

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

---

Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali  
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica

*Tesi di Laurea Magistrale*

## Riduzione del lead time in Komatsu tramite impiego della metodologia QC Circle

*Relatore*

Ch.mo Prof. Roberto Panizzolo

*Laureando*

Michele Chiarello

*Tutor aziendale*

Mauro Lora

---

Anno Accademico 2016-2017



# Ringraziamenti

Volevo ringraziare il Prof. Roberto Panizzolo per la disponibilità ed il tempo dedicatomi nell'accompagnarmi durante lo svolgimento di questo progetto, oltre che per gli spunti interessanti dati agli studenti e la passione dimostrata durante le sue lezioni.

Un ringraziamento sentito va anche al mio tutor aziendale Mauro Lora per tutto il tempo rubatogli con le mie domande, per l'essere stato sempre pronto a chiarire ogni mia curiosità e per il rapporto umano, oltre che lavorativo, che si è instaurato.

Vorrei ringraziare anche Komatsu Italia Manufacturing ed in particolare Massimo Trevisan per avermi dato la possibilità di svolgere questo stage, insegnandomi molte cose e facendomi entrare direttamente a contatto con le loro conoscenze e il loro modo di operare, e tutte le persone dell'ufficio ME per essermi sempre stati d'aiuto.

Il grazie più grande va alla mia famiglia, per avermi sostenuto psicologicamente ed economicamente durante questi anni di studio, e per avermi sempre dato la possibilità di scegliere autonomamente la mia strada anche nei momenti difficili.

Infine ringrazio gli amici che mi sono sempre stati vicini in questi anni nonostante a volte avessi poco tempo da dedicare a loro, ed i miei coinquilini di Padova con cui mi sono sempre sentito come a casa e che sono stati per me una seconda famiglia.

Grazie a chiunque mi sia stato vicino, cercherò di far tesoro di qualsiasi cosa mi abbiate lasciato per farla fruttare nel resto della mia vita.



# Sommario

In questo progetto svolto presso la sede di Este (PD) del gruppo Komatsu si è cercato di rispondere alla richiesta del top management, rivolta ad aumentare la soddisfazione del cliente, di ridurre il lead time produttivo per il flusso di Midi escavatori e terne.

Il problema è stato affrontato con l'uso della metodologia QC Circle, la quale consiste in un team di lavoro che approccia alla risoluzione di un problema attraverso 8 passaggi ben definiti. Questo metodo si basa su una ricerca attenta di dati oggettivi e dà la massima importanza al processo che si svolge per arrivare ai risultati, più che ai risultati stessi. Seguire questi 8 passi implica effettuare un'analisi profonda delle cause e delle priorità da affrontare, da cui è emerso che il tema su cui andare ad intervenire con questo lavoro è l'integrazione dell'attività di applicazione degli adesivi su ciascuna macchina nella linea di montaggio.

Si è quindi cercato di spostare questa operazione nei premontaggi dei vari componenti, suddividendola in diverse parti di durata ridotta in modo da poter assegnare il carico di lavoro ad operatori insaturi. Così facendo è stata fatta l'integrazione senza andare ad aumentare il tempo ciclo. In base al modello di macchina, è stato possibile integrare in linea dal 93 al 99% dei codici, ottenendo così un calo del 2% del lead time di produzione complessivo. Nell'analizzare questo processo si è anche cercato di ottimizzarlo riducendo il tempo a non valore, e si sono ottenuti anche altri risultati positivi come il miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza per gli operatori.



# Indice

<b>Elenco delle tabelle</b>	<b>iii</b>
<b>Elenco delle figure</b>	<b>v</b>
<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>1 Komatsu Italia Manufacturing</b>	<b>3</b>
1.1 Storia . . . . .	3
1.2 Il plant produttivo di Este . . . . .	6
1.2.1 Il layout dell'azienda . . . . .	6
1.2.2 I prodotti e le linee produttive . . . . .	8
1.3 La situazione economica attuale . . . . .	11
1.4 Komatsu Way . . . . .	12
1.5 Il metodo del Quality Control . . . . .	14
<b>2 Dalla scelta del tema al piano d'azione</b>	<b>19</b>
2.1 Lead time attuale . . . . .	19
2.2 Il processo del fuori linea . . . . .	22
2.3 Il team di lavoro . . . . .	25
2.4 Il target . . . . .	27
2.5 Sviluppo del piano d'azione . . . . .	28
<b>3 Analisi delle cause e degli effetti</b>	<b>31</b>
3.1 L'area di lavoro . . . . .	31
3.2 Rilievo ed analisi dei tempi . . . . .	34
3.2.1 Il metodo utilizzato per il rilievo . . . . .	34
3.2.2 I dati ottenuti . . . . .	37
3.3 Scelta del modello di riferimento . . . . .	39
3.4 Analisi del PC138US-11 . . . . .	41

---

<b>4</b>	<b>Applicazione delle misure correttive</b>	<b>47</b>
4.1	Definizione degli obiettivi . . . . .	47
4.2	Il Pareto delle priorità . . . . .	49
4.3	Attività 1: cabina . . . . .	53
4.3.1	Il ciclo di Deming . . . . .	55
4.3.2	Plan . . . . .	57
4.3.3	Do . . . . .	60
4.3.4	Check . . . . .	61
4.3.5	Plan . . . . .	62
4.3.6	Do . . . . .	63
4.3.7	Check . . . . .	64
4.3.8	Act . . . . .	65
4.4	Attività 2: zavorra e cover . . . . .	66
4.4.1	Plan . . . . .	68
4.4.2	Do . . . . .	69
4.4.3	Check . . . . .	70
4.4.4	Act . . . . .	72
4.5	Attività 3: le altre aree . . . . .	73
4.5.1	Bracci . . . . .	73
4.5.2	Antiscivolo . . . . .	75
4.5.3	Batteria, radiatore e serbatoi . . . . .	76
4.5.4	Telaio inferiore . . . . .	76
4.5.5	Altri componenti interni . . . . .	77
<b>5</b>	<b>Verifica degli effetti e piani per il futuro</b>	<b>79</b>
5.1	Risultati raggiunti . . . . .	79
5.2	Standardizzazione ed estensione agli altri modelli . . . . .	82
5.3	Piani per il futuro . . . . .	85
	<b>Conclusioni</b>	<b>89</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>91</b>

