sono fino a cinque passi che non danno nessun valore aggiunto e dobbiamo trovare il modo di eliminarli mentre riconfiguriamo il processo.

Questo progetto potrebbe suddividersi in due sotto progetti che lavorano insieme per raggiungere lo stesso obiettivo. Il primo progetto consiste nel ridurre il tempo che passa da quando entra il pezzo fino che i documenti non arrivano al contract administrator, così da poter creare un flusso di lavoro parallelo che riduca il tempo operativo. Il secondo progetto, invece, intende creare una nuova struttura di layout e di processo per la linea dei prodotti civili, quelli per cui è richiesto un indice di DIH pari a 21

giorni, per mettere gli operatori in contatto diretto con le unità ancora da prendere incarico. In questo modo, si cerca di ottimizzare il lavoro del responsabile del reparto, che con un colpo d'occhio può capire a che step del processo sono tutte le unità dentro del gate 1.

L'accelerazione del gate 1 è un progetto che si è svolto durante una settimana chiamata Leadership Week. Questo tipo di settimana si ha una volta ogni tre mesi alla UTC con l'obiettivo mettere a disposizione le risorse giuste durante sette giorni per l'innovazione nei processi. Durante la Leadership Week, si formano dei gruppi di lavoro formati da direttori, impiegati, operai e personale di manutenzione che porteranno avanti un progetto di miglioramento mettendo da parte, nella misura del possibile, i doveri del proprio lavoro giornaliero. La Leadership Week è stata quindi un'occasione perfetta per avere a disposizione persone di dipartimenti ed aree diverse tutte insieme per lavorare con lo stesso scopo.

Per quanto riguarda il primo sotto-progetto, abbiamo iniziato da una riunione con la direzione del MRO, i contract administrator, l'operatore di ricezione al piano zero e l'incaricato del magazzino di ricezione MRO, incaricato anche della movimentazione del pezzo verso il primo piano. Innanzitutto abbiamo reso noto a tutti gli interessati il contesto del progetto, spiegando quale era l'obiettivo della settimana. Subito sono state espresse delle buone proposte migliorative, però si è deciso che la cosa migliore da fare fosse prima capire in che modo stava funzionando il sistema fino a quel momento. Così, prima di raccogliere le idee abbiamo raccolto i dati reali del processo.

Sebbene i tempi delle attività fossero brevi, questi si allungavano a causa delle fermate. Pertanto abbiamo pensato che la miglior idea era anticipare il momento in cui arriva la documentazione ai contract administrator. Le soluzioni erano due: o avvicinavamo i contract administrator al punto di ricezione del pezzo, o avvicinavamo la ricezione del pezzo ai contract administrator.

Il primo caso avrebbe coinvolto i contract administrator che sarebbero passati dal lavorare in degli uffici al ritrovarsi in una postazione più operativa all'interno dell'area magazzino con dei carrelli e dei muletti. L'altro caso sarebbe stato ancora più difficile da realizzare perché impedirebbe che la stessa persona faccia anche le ricezioni delle altre unità non dirette al MRO.

Una via di mezzo, che abbiamo considerato molto vantaggiosa perché avrebbe risparmiato opere di ristrutturazione delle postazioni di lavoro e che accontentava i contract administrator, era mettere una fotocopiatrice al piano zero così da scansionare la documentazione del pezzo.

Questa idea è stata messa in pratica: non sarebbe stato più necessario sballare il pezzo al primo piano ma al piano zero e non l'avrebbe fatto più l'incaricato della ricezione MRO ma l'incaricato di tutte le

ricezioni. È stata eseguita, quindi, una fase di time observation durante un'intera giornata, dove sono arrivate fino a quattro consegne per un totale di diciannove pezzi, ed abbiamo concluso che l'operatore di ricezione impiegava, a seconda del tipo d'imballaggio, tre minuti in media a sballare la parte, mandare i documenti necessari e a mettere di nuovo la parte nell'imballaggio, senza sigillarlo, solo per renderne sicura la movimentazione fino al primo piano. Dall'altra parte, i contract administrator, avendo ricevuto la documentazione, avevano bisogno di altri dieci minuti per creare il work order.

Così, nel il tempo impiegato dall'incaricato delle ricezioni MRO a finire i propri incarichi, scendere, prendere le unità e riportarle sopra, le work order sarebbero già state create, risparmiando così tutto il tempo che prima ci avrebbe messo l'incaricato a sballare, fare l'ispezione visiva, riempire moduli di documentazione e file Excel e alla fine portare i documenti presso i contract administrator.

Il secondo sotto progetto è stato indirizzato esclusivamente alla parte militare. A differenza del primo, andare a modificare il layout di ricezione per tutte e due linee di attività in una sola settimana sarebbe stato un po' troppo impegnativo da progettare prima dell'implementazione rischiando così di non concludere il cambiamento. Invece si è preferito ridurre le dimensioni di tale progetto pur di assicurare che l'implementazione venisse portata a termine.

In questo caso, le persone più coinvolte sono state il responsabile della ricezione di MRO, gli operatori di smontaggio, che sono quelli che andavano a prendere il pezzo da riparare fino al magazzino e il responsabile del dipartimento, come persona che assegna gli ordini di lavoro agli operatori a seconda delle priorità.

La priorità, già decisa dalla direzione, era una configurazione che permettesse di capire velocemente quale è la performance del gate 1. Questo obiettivo è sempre indirizzato a compiere gli standard sottoposti dal gruppo UTAS in quanto alla soglia di ventun giorni di DIH e il cento per cento di OTD. Una configurazione del genere permetterebbe di analizzare facilmente quali sono le deficienze del processo e perché non siamo capaci in tante occasioni di prendere in carico i pezzi arrivati il giorno precedente, dato che in teoria, dovremmo averne la capacità.