# Elenco delle tabelle

1.1	Classificazione delle varie aree dello stabilimento . . . . .	7
1.2	Dati produttivi delle due linee . . . . .	10
2.1	Dati dell'area offline per Midi e terne . . . . .	22
2.2	Disaggregazione dei tempi delle operazioni di allestimento per ciascun modello di macchina . . . . .	24
2.3	Concetti di base del QC Circle . . . . .	27
3.1	Dati dell'area di allestimento per Midi e terne . . . . .	32
3.2	Dati sull'applicazione dei decalchi per i vari modelli di macchina	37
3.3	Analisi delle attività per il PC138US-11 . . . . .	41
3.4	Dati della spaghetti chart . . . . .	44
4.1	Dati sui tempi di lavoro per le aree di aggregazione . . . . .	52
5.1	Ripartizione dei decalchi nella linea di assemblaggio . . . . .	80
5.2	Numero di adesivi integrati in linea per ciascun modello . . .	84
5.3	Disaggregazione dei tempi delle operazioni di allestimento per ciascun modello di macchina al termine del progetto QC . . .	84



# Elenco delle figure

1.1	Logo di Komatsu Italia Manufacturing . . . . .	5
1.2	La rete globale del gruppo Komatsu . . . . .	5
1.3	Distribuzione delle vendite nelle diverse aree . . . . .	6
1.4	Layout dello stabilimento di Este . . . . .	6
1.5	Tipologie di macchina prodotte da KIM . . . . .	8
1.6	Layout dell'officina . . . . .	9
1.7	Breve spiegazione del funzionamento di una linea a traino continuo e passo variabile . . . . .	9
1.8	La produzione (sopra) e le vendite (sotto) degli ultimi anni .	11
1.9	Rappresentazione delle basi di un progetto QC . . . . .	16
2.1	Variazione del lead time di produzione delle tre classi di prodotto . . . . .	20
2.2	Suddivisione del lead time produttivo per il flusso Midi-BHL	21
2.3	Flusso offline Midi-BHL . . . . .	23
2.4	Composizione del LT del processo di fuori linea . . . . .	24
2.5	Rilevanza sul LT delle attività dell'allestimento . . . . .	24
2.6	Obiettivo finale del progetto QC . . . . .	27
2.7	Schedule . . . . .	28
3.1	Layout dell'area di allestimento . . . . .	31
3.2	Foto dell'area di allestimento . . . . .	32
3.3	Foto di una stazione di allestimento . . . . .	33
3.4	Scheda utilizzata per il rilievo dei tempi . . . . .	36
3.5	Suddivisione fra tempo a valore (in verde) e non a valore (in rosso) . . . . .	38
3.6	Diagramma di Pareto del non valore per singola macchina .	39
3.7	Unità prodotte per ciascun modello nel FY2016 . . . . .	40

---

3.8	Diagramma di Pareto sul non valore annuale dell'applicazione dei decalchi . . . . .	40
3.9	Fissaggio dell'adesivo con la spatola . . . . .	42
3.10	Rimozione della carta adesiva usata per applicare le scritte .	42
3.11	Erogazione dei decalchi in kit . . . . .	42
3.12	Supermarket da cui vengono prelevati i restanti adesivi . . .	43
3.13	Spaghetti chart di applicazione dei decalchi per il PC138US-11	44
3.14	Parti da scartare e aree della macchina in cui sono sparse . .	45
3.15	Pulizia di un componente . . . . .	46
3.16	Misurazione del corretto centraggio del decalco . . . . .	46
4.1	Tempo di applicazione dei decalchi raggiungibile eliminando il non valore . . . . .	48
4.2	Lead time ottenibile aggiungendo in linea una stazione per l'applicazione dei decalchi ed eliminando il tempo a non valore	48
4.3	Diagramma di Ishikawa . . . . .	49
4.4	Layout di linea con le aree di aggregazione degli adesivi . . .	50
4.5	Diagramma di Pareto del non valore . . . . .	53
4.6	Composizione del non valore per quanto riguarda i decalchi della cabina . . . . .	54
4.7	Foto delle condizioni di lavoro in allestimento . . . . .	54
4.8	Layout e flussi dell'area premontaggio cabine . . . . .	57
4.9	Foglio di controllo per il monitoraggio dei componenti . . . .	60
4.10	Foto delle prime prove eseguite . . . . .	60
4.11	Suddivisione del non valore delle prime prove . . . . .	62
4.12	Cambiamenti effettuati nelle nuove prove . . . . .	64
4.13	Suddivisione del non valore di quest'ultima prova . . . . .	65
4.14	Miglioramento nell'area cabine . . . . .	66
4.15	Aggiornamento del Pareto delle priorità . . . . .	66
4.16	Composizione del non valore per i decalchi su zavorra e cover	67
4.17	Situazione di rischio a causa della salita sulla macchina . . .	67
4.18	Foto dall'alto della zona in cui vengono montate le cover e la zavorra . . . . .	68
4.19	Foto delle prove eseguite e del carrello costruito . . . . .	70
4.20	Composizione del tempo a non valore . . . . .	71
4.21	Miglioramento nell'area zavorre e cover . . . . .	72
4.22	Nella prossima attività analizziamo tutte le aree rimanenti .	73
4.23	Layout dell'area di premontaggio dei bracci . . . . .	74

---

4.24	Prove di decalatura dei bracci eseguite in linea . . . . .	74
4.25	Soluzione scelta per il primo braccio . . . . .	75
4.26	Situazione in allestimento (a sinistra) e in linea (a destra) per il telaio inferiore . . . . .	77
4.27	Suddivisione del non valore in linea dei codici dell'attività 3	77
4.28	Miglioramento complessivo sul tempo di applicazione dei re- stanti 41 codici . . . . .	78
5.1	Layout di linea con le aree in cui è stata suddivisa l'attività di applicazione dei decalchi . . . . .	81
5.2	Riduzione del tempo a non valore . . . . .	81
5.3	Porre degli standard per ottenere un miglioramento continuo	83
5.4	Diagramma di Ishikawa dopo il progetto QC . . . . .	85
5.5	Tempi medi delle operazioni di allestimento dopo il QC . . .	87



# Introduzione

All'inizio dello stage presso l'azienda Komatsu mi sono state proposte alcune tematiche anche molto diverse su cui poter lavorare durante i miei 7 mesi di permanenza. La possibilità di svolgere questo lavoro di riduzione del lead time con un team QC ha subito attirato la mia attenzione, perché oltre a seguire un progetto avrei potuto conoscere ed apprendere un metodo e degli strumenti molto interessanti.

I progetti ed i miglioramenti che l'azienda cerca di perseguire sono sempre orientati ad una soddisfazione delle esigenze del cliente, ed i 5 aspetti che Komatsu ritiene fondamentali per rendere il consumatore felice sono riassunti nell'acronimo SLQDC (Safety-Law-Quality-Delivery-Cost). In questo periodo il top management ha considerato il delivery un aspetto importante su cui lavorare, per fare in modo che l'azienda abbia dei tempi di consegna ridotti e che questi vengano rispettati. Per fare ciò la produzione deve garantire un tempo di attraversamento ridotto, che oltre ad avere un impatto sui clienti facilita anche quello che è il compito della pianificazione.

In questo lavoro si è cercato di andare molto in profondità nell'analisi dei problemi, scoprendone le cause e definendo le priorità su cui intervenire per avere i risultati più rilevanti. Sono stati utilizzati molti degli strumenti tipici della Lean Manufacturing e della cultura industriale giapponese in generale, come il diagramma di Pareto, il diagramma di Ishikawa, la spaghetti chart ed il ciclo PDCA. Questi strumenti, uniti ai rilievi dei tempi che sono stati effettuati, servono a spiegare e giustificare ogni passaggio svolto con dei dati oggettivi.

Il testo è costituito da cinque capitoli:

1. nel primo capitolo viene presentata l'azienda in cui è stato svolto il progetto, descrivendone la storia, lo stabilimento, e la visione del gruppo che è definita dalla Komatsu Way. È anche spiegato più nel dettaglio in cosa consiste il metodo del Quality Control utilizzato per il progetto

2. questo capitolo inizia descrivendo la scelta del tema, e di come a partire dal desiderio di ridurre il lead time si è arrivati alla scelta di integrare l'attività di decalatura nella linea di montaggio. Poi è presentato il team del lavoro del QC Circle, con il target da raggiungere ed uno schedule delle macroattività per gestire le tempistiche di ogni fase
3. nel terzo capitolo si effettua un'attenta analisi dell'operazione di applicazione dei decalchi per capire come viene svolta e quali sono i problemi che si presentano. A partire da questi dati viene scelto un modello di macchina di riferimento su cui effettuare i primi test e su cui verranno illustrate nel dettaglio le prove fatte
4. questa parte comprende lo studio e l'attuazione delle misure correttive, partendo da ciò che ha la maggiore priorità. In questa fase si utilizza il ciclo di Deming per provare diverse soluzioni, ed analizzando i risultati che emergono correggere le prove per arrivare ad una condizione ottimale
5. nel capitolo conclusivo sono riportati i risultati raggiunti sia per quanto riguarda il lead time che per altri aspetti secondari. Sono poi descritti brevemente i risultati dell'estensione del lavoro a tutti gli altri modelli di macchina prodotti, per terminare con degli spunti su quelli che potranno essere i prossimi progetti di miglioramento da portare avanti

# 1. Komatsu Italia Manufacturing

Questo capitolo ha lo scopo di fornire alcune informazioni sull'azienda presso cui è stato svolto questo progetto: un riepilogo della sua storia e del passaggio al gruppo giapponese, la struttura del plant produttivo di Este e i prodotti che vengono realizzati, la situazione economica attuale, la visione del gruppo e i valori che ritiene fondamentali.

## 1.1 Storia

L'azienda è sorta nel 1963 dall'intuizione imprenditoriale di Giovanni Bettanin, che fonda la FAI S.p.A. (FAI = Fabbrica Attrezzature Industriali) a Noventa Vicentina in provincia di Vicenza. Forte dell'esperienza precedentemente acquisita nel settore delle macchine per agricoltura, Bettanin aggiunge alla struttura del trattore due attrezzature: in un primo tempo una lama o pala caricatrice applicata alla parte anteriore della macchina e, subito dopo, un braccio escavatore sul retro. Nel contesto di un mercato delle macchine movimento terra ancora ai primordi, la FAI amplia la propria gamma di prodotti includendo escavatori, skid steer loader (i primi prodotti in Europa) e nel 1973 è il primo costruttore a produrre una terna 4x4 affermandosi come uno dei protagonisti del settore, capace negli anni ottanta di imporsi in uno scenario europeo già presidiato da importanti e molto più noti competitor.

Nel 1986 FAI acquisisce uno stabilimento più grande a Este (PD) e alla fine degli anni '80 inizia un periodo cruciale nella storia dell'azienda. Il 1988 infatti cambia in maniera decisiva gli orizzonti strategici, tecnologici e commerciali della società italiana, ed una convergenza di interessi la conduce ad una prima partnership con il gruppo Komatsu per la produzione di mini escavatori idraulici in Italia su licenza Komatsu. Nei primi anni '90 la società italiana si riorganizza ulteriormente, con il chiaro obiettivo di trasformarsi in una realtà più manageriale. Il gruppo giapponese inizia a guardare con

interesse alla rete di vendita FAI, riconosciuta soprattutto per le piccole macchine, e nel 1991 Komatsu Ltd. fa un investimento del 10% in FAI S.p.A. per poi acquistare il 37% del capitale nel 1995, con l'azienda che cambia nome in FKI S.p.A. (FKI = FAI Komatsu Industries) diventando il distributore Komatsu per il mercato italiano, ed iniziando così l'integrazione della rete di vendita a livello internazionale. Nel 1996 avviene l'ultimo step dell'acquisizione da parte del colosso giapponese, con l'acquisto del 100% del pacchetto azionario e la completa integrazioni delle reti commerciali FAI e Komatsu.

L'apporto della cultura giapponese si rivela da subito fondamentale: l'impegno con cui l'azienda italiana si era distinta negli anni precedenti viene ora valorizzato da nuovi fondamentali elementi come il metodo e la tensione costante alla massima qualità. FKI cambia il suo nome in Komatsu Utility Europe (KUE) nel 2000 per rappresentare il suo nuovo assetto globale, e tra il 2004 e il 2007 l'azienda registra un incremento della soglia produttiva tale da raggiungere i vertici di mercato in svariati paesi. A concorrere a tale memorabile successo, sono la trasformazione dell'azienda in una realtà multinazionale, l'ampiezza della rete distributiva che permette ora l'approdo del marchio in tutto il mondo, la tecnologia innovativa del prodotto e la completezza della gamma proposta.

In controtendenza rispetto agli anni precedenti, il 2008 si chiude invece con un drastico calo della domanda, a causa dell'esplosione della crisi economica finanziaria a livello mondiale. Alle difficoltà insorte a seguito dei mutati scenari economici, Komatsu Utility Europe risponde con quello che da sempre è l'imperativo principe del gruppo Komatsu: l'impegno per la qualità. A fronte del complesso assetto di mercato, l'azienda riduce infatti la produzione e si ristruttura per cogliere al meglio le nuove opportunità di un comparto ormai trasformato. KUE punta così tra il 2008 e il 2013 su ottimizzazione dei sistemi produttivi, standardizzazione dei prodotti a livelli tecnologici più elevati, formazione, miglioramento della sicurezza, attenzione alla salvaguardia ambientale e orientamento deciso alla soddisfazione del cliente. Come insito nel DNA del gruppo, Komatsu Utility Europe sfodera il proprio spirito di sfida e contrasta i mutati scenari con la "filosofia" chiara, concreta e proficua proveniente dal paese del sol levante: quella del Komatsu Way, orientata al miglioramento continuo e fondata sul concetto di priorità assoluta di qualità e affidabilità, sul raggiungimento del prodotto DANTO-TSU (caratterizzato da unicità e innovazioni di portata tale da non poter