In più, essendo che si vuole mettere in piedi un nuovo layout per la ricezione civile, si considera anche un sistema che, tramite software, ci permetta di tracciare il pezzo in tempo reale nella linea. Il punto, oltre a ubicare il pezzo, è sapere quanto tempo resta un pezzo in blocco aspettando di essere presso incarico dal prossimo operatore nella linea del processo. Con queste informazioni, che fino oggi non sono così affidabili, si può incidere, in futuro, sulla parte del processo che bisogna veramente migliorare e incrementarne la capacità di forma più precisa.

La fase di implementazione di questo progetto prevede lo sgombero dell'area vicino i banchi di smontaggio dove si trovano unità militari con bassissima rotazione. Infatti, questa poca rotazione delle unità presenti in quella zona, ha provocato che col passare del tempo si sia creato uno spazio dove tutto quello che non aveva un posto fisso e non si usava, andava a finire. Con l'implementazione del progetto, abbiamo liberato quella zona, piazzando le unità con bassa rotazione in delle aree libere del secondo piano e creando degli scaffali provvisori per mettere le unità appena arrivate dal piano zero. Nella *figura 32* si può vedere la situazione da prima a dopo passando per la fase di sgombero.

Sebbene questa soluzione sia per ora provvisoria, si può capire la filosofia che si cerca per il futuro. L'operatore, sarà autosufficiente e sarà lui a decidere quale unità dover prendere, conoscendo quali sono le preferenze e conoscendo ovviamente le sue abilità.



*Figura 32 - Processo di trasformazione dell'area vicino l'attività dello smontaggio.  
La zona, che stoccava prodotti bloccati e senza rotazione (in alto a sinistra)  
si converte (in alto a destra) ora in area di stoccaggio delle parti civili (in basso)*

A causa dei problemi dati dal cattivo odore che emana dell'olio utilizzato in alcune unità, il punto finale di questo progetto di trasformazione sarà una struttura chiusa, con condotto di aspirazione, in vetro. In questo modo si riesce a permettere lo stesso grado di visibilità dell'implementazione del progetto

fatta durante la Leadership Week e nel contempo si prevengono anche le problematiche relative all'odore delle unità.

Infine, per la parte del progetto di migioria che riguarda il miglioramento della tracciabilità delle parti si è pensato ad un semplice sistema che, con l'aiuto del software necessario e quattro schermi con a video le informazioni che dà il responsabile, permetta a tutti gli operai del reparto, sia dalla parte civile che militare di avere a disposizione costantemente l'informazione relativa a quale unità devono lavorare.

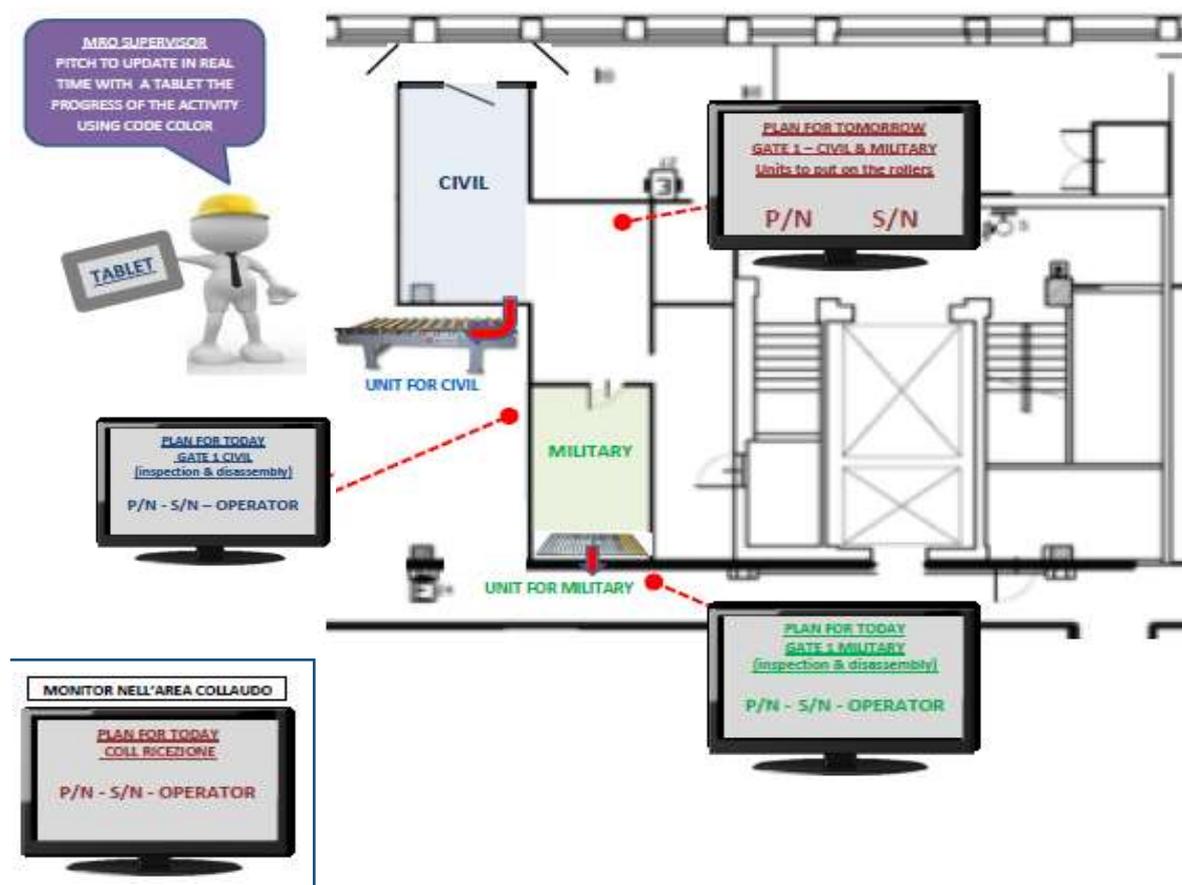


Figura 33 – Schema di monitoraggio e assegnazione degli ordini di lavoro agli operatori sia per il civile che per il militare che per i collaudi

In tutti gli schermi viene visualizzato un elenco di part number a cui viene assegnata una persona. Il primo schermo dà l'informazione al responsabile del magazzino MRO su quali unità si devono prendere in carico nella giornata, dovendo assicurare che queste unità siano pronte al suo prelievo nella postazione giusta, sia per il militare che per il civile. Il secondo e terzo schermo invece, con la stessa informazione, forniscono agli operatori del civile e del militare quali unità devono prendere in

carico in quella giornata. Un quarto schermo verrà collocato nella postazione dei banchi di collaudo con l'obiettivo di misurare anche le fermate che si producono in quell'area.