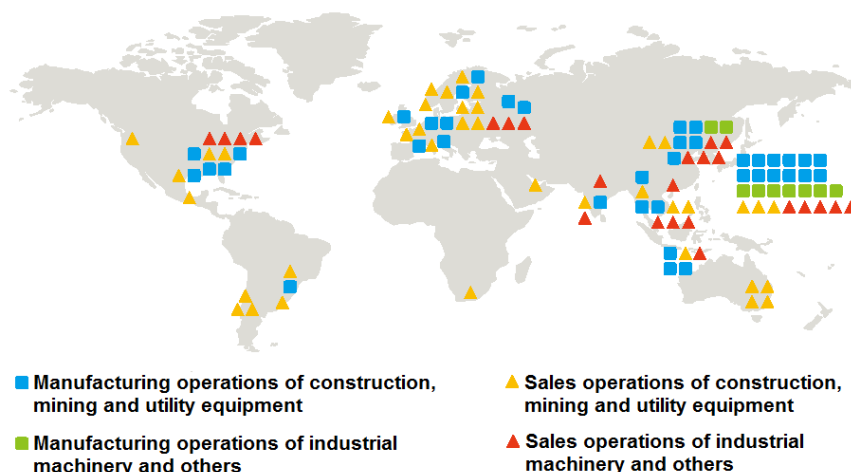
essere eguagliato dai competitors nell'arco di breve tempo), sull'ascolto e la massima soddisfazione del cliente, sulla tensione costante all'innovazione, alla sfida e al cambiamento, sul coinvolgimento delle risorse umane, come anche sulla definizione nitida dei processi dalla pianificazione del prodotto fino alle attività di follow-up sul campo, allo scopo di evitare, individuare o risolvere l'insorgere di problemi. Nel 2013 si è festeggiato il 50esimo anniversario dell'azienda ed è cambiata la responsabilità produttiva dello stabilimento, che prima si occupava di macchine fino a 12 tonnellate mentre ora fino a 20. Questo cambiamento ha portato alla nascita di Komatsu Italia Manufacturing (KIM), il cui logo è riportato in Figura 1.1.



*Figura 1.1: Logo di Komatsu Italia Manufacturing*

La sintonia tra l'efficienza del metodo giapponese, sapientemente confluito nella filosofia Komatsu Way, e la flessibilità o ancora la propositività dell'ingegno italiano, non può ora che prospettare nuovi futuri slanci per KIM, teatro di una delle prime e tuttora più straordinarie storie di integrazione tra due culture differenti<sup>1</sup>.

Guardando un po' all'aspetto globale dell'azienda il gruppo Komatsu ha sede in Giappone a Tokyo, conta attualmente 39 stabilimenti produttivi in 13 paesi diversi ed una rete di vendite di 138 filiali che, come si può vedere in Figura 1.2 e Figura 1.3, copre tutti i 5 continenti.



*Figura 1.2: La rete globale del gruppo Komatsu*

<sup>1</sup>Brunella Confortini. «50 anni di storia...e di gloria». In: *Quarry and Construction* (dic. 2013), pp. 71–76.

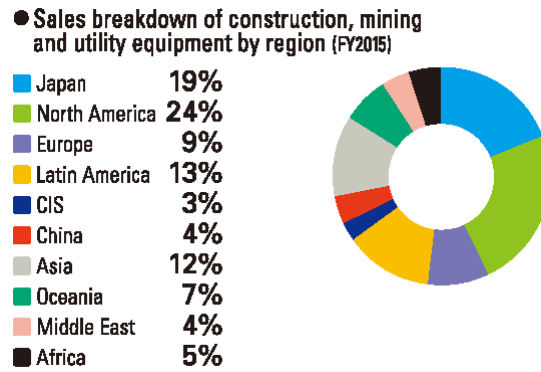


Figura 1.3: Distribuzione delle vendite nelle diverse aree

## 1.2 Il plant produttivo di Este

Lo stabilimento produttivo di KIM si trova ad Este, in provincia di Padova, dove l'azienda opera dal 1986, e comprende un'area di 94.000 m<sup>2</sup> di cui 37.000 coperti.

### 1.2.1 Il layout dell'azienda

In Figura 1.4 si può vedere il layout dello stabilimento e come sono disposte le varie aree, suddivise in diversi colori a seconda della tipologia e riepilogate in Tabella 1.1.

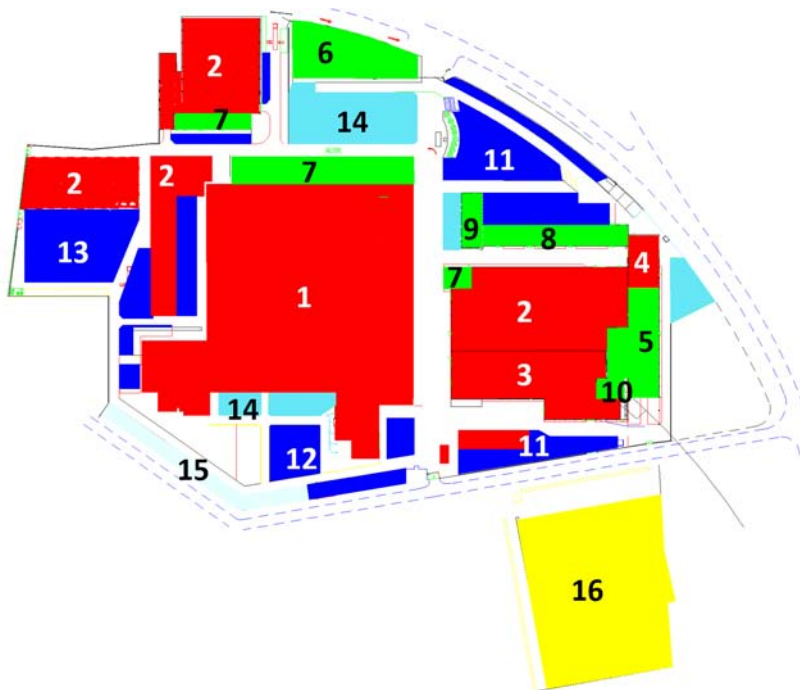


Figura 1.4: Layout dello stabilimento di Este

La struttura più estesa dello stabilimento è l'officina in cui viene svolto l'assemblaggio delle macchine, che verrà analizzata più approfonditamente in seguito. Ci sono poi 3 magazzini, uno con componenti per la linea Midi-BHL, uno per la linea Mini e SSL (skid steer loader) ed uno che invece è direttamente gestito da un fornitore con cui KIM ha una particolare partnership. Con il numero 3 è indicato il nuovo impianto di verniciatura entrato in funzione lo scorso anno, mentre la carpenteria si è negli ultimi anni notevolmente ridotta per via delle scelte aziendali che volgono al tentativo di eseguire in casa solo l'assemblaggio dei componenti.

*Tabella 1.1: Classificazione delle varie aree dello stabilimento*

Classificazione	n°	Area
<b>edifici produttivi</b>	1	assemblaggio
	2	magazzini
	3	verniciatura
	4	carpenteria
<b>edifici non produttivi</b>	5	sala prototipi
	6	ingresso, spogliatoi, mensa
	7	uffici
	8	attrezzatura
	9	sala training
	10	sala preserie
<b>aree esterne</b>	11	stock
	12	WIP
	13	deposito
<b>altro</b>	14	aree verdi o di parcheggio
	15	zona rifiuti
<b>ALS</b>	16	area utilizzata da un'azienda esterna per le spedizioni

Per quanto riguarda gli edifici non strettamente legati alla produzione sono stati considerati gli uffici, i servizi di mensa e spogliatoio per i dipendenti, le sale adibite alla costruzione dei prototipi e delle preserie dei nuovi modelli di macchine oltre all'attrezzatura in cui vengono realizzate tutte le strutture utilizzate per rifornire di materiali la linea e per facilitare le operazioni di assemblaggio. Si può notare che un notevole spazio è riservato a stock, WIP e deposito di attrezzature e ciò è dovuto a un duplice aspetto, cioè sia alla dimensione dei mezzi prodotti, sia alla logica produttiva dell'azienda che è in parte Assembly To Order ed in parte Make To Stock in

modo da poter assorbire fluttuazioni della domanda di mercato. Infine ALS è un'azienda esterna che si occupa delle spedizioni dei prodotti finiti, e alla quale è stata riservata un'area all'interno dello stabilimento KIM.

## 1.2.2 I prodotti e le linee produttive

A livello europeo quello di Este è il plant su cui l'azienda ha puntato per la produzione di escavatori di piccole dimensioni (<20 tonnellate), oltre ad essere l'unico del gruppo Komatsu a produrre skid e terne.



*Figura 1.5: Tipologie di macchina prodotte da KIM*

Il mix produttivo come si può notare in Figura 1.5 è molto vario, e quindi la produzione è stata suddivisa su 2 linee. Vi sono quindi 2 flussi separati, uno per quanto riguarda i mini (escavatori fino a 55 quintali) e gli skid, ed uno per i midi (escavatori cingolati o gommati da 80 fino a 170 quintali) e le terne. In Figura 1.6 possiamo vedere più nel dettaglio come è strutturata l'officina in cui vengono assemblate le macchine e possiamo riconoscere 4 macro-aree:

- linea di assemblaggio Midi e BHL
- linea di assemblaggio di Mini e Skid
- area di fuori linea di Midi e BHL
- area di fuori linea di Mini e Skid

Entrambe le linee sono a traino continuo e passo variabile in modo da permettere la coesistenza sulla stessa linea di modelli che presentano dei tempi ciclo anche molto diversi. Nel sistema a traino continuo la linea continua ad avanzare a velocità costante, ma ciò che varia è la distanza fra una macchina e l'altra. In questo modo il tempo ciclo viene tradotto in metri di distanza che devo lasciare dopo una macchina per avere il tempo necessario a svolgere tutte le attività. Se un modello ha ad esempio 30 minuti di tempo ciclo e l'avanzamento è di 0.2m/min dovrò lasciare 6 metri di spazio prima di posizionare la macchina successiva. Se devo produrre

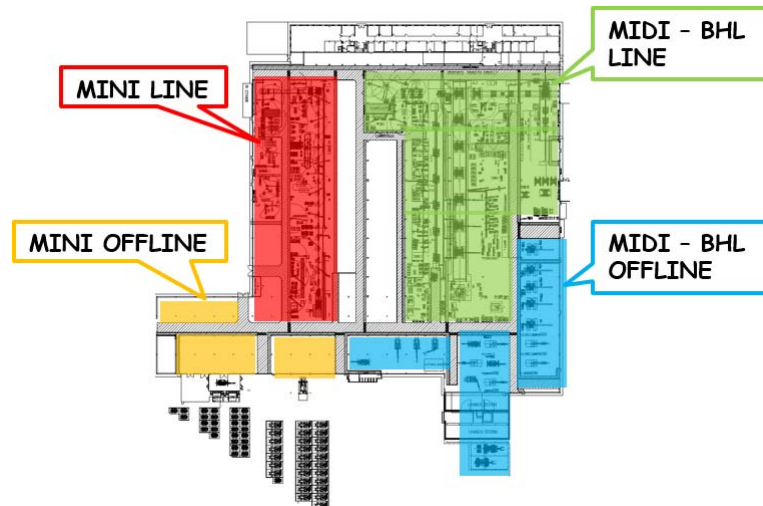
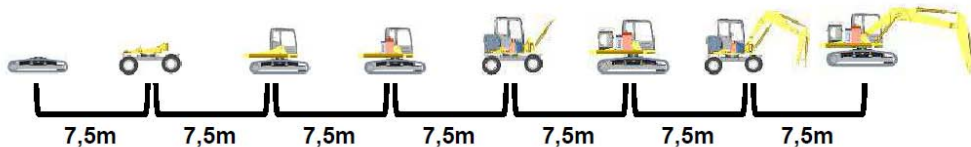


Figura 1.6: Layout dell'officina

sulla stessa linea una macchina con 60 minuti di tempo ciclo basterà lasciare 12 metri di distanza. In questo modo non si ha più il vincolo del tempo ciclo che obbliga ad avere modelli con tempi molto vicini per non abbassare l'efficienza, ma si possono produrre modelli che hanno costi orari anche molto diversi mantenendo comunque un basso livello di insaturazione delle risorse (vedi Figura 1.7).

NELLE LINEE A CADENZA FISSA, IL PRODOTTO SOSTA IN UNA «POSTAZIONE» DURANTE LE OPERAZIONI DI ASSEMBLAGGIO E VIENE POI FATTO AVANZARE ALLA «POSTAZIONE» SUCCESSIVA.



NELLE LINEE AD AVANZAMENTO CONTINUO, IL PRODOTTO È IN CONTINUO MOVIMENTO LUNGO LA LINEA E LE OPERAZIONI DI ASSEMBLAGGIO VENGONO EFFETTUATE DURANTE L'AVANZAMENTO DEL PRODOTTO.