In sintesi, tutti questi schermi, non solo danno le informazioni necessarie per rendere autonomi gli operatori, ma hanno anche la possibilità di registrare quando si è presa in carico una specifica unità e quando si porta ad un'altra postazione.

### ***Risultati***

Dopo l'implementazione di tutti i sotto-progetti di trasformazione si può osservare come sia cambiata abbastanza la sequenza di attività. Infatti, alcune attività sono state eliminate mentre altre si eseguono in parallelo.

Il risultato finale ha fornito infatti una riduzione del lead time da 517 a 491 minuti per il Gate 1. Tutto ciò senza contare la riduzione dei punti di fermo e senza contare la riduzione di dieci minuti dovuto al fatto che le attività tre e quattro si svolgono adesso in parallelo.

La nuova mappa di processo ci dice che dopo che l'unità è arrivata, si timbra la documentazione del corriere, si apre il pacco e si scansiona tutta la documentazione relativa alla parte. La documentazione viene poi inviata direttamente ai contract administrator attraverso un sistema gestito con bar-code, che rende automatico questo invio una volta scansionata la documentazione. Tutta questa operazione si svolge vicino la porta di ingresso senza nessun buffer. Pertanto, l'attività viene completata solo dieci minuti dopo che è arrivata l'unità.

Successivamente, in parallelo lavorano sia i contract administrator che il responsabile di ricezione di MRO. Mentre il primo esegue le operazioni per inserire su SAP la documentazione dei pezzi arrivati e creare il loro ordine di lavoro, il secondo porta i pacchi al piano superiore. Il seguito, il responsabile di ricezione smista i pacchi, sulla base della sua esperienza, tra militari e civili, e piazza negli scaffali interni i primi, mentre negli scaffali nuovi e visibili quelli civili.

	1	2	3	4
<b>Location</b>	Ingresso piano 0	Ingresso piano 0	Piano 0 - Piano 1	Officine MRO
<b>Activity</b>	Arriva camion - scarico unità	Timbro + Apertura pacco + Documentazione a Contract Adm.	Pezzo trasportato in rulliere FIFO in reparto MRO	Introduzione SAP/ Ordine di lavoro creato
<b>Time (WIP=0)</b>		10 min	15min	10 min
<b>Input</b>		Delivery document	Pezzo pronto da portare in reparto MRO	Ordine di Lavoro nella scrivania del responsabile
<b>Output</b>	Arriva unità	Inizia DIH & TAT Contract adm. Riceve documenti	Pezzo sballata in rulliere FIFO	Settaggio di priorità
<b>Value Added</b>				
	5	7	8	9
	Officine MRO	Reparto MRO	Zona collaudo	Reparto MRO
	Ordine di lavoro consegnato a Responsabile reparto e Planner	Ispezione visiva + Pulizia pezzo	Collaudo iniziale	Smontaggio e realizzazione dello Shop Finding Report & Part Request.
	1 min	35 min	...2.h.....	5h
	Ordine di Lavoro nella scrivania del responsabile	Settaggio di priorità	Pezzo pronto al collaudo	Pezzo pronto a essere smontato
	Settaggio di priorità	Pezzo pronto al collaudo	Pezzo pronto a essere smontato	Shop Finding + Part Request in SAP

*Tabella 3 - Mappa di processo del Gate 1 dopo il progetto di trasformazione*

Occorre notare che, in particolare, in questo ruolo non rientra più fare né l'ispezione visiva, né compilare moduli o documenti cartacei perché appunto la documentazione viaggia ai contract administrator dall'istante iniziale e così è impossibile perdere informazioni necessarie.

Durante il pomeriggio, il responsabile del reparto e il planner elaborano il piano di lavoro per il giorno successivo, per questo è così importante riuscire a prendere il carico l'unità su SAP entro la stessa giornata dell'arrivo.

Questo piano di lavoro viene ora introdotto su fogli di calcolo Excel proiettati in degli schermi per tutto il reparto. Gli operatori svolgono le loro attività come prima, fanno l'ispezione visiva, il collaudo e lo smontaggio, insieme allo Shop Finding Report e al Part Request. L'unica differenza è che adesso gli viene data costantemente l'informazione su quale attività svolgere in maniera più precisa e in modo tracciabile. Inoltre, loro potranno segnare in questo sistema quando è stato preso in carico il pezzo.

### **4.2.3 Automazione banchi di collaudo**

Nel processo di riparazione esistono due colli di bottiglia evidenti, ossia i due test di collaudo, l'iniziale e il finale. A causa della scarsa capacità dei banchi di collaudo in relazione alla capacità del resto del processo, ci troviamo spesso con delle risorse operative completamente scariche di lavoro. Sebbene gli investimenti per fare crescere la capacità dei banchi siano molto importanti a livello economico, si spera che un investimento per il corretto bilanciamento della linea possa comportare grosse migliorie. L'obiettivo da raggiungere è quello di poter ridurre al massimo il tempo di collaudo per eliminare le code che ci impediscono di raggiungere il cento per cento di OTD.

#### ***Documentazione della realtà – situazione iniziale***

Ad oggi, esistono distinti banchi di collaudo, che suddividiamo sulla base del volume di unità da collaudare. I banchi che hanno dei bassi volumi da collaudare sono manuali.

Quelli che hanno un maggior numero di unità da collaudare, intorno a un 70% del totale dei collaudi, sono un totale di quattro banchi: due di essi sono automatici mentre gli altri due sono manuali. Dato che i volumi in questo caso sono maggiori, si è pensato ad investire per la loro automatizzazione essendo economicamente più vantaggioso.