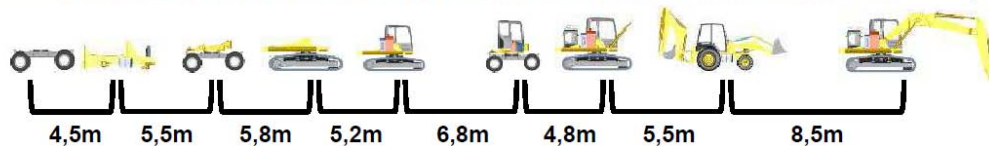


Figura 1.7: Breve spiegazione del funzionamento di una linea a traino continuo e passo variabile

Vi sono poi le aree offline delle rispettive linee, in cui vengono svolte con il seguente ordine le attività di:

- **lavaggio**, dove la macchina viene pulita in modo da facilitare il riconoscimento dei difetti nella fase successiva

- **collaudo**, in cui vengono analizzati tutti i parametri funzionali ed estetici della macchina
- **riparazioni eventuali** nel caso siano stati riscontrati problemi al collaudo
- **allestimento**, in cui vengono montate le ultime cover che non si possono montare in linea per facilitare le ispezioni durante il collaudo, viene eseguito l'ingrassaggio della macchina, vengono applicati i decalchi e fatti alcuni ritocchi leggeri alla vernice
- **touch-up** perchè in caso di problemi più gravi per quanto riguarda il colore la macchina viene portata in camera di verniciatura
- **ispezione finale**, dove viene fatta un'ultima verifica prima di consegnare la macchina al cliente

Nella Tabella 1.2 sono specificati alcuni dati sulle linee, come la capacità produttiva, le aree occupate e i vari modelli che vengono assemblati.

*Tabella 1.2: Dati produttivi delle due linee*

KWay PRODUCTION DEPARTMENT		KWay PRODUCTION DEPARTMENT	
Rev. Date 01/04/2017		Rev. Date 01/04/2017	
<b>Area:</b>	<b>MINI &amp; SSL Assembly Line</b>	<b>Area:</b>	<b>MIDI/BHL Assembly Line</b>
Facility:	<i>Continuous pulling - variable pitch</i>	Facility:	<i>Continuous pulling - variable pitch</i>
Capacity\Day:	<b>23,0 Machines</b>	Capacity\Day:	<b>13,0 Machines</b>
Line Speed	<b>205mm Minute</b>	Takt-Time \ Line Speed	<b>55 Minutes</b>
Actual Daily Production:	<b>12,0 Machines</b>	Actual Daily Production:	<b>8,0 Machines</b>
Year Capacity	<b>5060 Machines</b>	Year Capacity	<b>2860 Machines</b>
Number of stations:	<b>15</b>	Number of stations:	<b>18</b>
Lenght of Main Assembly Line	<b>94 Meters</b>	Lenght of Main Assembly Line	<b>77 Meters</b>
Lenght of Line-Off Area	<b>42 Meters</b>	Lenght of Line-Off Area	<b>52 Meters</b>
Total Area Main Assembly Line	<b>2550 m<sup>2</sup></b>	Total Area Main Assembly Line	<b>4600 m<sup>2</sup></b>
Total Area Line-Off	<b>1538 m<sup>2</sup></b>	Total Area Line-Off	<b>3450 m<sup>2</sup></b>
Line On-Off L\T	<b>1,8 W\D</b>	Line On-Off L\T	<b>1,8 W\D</b>
Production Lot Size	<b>1 N°</b>	Production Lot Size	<b>1 N°</b>
Shift working	<b>1 N°</b>	Shift working	<b>1 N°</b>
Models Assembled	<b>15 N°</b>	Models	<b>N° 13</b>
PC14R-3	PC35MR-5	PC80MR-3	WB93R-5E0
PC14R-3HS	PC45MR-5	PC88MR-10	WB93R-5E0X
PC16R-3	PC55MR-5	PC118MR-8	WB93S-5E0
PC16R-3HS	SK510-5	PC138-MR11	WB97R-5E0
PC18R-3	SK714-5	PC170LC-11	WB97R-5E0X
PC22MR-3	SK815-5E0	PW98MR-10	WB97S-5E0
PC26MR-3	SK820-5E0	PW118MR-8	
PC30MR-5			

### 1.3 La situazione economica attuale

Dopo l'unione dell'azienda italiana con il gruppo giapponese c'è stato un periodo di grande crescita, che ha portato nel 2007 a raggiungere lo straordinario numero di quasi 10.000 macchine prodotte. Nel 2008 però, come brevemente descritto nel paragrafo sulla storia dell'azienda, il sopraggiungere della crisi economica mondiale segna per lo stabilimento di Este un vero e proprio crollo che prosegue anche negli anni successivi. Il settore delle costruzioni è stato uno dei maggiormente colpiti e ancor di più lo è stato quello del movimento terra, con una flessione del mercato di circa il 70%. I volumi, sia dal punto di vista delle macchine vendute che dal punto di vista del fatturato, sono crollati e poi rimasti stabili per vari anni (vedi Figura 1.8) costringendo l'azienda a riassetarsi su target ben diversi, ricorrendo

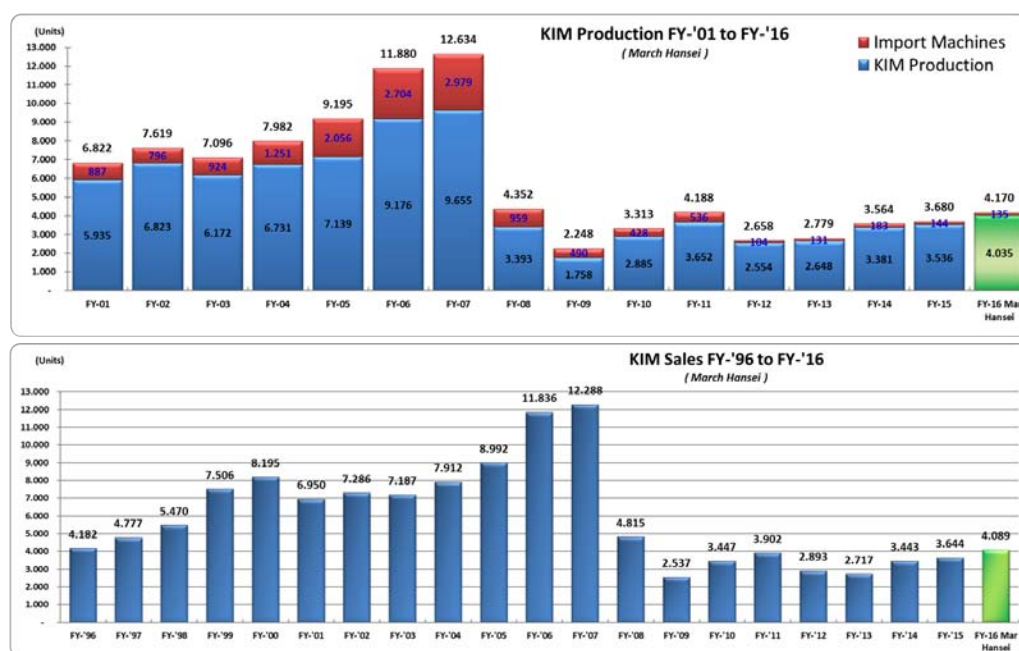


Figura 1.8: La produzione (sopra) e le vendite (sotto) degli ultimi anni

ad ammortizzatori sociali per gestire l'improvviso esubero di personale. Anche di fronte a numeri così drammatici per il settore la casa madre non ha mai smesso di investire, anche per il ruolo strategico dello stabilimento che è l'unico in Europa per la produzione di macchine di piccola e media taglia.

Sono state tante le implementazioni in questi ultimi anni per rendere le linee ancora più efficienti e soprattutto più versatili, infatti quest'ultimo è un fattore chiave per rispondere alle esigenze del mercato il più rapidamente possibile. Di particolare rilevanza è il nuovo impianto di verniciatura

inaugurato nel 2016, un investimento di circa 3 milioni di euro per riportare questa operazione all'interno dell'azienda in modo da ridurre i tempi e avere un controllo qualitativo maggiore. Altra grande innovazione è stata la nuova linea produttiva entrata in funzione a settembre 2016 che unisce i processi di assemblaggio di midi escavatori e terne. Queste e tante altre innovazioni più piccole, unite ad una ristrutturazione della rete distributiva italiana, stanno portando ad una incoraggiante ripresa negli ultimi anni. Sempre in Figura 1.8 si può notare che è una ripresa lenta ma continua che lascia ben sperare per il futuro dell'azienda.

## 1.4 Komatsu Way

Elemento di fondamentale importanza per il gruppo Komatsu è l'impegno per la qualità, l'affidabilità e per la massimizzazione del valore dell'azienda. Komatsu ritiene che il suo valore come azienda sia dato dalla somma della fiducia che la società e tutti gli stakeholders ripongono in essa. La forza di Komatsu nasce inoltre dalla sua buona "Competitività produttiva" (Monozukuri Kyosoryoku). La "Competitività produttiva" che si vuole perseguire significa offrire ai propri clienti prodotti, servizi e soluzioni che loro apprezzano e che gli consentano di espandere i loro business. Questa richiede inoltre le dovute considerazioni sulle condizioni e sugli sforzi necessari affinché i prodotti e servizi forniti siano col tempo indispensabili per i clienti. Il rafforzamento della "Competitività produttiva" richiede naturalmente l'integrazione delle attività all'interno dell'organizzazione aziendale, coinvolgendo reparti e sezioni competenti come R&D, ufficio acquisti, produzione, marketing, assistenza e amministrazione a lavorare insieme per un obiettivo comune. Richiede anche lo stesso livello di attività integrate attraverso tutta la supply chain coinvolgendo fornitori, distributori e altri partner commerciali. La forza di Komatsu sta nella "Competitività produttiva", e i valori fondamentali e la mentalità che sostengono questa forza, essendo modelli di comportamento per il suo raggiungimento pratico, sono resi chiari con il Komatsu Way.

Il Komatsu Way<sup>2</sup> è una dichiarazione scritta di valori che tutti i dipendenti del gruppo, inclusi quelli di alto livello, dovrebbero attuare in modo duraturo nei loro luoghi di lavoro. È basato sui punti di forza di Komatsu, che sono sostenuti dalle convinzioni, dai modelli di comportamento e

---

<sup>2</sup>URL: [http://www.komatsu.com/CompanyInfo/profile/basics\\_management/](http://www.komatsu.com/CompanyInfo/profile/basics_management/).

dal know-how che i suoi predecessori hanno appreso nel corso della crescita aziendale, sulla base dello spirito del fondatore. Il gruppo sta lavorando per trasmettere e radicare il Komatsu Way tra tutti i propri dipendenti. Le aziende del gruppo Komatsu devono condividere lo spirito del Komatsu Way nelle loro attività quotidiane e impegnarsi a passarlo alle generazioni future, affinché sia tramandato nell'organizzazione indipendentemente da qualsiasi cambiamento nei suoi membri.

Progettati per tutti i dipendenti, questi valori sono suddivisi in 3 categorie: top management, "Monozukuri" (modo di fabbricazione in Komatsu) e brand management. Inoltre, tutte le divisioni e i dipartimenti del gruppo hanno una rispettiva versione relativa al proprio posto di lavoro.

**Komatsu Way per il Top Management.** I direttori sono impegnati attivamente con il consiglio di amministrazione e hanno i compiti di:

- prendere parte agli incontri come stabilito dai regolamenti dell'azienda
- definire in modo chiaro l'ordine del giorno
- discutere in maniera approfondita i termini dell'ordine del giorno durante le riunioni del consiglio
- scambiare opinioni con amministratori part-time che rappresentano gli azionisti
- autorizzare la revisione dei conti da parte dei revisori

**Komatsu Way per tutti i dipendenti (Monozukuri):**

- impegno alla qualità e all'affidabilità
- essere orientati ai bisogni del cliente
- definire la causa che sta alla radice dei problemi
- filosofia del gemba (posto di lavoro)
- sviluppare una visione comune con attenzione ad obiettivi, risultati e costi
- collaborazione con i partner commerciali
- sviluppo e valorizzazione delle risorse umane

### Komatsu Way per il Brand Management<sup>3</sup>:

- guardare dalla prospettiva del cliente
- comprendere quali sono i bisogni del cliente
- sostenere i clienti con le abilità integrate dell'azienda.

## 1.5 Il metodo del Quality Control

L'espressione Quality Control (che in seguito verrà abbreviata con QC) si riferisce ad *attività intese a sviluppare, produrre e vendere in modo economico prodotti, tecnologie e servizi di manutenzione che soddisfino le esigenze della clientela a livello mondiale*<sup>4</sup>. La storia delle attività di Controllo Qualità in Komatsu inizia nel 1961 quando l'azienda dovette affrontare una crisi pressochè terminale a causa dell'espansione in Giappone di Caterpillar. Per affrontare quella sfida l'azienda introdusse un sistema di controllo qualità nei dozer con il Progetto "A", prese confidenza con il concetto di QC e imparò come promuovere il miglioramento tanto da vincere il Deming Application Prize nel 1964. A questo è seguito nel 1971 il Progetto "B", con lo scopo di aumentare l'affidabilità e la resistenza dei grandi dozer destinati al mercato nord-americano. A partire da queste attività, poi proseguite e affinate di anno in anno, Komatsu è riuscita a produrre macchine da costruzione che sono apprezzate in tutto il mondo per la loro qualità ed affidabilità. In questo processo il concetto del QC adottato a tutti i livelli dell'organizzazione ha avuto un ruolo fondamentale.

Poichè il mercato a cui Komatsu si rivolge è il mondo intero e il numero di dipendenti della società è aumentato considerevolmente, per l'azienda è necessario diffondere una corretta attitudine mentale e una base comportamentale che siano condivise da tutto il personale a livello internazionale. In quest'ottica viene organizzato ogni anno un contest a livello di stabilimento in cui i vari reparti presentano sotto forma di QC story i progetti di miglioramento portati avanti con il QC Circle. In questa fase viene scelto dal top management il QC che meglio rispecchia i criteri di valutazione, il quale rappresenterà lo stabilimento nella seconda fase a livello internazionale tra tutti gli stabilimenti del gruppo.