*Figura 34 - Banchi di collaudo manuali.*

*Da sinistra a destra, per il collaudo di: SJ Embraer 170/190 e SJ Tornado*



*Figura 35 - Banchi di collaudo automatici. Da sinistra a destra, per il collaudo di: PVM e SJ Cessna*

Ad oggi, ci troviamo con una configurazione che prevede che l'operatore porti il pezzo di cui ha fatto l'ispezione visiva (per quanto riguarda il primo collaudo) o il montaggio (per il secondo collaudo) nella zona di collaudo. A questo punto, in funzione dell'esperienza dell'operatore, il collaudo verrà realizzato da lui stesso se possiede le competenze necessarie, altrimenti sarà un altro operatore idoneo a svolgere il collaudo.

Partendo dal fatto che il pezzo dovrà attendere in coda se ci sono altre unità da collaudare, nel primo caso, può capitare che l'operatore che effettuerà il collaudo stia fermo se ritiene sia meglio avere un tempo vuoto anziché iniziare la lavorazione di un'altra unità, cosa che significherebbe rimandare il collaudo ad un tempo successivo. Nel secondo caso, ossia quando l'operatore che ha eseguito l'ispezione visiva è diverso dall'operatore che eseguirà il collaudo, l'operatore con le competenze per collaudare il pezzo potrebbe essere occupato a lavorare in un'altra postazione con un altro pezzo. Pertanto, dovrà scegliere tra interrompere la lavorazione in corso per effettuare il collaudo o posticipare quest'ultimo.

In linee generali, un sistema che prevede una variabilità così alta per quanto riguarda il lead time e le attese del processo non è efficiente perché, dovute le distinte priorità tra pezzi che variano in funzione della data limite di consegna, della quantità di pezzi, e delle risorse disponibili, è impossibile creare uno standard work che definisce cosa fare in queste situazioni che purtroppo capitano molto spesso.

### **Implementazione del progetto**

Con il tool della time observation abbiamo identificato i distinti tempi in ore che impiegano un operatore e un banco ad eseguire il collaudo di una unità. Nella seguente tabella troviamo la media del tempo, in ore, impiegato per banco e quello impiegato in un anno. Dobbiamo notare che il tempo riferito al test è il tempo totale del collaudo quindi tutto il tempo in cui il banco è saturato. Invece il tempo dell'operatore è solo il tempo in cui l'operatore è occupato ad eseguire il collaudo, a partire dal set-up del banco fino all'esecuzione completa di tutto il collaudo manualmente.

Banco di collaudo	Test all'anno	Attuale		Automatizzato		Ore liberate	
		Tempo operatore	Tempo di banco	Tempo operatore	Tempo di banco	Tempo liberato operatore	Tempo liberato banco
<b>PVM</b>	540,0	0,5	2,5	0,5	2,5	0,0	0,0
<b>SJ Cessna</b>	120,0	0,3	1,0	0,3	1,0	0,0	0,0
<b>SJ Embraer 170/190</b>	609,0	2,5	2,5	0,2	0,5	1421,0	1218,0
<b>SJ Tornado</b>	320,0	1,8	1,8	0,2	1,2	533,3	213,3
<b>TOTALE</b>	<b>1589,0</b>	<b>5,2</b>	<b>7,8</b>	<b>1,2</b>	<b>5,2</b>	<b>1954,3</b>	<b>1431,3</b>

*Tabella 4 - Confronto tempi attuali e previsti una volta che i banchi saranno automatizzati*

Inoltre, insieme al team di manutenzione, abbiamo determinato i tempi medi orientativi per i collaudi che si avranno quando tutti i quattro banchi saranno automatizzati. Questi, ci permettono di individuare di quanto tempo possiamo ridurre un collaudo ma anche tutto il tempo che possiamo risparmiare in ore di lavoro all'anno.

In totale, si spera di risparmiare fino a 1431 ore di saturazione dei banchi; 1218 per gli SJ Embraer e 213 per gli SJ Tornado. Si tratta di ore in cui il banco sarà quindi libero e pronto ad essere utilizzato, pertanto, in questo modo, si andrebbe ad aumentare la capacità dei banchi.

Occorre anche prendere nota del fatto che con l'automatizzazione, verrebbero risparmiate un totale di 1954 ore di lavoro operativo all'anno. Queste rappresentano 8,9 ore al giorno assumendo che ci siano 220 giorni lavorativi pertanto, si potrebbe risparmiare fino a una risorsa. Tuttavia dal punto di vista dell'azienda, prendendo in considerazione le buone previsioni di crescita del settore, si preferisce utilizzare il tempo risparmiato per implementare un nuovo sistema di gestione del collaudo, di cui parleremo in seguito.

Abbiamo quindi attribuito temporaneamente il ruolo del collaudatore ad un operatore già presente in azienda, e non ad un nuovo assunto specializzato in questo tipo di mansione. Ciò è stato possibile in quanto, essendo collaudi ormai automatizzati, diventa facile possedere le competenze per eseguire ogni tipo di collaudo.

Il terzo banco di collaudo ad essere automatizzato è stato quello per gli screwjack dell'Embraer. Durante due mesi, il team di manutenzione ha fatto degli investimenti e delle prove in questo banco per aggiungere un sistema software e hardware che rendesse automatico il collaudo. Ci sono stati anche dei problemi con qualche test nella fase d'implementazione del progetto. Il banco non era affidabile nella prova per la reversibilità del martinetto e ogni tanto caricava tanto il pezzo così da romperlo a metà. In ogni caso, questo problema è stato identificato ed il team di manutenzione insieme al fornitore del banco stavano lavorando, nella fase finale di questo tirocinio, per rendere affidabile il banco in questa prova specifica. La stessa idea è anche valida per il terzo banco di collaudo. Il banco per il collaudo dei martinetti Tornado è ubicato al piano zero, perché si usa anche nel reparto di OE (Original Equipment) anche se comunque con una frequenza minore. Pertanto, il progetto consiste nel portare il banco al piano superiore, nell'area di collaudo di MRO, accanto agli altri tre e rendere automatico anche questo. Questa nuova struttura, con la totalità dei banchi usati in MRO nello stesso reparto e con tante ore liberate all'anno, permette di riconfigurare il modo in cui si svolge il collaudo.

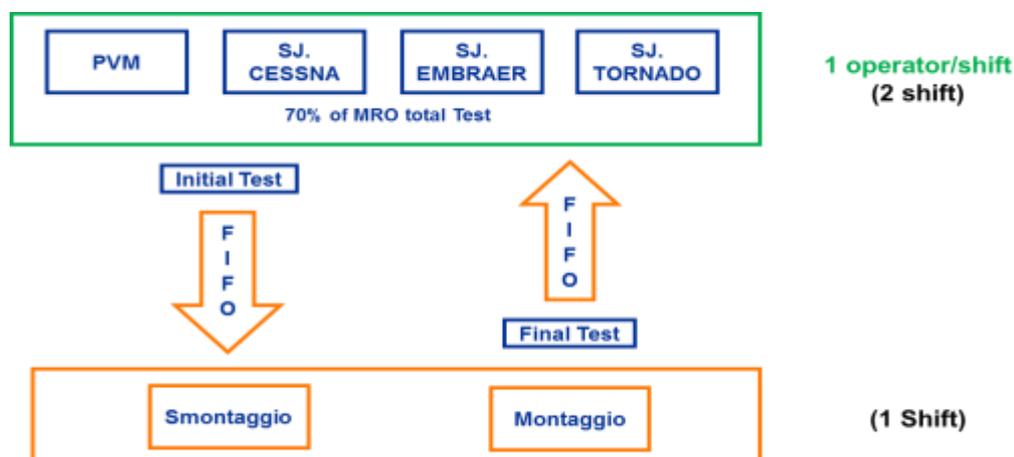
Come abbiamo detto precedentemente, è compito di ogni operatore, dopo aver eseguito l'ispezione visiva, eseguire il collaudo della parte, nel caso in cui sia qualificato a farlo. In alternativa, si potrebbe formare una persona che nello specifico sia incaricata ad eseguire tutti i collaudi di questi quattro tipi di unità, che sono quelle con più rotazione.

Con questo sistema, per la maggior parte delle volte, gli operatori vengono liberati del lavoro del collaudo, molto tedioso nel caso di quelli manuali, perché il collaudatore deve rimanere nella stessa postazione per più di due ore, facendo un lavoro poco produttivo, dovendo aggiustare qualche parametro per ogni volta che il banco passa al test successivo per l'unità.

Inoltre, rendendo automatici questi piccoli settaggi per i passaggi tra le distinte prove da fare, il lavoro diventa molto più concentrato nel tempo perché si deve fare solo un set up iniziale e uno finale, verificando che il report di collaudo stampato dallo stesso banco sia adeguato.

Il nuovo sistema (vedi figura 36), non fa altro che eliminare i tempi improduttivi e allo stesso momento focalizza il personale nel suo lavoro. Con questo sistema si spera di poter raddoppiare per i martinetti del Tornado ed addirittura, triplicare per i martinetti dell'Embraer il numero di unità che possiamo

prendere in carico al giorno. Cosa che diventerà necessaria se si vorrà soddisfare la domanda del cliente, in quanto è previsto un aumento della domanda notevole nei prossimi anni.



*Figura 36 - Nuova procedura per la realizzazione dei collaudi, un operatore dedicato al collaudo del 70% delle unità riparate.*

### **Risultati – situazione finale**

Il risultato finale di questo progetto è ancora da definire dato che è un progetto a lungo termine che si prevede di completare entro la fine dell'anno, anche se stabilire una scadenza è piuttosto difficile perché la parte più complicata dipenderà solo dalla difficoltà che troveremo nell'automatizzare l'ultimo banco.

Tuttavia, abbiamo già creato lo spazio adeguato per spostare il banco dal piano inferiore all'area di collaudo di MRO, spostando anche un banco per unità elettriche usato raramente. Il risultato finale di come sarà il layout della zona si può vedere nella figura 37, dove un solo operatore, di cui siamo già alla ricerca, gestirà i quattro principali banchi di collaudo.

In questo modo, gli operai di smontaggio e montaggio, lasceranno le unità in delle scaffalature apposite denominate scaffalature "IN TEST" e sarà il collaudatore a gestire tutte le code lavorando e collaudando fino a quattro unità alla volta. Una volta che i collaudi saranno terminati, sarà lo stesso collaudatore a lasciare le unità in una scaffalatura denominata "OUT TEST". Tutto ciò, in accordo con il progetto della tracciabilità del pezzo, sarà monitorato anche attraverso lo schermo di cui abbiamo parlato in precedenza, che mostrerà a video le informazioni relative ai tempi di collaudo e alle code.

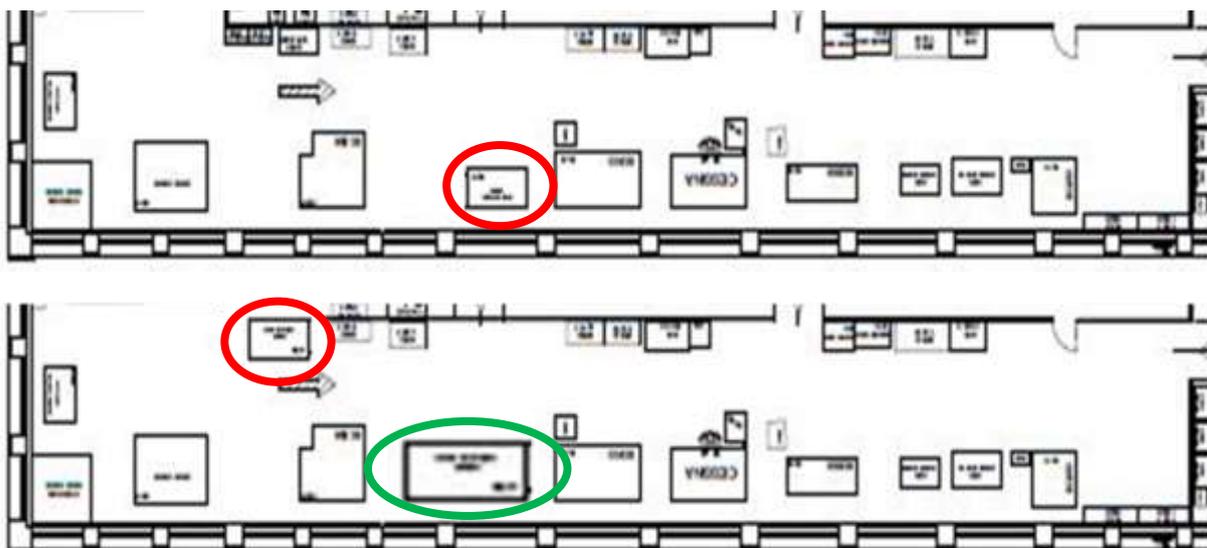


Figura 37 – In alto, layout precedente alla trasformazione dell’area collaudo, in basso, il layout futuro. In verde, è evidenziato, nel layout futuro, il banco per il collaudo dei martinetti Tornado, che dal piano zero è stato trasferito nell’area collaudo. In rosso è evidenziato nei due layout lo spostamento che subisce il banco di collaudo per le unità elettroniche, per fare spazio al nuovo banco.

In relazione all’argomento relativo alla quantità di ore risparmiate con l’automatizzazione dei banchi, ossia un totale di 1431 ore all’anno, divise tra 1218 ore (SJ Embraer) e 213 ore (SJ Tornado), conoscendo il tempo che impiega il banco a fare un collaudo, 0,5 e 1,2 ore rispettivamente, possiamo individuare quanti collaudi extra possiamo fare, sia all’anno che al giorno (vedi tabella 5).

$$N \text{ collaudi extra} = \frac{N \text{ ore risparmiate}}{\text{Tempo di collaudo del banco}}$$

$$N \text{ collaudi extra}_{\text{Embraer}} = \frac{1218}{0.5} = 2436 \text{ collaudi all'anno}$$

$$N \text{ collaudi extra}_{\text{Tornado}} = \frac{213}{1.2} = 177,5 \text{ collaudi all'anno}$$

Collaudi potenziali extra/Anno		Collaudi potenziali extra/Giorno	
PVM	0	220 giorni lavorativi	0,0
SJ Cessna	0		0,0
SJ Embraer	2436		11,1
SJ Tornado	177		0,8

Tabella 5 - Il numero totale massimo di collaudi extra che si potranno ottenere all’anno e al giorno

Quindi il banco automatizzato riuscirebbe ad effettuare 2436 collaudi extra all'anno per SJ Embraer e 177 collaudi extra all'anno per SJ Tornado. Adesso occorre capire quante ore extra sono necessarie agli operatori per svolgere questi collaudi straordinari. Nel caso del SJ Embraer, dobbiamo moltiplicare 2436 per il tempo che impiega un l'operatore a gestire il collaudo (0,2 ore) e lo stesso vale per il SJ Tornado (177 x 0,2). Il risultato è un totale di 523 ore extra di lavoro all'anno per il collaudatore per gestire i collaudi straordinari.

La produttività di questo collaudatore è semplice da calcolare. In riferimento alla tabella 6, conosciamo il tempo impiegato dall'operatore per gestire il collaudo per ogni unità, PVM 270 ore/anno, SJ Cessna 36 ore/anno, SJ Embraer 122 ore/anno, SJ Tornado 64 ore/anno, per un totale di 492 ore all'anno. Inoltre, sappiamo che le ore extra per un operatore per gestire i collaudi sono 523 ore.

Sommando questi valori abbiamo il totale di ore potenziali produttive all'anno del collaudatore, ossia 1015 ore. Infine, dobbiamo solo dividere queste 1015 ore sul totale di ore produttive all'anno (1650 ore): abbiamo ottenuto una produttività di un collaudatore del 62% all'anno.

Sebbene una produttività del 62% può non sembrare ottimale, è in ogni caso una percentuale non troppo bassa che permette di raggiungere comunque gli obiettivi quando il lavoro presenta dei problemi o si devono fare delle rilavorazioni. Inoltre, non possiamo saturare le nostre risorse se si vuole sempre assicurare un 100% di OTD per tutti quanti i prodotti in quanto potrebbe presentarsi l'eventualità in cui ci saranno picchi di lavoro ed è anche prevista, inoltre, un aumento della domanda nel futuro.

<b>Produttività collaudatore</b>	
Ore collaudo PVM /anno	270
Ore collaudo SJ Cessna /anno	36
Ore collaudo SJ Embraer /anno	122
Ore collaudo SJ Tornado /anno	64
Ore extra collaudo per unità potenziali /anno	523
<b>Totale ore collaudo /anno</b>	<b>1015</b>
Totale ore lavorative /anno	1650
<b>Produttività operatore (%)</b>	<b>62%</b>

*Tabella 6 –La produttività del collaudatore fisso a partire delle ore operative che impiega per l'operaio fare un collaudo, più le ore dei collaudi extra.*

#### **4.2.4 Progetto 5s Banco attrezzi nel reparto Civile**

Abbiamo in precedenza accennato a delle problematiche riguardanti la difficoltà di localizzare gli attrezzi giusti per eseguire le lavorazioni manuali con il pezzo o le lavorazioni manuali con l'aiuto meccanico di un bilanciere. Pertanto, al fine di risolvere questo tipo di problematiche, è stato ideato un progetto di 5s.

##### ***Documentazione della realtà – situazione iniziale***

Dovuto alla bassa complessità del progetto, abbiamo applicato una sola metodologia per la documentazione della realtà, il Gemba Walk.

La procedura del Gemba Walk fornisce la situazione del “posto reale” e fornisce in dettaglio le lavorazioni da fare per raggiungere l'obiettivo di portare il pezzo avanti nel processo. Il Gemba Walk è molto utile per evidenziare quali sono i turnbacks che si presentano per l'operatore.

In questo caso, abbiamo osservato che molto spesso l'operatore di montaggio non riesce a trovare facilmente l'attrezzo giusto per la lavorazione da svolgere per diversi motivi. In primo luogo, all'interno della zona degli attrezzi, troviamo due postazioni diverse dove questi vanno allocati: un carrello e una cassettera. In secondo luogo, gli attrezzi non hanno una posizione definita ed essendo alcuni molto simili tra di loro, ci si perde tempo a differenziare tra un tipo di attrezzo e l'altro. Infine, abbiamo notato che diversi attrezzi che non venivano mai riposizionati al loro posto e che quindi rimanevano nei banchi di lavoro di diversi operai.



*Figura 38 - Situazione iniziale degli attrezzi per il montaggio*

## ***Implementazione del progetto***

In questo progetto di trasformazione abbiamo seguito le chiare indicazioni che fornisce il tool ACE delle 5S.

- **Seiri – separare**

Abbiamo identificato uno per uno gli attrezzi usati per il montaggio dei pezzi. Abbiamo separato quelli utilizzati e quelli aggiuntivi che potevano stare da altre parti finché non si usureranno i primi, così da evitare ingombri non necessari.

- **Seiton - riordinare**

Per gli attrezzi che servivano abbiamo creato delle “shadow boxes” per ogni attrezzatura nel suo posto.

- **Seiso - pulire**

Tutta la postazione è stata liberata dalle casse così da poter identificare molto facilmente le inefficienze del sistema.



*Figura 39 – Situazione finale degli attrezzi per il montaggio*

- **Seiketsu – sistematizzare o standardizzare**

Questo progetto è finalizzato anche a permettere che col passare del tempo ed in conseguenza di ulteriori spostamenti di attrezzi, tutti gli strumenti vengano poi riposizionati nel loro posto iniziale. Cosicché, la disposizione ordinata degli attrezzi nel banco continuerà indeterminatamente. Per rendere questo possibile, la cassettera del bilanciante è stata fornita di un codice colore che rende facile l’identificazione de gli attrezzi per ogni tipo di componente da montare. In aggiunta a questa suddivisione, è stato fornito anche il part-number dell’attrezzo per ogni postazione. Questa struttura rende evidente quali siano gli attrezzi mancanti e impedisce che gli operatori sbagliano postazione.



*Figura 40 – Situazione finale degli attrezzi per il montaggio*

- **Shitsuke – diffondere o sostenere**

Per poter sostenere questa struttura, il progetto è stato pensato insieme agli operatori che lavorano nel con gli attrezzi vicino al bilanciere. Loro sono consapevoli di quale sia l'obiettivo di questo progetto 5s e sono anche sicuri del fatto che questa procedura sia la migliore pratica da seguire per evitare i turnback provocati della mancanza di pezzi.

L'implementazione del progetto è stata semplice, grazie alla disponibilità delle risorse e alla bassa complessità del progetto. In questo caso, solo gli operatori che usano il bilanciere sono stati necessari per poter separare gli attrezzi indispensabili da quelli addizionali e per creare un sistema per distinguere gli attrezzi usati per un'unità o un'altra.

I risultati di questo progetto sono evidenti ma difficilmente quantificabili: non è possibile misurare con esattezza il tempo risparmiato con l'applicazione del progetto. Tuttavia, è possibile affermare che siamo riusciti ad eliminare il principale turnback che soffrivano spesso gli operatori per mancanza di attrezzi o semplicemente per tutto il tempo che impiegavano in modo improduttivo nel cercarlo nella zona abilitata per gli attrezzi accanto al bilanciere.

### ***Risultati – situazione finale***

Ad oggi, troviamo che il progetto di 5s è stato completamente implementato nel banco degli attrezzi per il montaggio civile. Questo progetto ci ha permesso di dimostrare agli operai come anche delle semplici azioni, che non richiedono mesi e mesi di studi e permessi possono rendere le attività molto più semplici ed evitare numerosi turnback.

In questo caso, ci troviamo con una situazione attuale molto diversa da quella passata. Adesso, tutti gli attrezzi comuni usati per il montaggio sono vicino al bilanciere, ordinati e classificati. Si è ridotto drasticamente il tempo che un operaio impiega per cercare l'attrezzo giusto perché adesso si troverà sempre al suo posto, segnalato dal codice colore.

In più, il progetto delle 5s ci aiuta a riconoscere in un colpo d'occhio quando un attrezzo non si trova nel suo posto perché lo sta usando qualcun altro. Così facendo, diventa molto più facile capire se abbiamo bisogno o meno di ulteriori accessori dello stesso tipo, dato che è possibile che ce ne sia solo uno di quella specifica tipologia e ci siano due operatori a doverlo usare.

## 5 Conclusioni

Nelle pagine di questo elaborato si è osservato che, senza dubbio, l'unico modo efficace ed efficiente per riuscire a migliorare le prestazioni delle nostre linee di produzione è seguire i principi e le tecniche messi a disposizione dall'ingegneria della produzione industriale. È anche possibile gestire il cambiamento in modo improvvisato ma di sicuro quello non sarà né efficace né sostenuto nel tempo.

I più grandi studiosi di questo argomento, dei quali abbiamo potuto conoscere qualche lezione in questa tesi, assicurano che alla base delle imprese snelle vi è, di sicuro, la filosofia Lean. Filosofia che consiste in ottenere il massimo di output riducendo al minimo gli sprechi risultanti del processo di lavorazione.

Questo concetto si applica alla pratica dando al nostro cliente, sia interno che esterno, unicamente ciò che serve, nel momento, il posto e le condizioni in cui lo vuole, riducendo ovviamente gli sforzi umani o di una macchina e di tempo di cui abbiamo bisogno. In altre parole, devono prevalere unicamente le attività del processo che danno valore aggiunto al nostro cliente. Tutte le altre risultano sprechi e devono essere eliminate.

Più concretamente, la lean manufacturing, è conosciuta dalla fine dello scorso secolo ma la sua vera applicazione, non solo nei settori automotive, ma in tutti i settori di produzione, è ora in piena espansione.

Nel contesto che ci riguarda, le metodologie della lean manufacturing ci hanno permesso di ottenere delle informazioni tangibili e misurabili sull'andamento del processo di riparazione presso la Microtecnica. Tra i vari strumenti che sono stati utilizzati troviamo ad esempio il Gemba Walk, che ci ha permesso di ottenere una visione generale delle condizioni della linea e della quantità di spreco che si può ridurre anche con poco sforzo. Invece, altri strumenti come la mappa di processi o il value stream map ci hanno fornito informazioni dettagliate sulle diverse stazioni di lavoro e le fermate che subisce la catena di riparazione.

I risultati ottenuti, sebbene in qualche progetto non siano ben definiti a causa del breve periodo in cui sono stati analizzati i processi di miglioramento, risultano comunque essere promettenti. Il punto forte del lean è che una volta implementato, fornisce sempre un nuovo punto di partenza da dove si può valutare molto facilmente, per il futuro, quali sono i miglioramenti da fare ancora, creando una filosofia di miglioramento continuo che ritorna all'azienda in forma di buoni profitti e migliori condizioni di lavoro.

Quando sarà ultimato il processo di accelerazione del Gate 1 e sarà implementato il sistema che prevede la figura di un collaudatore fisso, che vada a dispensare gli altri operatori dal compito del collaudo, avremmo una linea molto più strutturata, automatizzata e semplice. Inoltre possiamo già evidenziare come abbiamo già semplificato agli operatori il compito di eseguire le emissioni di componenti così come quello del montaggio, fornendo adesso un kit di componenti ordinato ed immediato da utilizzare.

In conclusione, la trasformazione lean che abbiamo implementato è riuscita a rendere il lavoro più rapido e nello stesso tempo anche più gradevole, sebbene, a volte, da un inizio non è sempre chiaro che si stia andando verso la direzione giusta.

Inoltre, come abbiamo imparato dalla esperienza del Toyota Production System, il miglioramento continuo è anche alla ricerca della creazione di un buon ambiente di lavoro e, sulla base della mia esperienza personale in azienda, è possibile affermare che questo sia un obiettivo che anche nel nostro caso è stato raggiunto.

## 6 Ringraziamenti

Questa tesi è stata sviluppata presso UTC Aerospace Systems - Microtecnica, a Torino, nel dipartimento di ACE (Achieving Competitive Excellence).

Vorrei ringraziare Emmanuel Andres per avermi dato l'opportunità di far parte di un grande team e per la sua costante supervisione del mio lavoro. Vorrei cogliere l'occasione per ringraziare anche Giovanni Tomasello, per aver condiviso con me le sue conoscenze di lean transformation durante lo sviluppo di questo lavoro e soprattutto per il suo prezioso aiuto e la sua pazienza.

Vorrei inoltre ringraziare tutto il resto del team di ACE (Ania, Magda, Chiara, Daniele e Luca) per avermi aiutato quando ne ho avuto bisogno. Senz'altro, ringrazio Salvatore, il responsabile del dipartimento di MRO e tutti gli operai, in particolare Francesco, per la buona compagnia e per aver reso il mio lavoro piacevole e molto interessante.

È stato un vero privilegio ed un grande piacere essere stato parte di questo grande team.

Infine vorrei cogliere l'occasione per ringraziare il mio professore Maurizio Schenone per aver supervisionato il mio lavoro e per la sua guida ed i suoi consigli nella stesura di questa tesi.

## 7 Bibliografia

1. UTC Aerospace Systems - Ideas Born to Fly. Available at: <https://www.utcaerospacesystems.com/>. (Accessed: 27th May 2018)
2. Otis Worldwide - Home - Elevator - Escalator. Available at: <http://www.otisworldwide.com/Pages/a1-home-tabs.html>. (Accessed: 27th May 2018)
3. Home Page | UTC Climate, Controls & Security. Available at: [https://www.ccs.utc.com/ccs/en/worldwide/?\\_ga=2.36945760.1551853232.1527442338-1410914354.1522692030](https://www.ccs.utc.com/ccs/en/worldwide/?_ga=2.36945760.1551853232.1527442338-1410914354.1522692030). (Accessed: 27th May 2018)
4. Pratt & Whitney. Available at: <http://www.pw.utc.com/>. (Accessed: 27th May 2018)
5. United Technologies Corporation UTAS. THIS IS UTC Aerospace Systems Italy. (2018).
6. Rockwell Collins - Building trust every day. Available at: <https://www.rockwellcollins.com/>. (Accessed: 27th May 2018)
7. SAP. Available at: <https://www.sap.com/index.html>. (Accessed: 27th May 2018)
8. Servovalves and Servo and Propeller Valves. Available at: <http://www.moog.com/products/servovalves-servo-proportional-valves.html>. (Accessed: 27th May 2018)
9. RATs system for aircraft safety. Available at: <http://www.hydraulicspneumatics.com/200/TechZone/HydraulicPumpsM/Article/False/88284/TechZone-HydraulicPumpsM>. (Accessed: 27th May 2018)
10. AVIATION CURIOSITIES: Sistemi aeronautici: RAT (Ram Air Turbine). Available at: <http://aviationcuriosities.blogspot.it/2012/08/sistemas-del-avion-rat-ram-air-turbine.html>. (Accessed: 27th May 2018)
11. Home | United Technologies. Available at: <http://www.utc.com/Pages/Home.aspx>. (Accessed: 27th May 2018)
12. Lean Thinking. Come creare valore e bandire gli sprechi - James P. Womack - Daniel T. Jones - Guerini Next - 2008. Available at: <https://www.ibs.it/lean-thinking-come-creare-valore-libro-james-p-womack-daniel-t-jones/e/9788878028487>. (Accessed: 23rd June 2018)
13. Maciga, A. Il benchmarking. 51–56 (2005).
14. Waste, B. Kaizen e Lean production per imparare a «vedere» l'azienda. 18–20 (2008).
15. Stahlwille, S. & Manufacturing, L. Adottare il metodo 5S per l'organizzazione dei propri utensili. 52–53 (2016).