---

<sup>3</sup>Komatsu definisce la gestione del marchio come l'insieme delle attività volte ad aumentare la dipendenza dei clienti dal gruppo Komatsu, in modo che l'azienda diventi un partner continuo di propria scelta da parte del cliente

<sup>4</sup>T. Fujita et al. *QC Guidebook*. Komatsu Way Division, 2007.

Prima di spiegare come è strutturato un progetto QC cerchiamo di capire in maniera approfondita qual è il suo scopo. Komatsu, come partner dei propri clienti, ha come obiettivo la soddisfazione dei clienti stessi e quindi l'obiettivo finale del QC è assicurare la soddisfazione del cliente sotto 5 aspetti riassunti nell'acronimo SLQDC:

- S = SAFETY  $\Rightarrow$  l'aspetto più importante per l'azienda è verificare se la sicurezza è veramente garantita, sia durante la fase produttiva che nell'utilizzo dei prodotti da parte del cliente
- L = LAW  $\Rightarrow$  assicurare il rispetto di tutte le leggi, sia quelle del paese di produzione che quelle del paese in cui il prodotto verrà commercializzato
- Q = QUALITY  $\Rightarrow$  qualità del prodotto, della vendita e dei servizi
- D = DELIVERY  $\Rightarrow$  avere un tempo di consegna ridotto e verificare che le date di consegna programmate e i volumi di produzione vengano rispettati
- C = COST  $\Rightarrow$  controllare gli sprechi nella filiera dei materiali e nella saturazione degli operatori per ridurre il costo del prodotto

Un circolo della qualità è un piccolo gruppo di persone che opera nel front-line, creato per controllare i suoi processi di produzione e i processi aziendali in modo da riuscire a offrire prodotti e servizi in grado di soddisfare le esigenze dei clienti<sup>5</sup>. I concetti di base per il QC Circle sono:

- per se stessi  $\Rightarrow$  sfruttare le capacità umane per estrarne un potenziale illimitato
- per i colleghi  $\Rightarrow$  rispettare l'aspetto umano delle situazioni e creare un luogo di lavoro piacevole in cui valga la pena di operare
- per l'azienda  $\Rightarrow$  contribuire al miglioramento e allo sviluppo della qualità aziendale

Il team che va a svolgere le attività del circolo della qualità deve essere vario, coinvolgendo manager di reparti, supervisor, metodisti e operatori. Le procedure che regolano le fasi operative del QC sono riassunte in una

---

<sup>5</sup>QC Activation Team. *QC concept and Method of Promotion, Part 1*. Komatsu Way Division, 2007.

serie di passaggi, in modo da avere un iter standard per arrivare ad un miglioramento che soddisfi il cliente.

La "storia" di un progetto QC la possiamo quindi immaginare come una strada da percorrere che si basa su 2 concetti(vedi Figura 1.9):

1. ricerca di dati oggettivi (guardare direttamente ai fatti)
2. controllo del processo (enfasi sui processi adottati oltre che sui risultati)



*Figura 1.9: Rappresentazione delle basi di un progetto QC*

Questa procedura è strutturata in 8 passi che partono dalla scelta della tematica su cui lavorare fino ad un riassunto dei risultati ottenuti e a qualche idea che il progetto ha fatto emergere su quelli che potrebbero essere gli sviluppi futuri, in modo da avere già pronte le basi per dei nuovi QC e continuare quindi sulla strada del miglioramento. I passaggi sono:

1. **Scelta del tema:** cercare dove affiora il problema (nel proprio processo, nel processo successivo, sul mercato...) anche grazie ai punti del SLQDC e a strumenti come 5S, 3M, diagramma di Ishikawa
2. **Inquadramento della situazione attuale e identificazione degli obiettivi:** osservare attentamente il luogo di lavoro e raccogliere informazioni precise, facendo in modo che tutto sia visibile con l'aiuto di diagrammi
3. **Sviluppo del piano d'azione:** bisogna dare risposta alle seguenti domande
  - perchè è necessario?

- cosa bisogna fare?
  - dove bisogna farlo?
  - quando bisogna farlo?
  - chi deve farlo?
  - come bisogna farlo?
4. **Analisi delle cause e degli effetti:** andare in profondità con l'analisi dei 5 perchè e avvalersi di curve di Pareto, carte di controllo, diagrammi causa-effetto, ecc...
5. **Impostazione e applicazione delle misure correttive:** proporre nuove idee attraverso sessioni di brainstorming o cercando di rispondere alle domande
- e se lo eliminassimo?
  - e se li integrassimo?
  - e se li scambiassimo?
  - e se fosse più facile?
- e metterle in pratica attraverso il ciclo PDCA o ciclo di Deming
6. **Verifica degli effetti:** verificare quanto è stato raggiunto in relazione all'obiettivo che ci si era posti all'inizio
7. **Definizione di uno standard o procedura di progettazione e verifica che quest'ultimo metta radici nel sistema:** attraverso il ciclo SDCA stabilire delle procedure e controllare che queste vengano rispettate
8. **Riflessione, analisi dei problemi persistenti e piani per il futuro:** se un qualsiasi obiettivo non viene conseguito si inizia nuovamente l'attività con la fase 8 come punto di partenza



## 2. Dalla scelta del tema al piano d'azione

Fra i 5 punti fondamentali secondo l'azienda per la soddisfazione del cliente, riassunti nell'acronimo SLQDC, il top management nell'ultimo periodo ha concentrato l'attenzione del dipartimento produttivo soprattutto sul delivery in modo da ridurre il lead time allineandosi a quelle che sono le richieste del mercato. Nella prima parte di questo capitolo viene presentato il procedimento che a partire da questa richiesta ha finalizzato la scelta del tema su cui intervenire con il miglioramento, mentre nella seconda parte dopo la presentazione del team di lavoro sono stati fissati gli obiettivi finali e lo schedule delle attività.

### 2.1 Lead time attuale

Cerchiamo innanzitutto di dare una definizione del lead time o tempo di attraversamento. Il lead time di un prodotto indica il tempo che viene impiegato per realizzarlo, dal momento in cui viene effettuato l'ordine al momento della consegna al cliente. Quanto più questo tempo è basso, tanto più l'azienda è veloce e flessibile nell'accontentare il cliente. Il lead time può essere analizzato riferendosi anche ad una sola parte dell'azienda, e quindi il tempo di risposta complessivo viene suddiviso in parti più piccole. Nel nostro caso quello che andremo ad analizzare è il lead time di produzione, cioè il tempo che intercorre dalla prima operazione che viene fatta sui componenti della macchina fino al completamento e preparazione della macchina per la consegna al cliente. Il lead time di produzione è la somma di 4 componenti di tempo fondamentali:

$$LT = T_{\text{coda}} + T_{\text{attrezzaggio}} + T_{\text{lavorazione}} + T_{\text{movimentazione}}$$

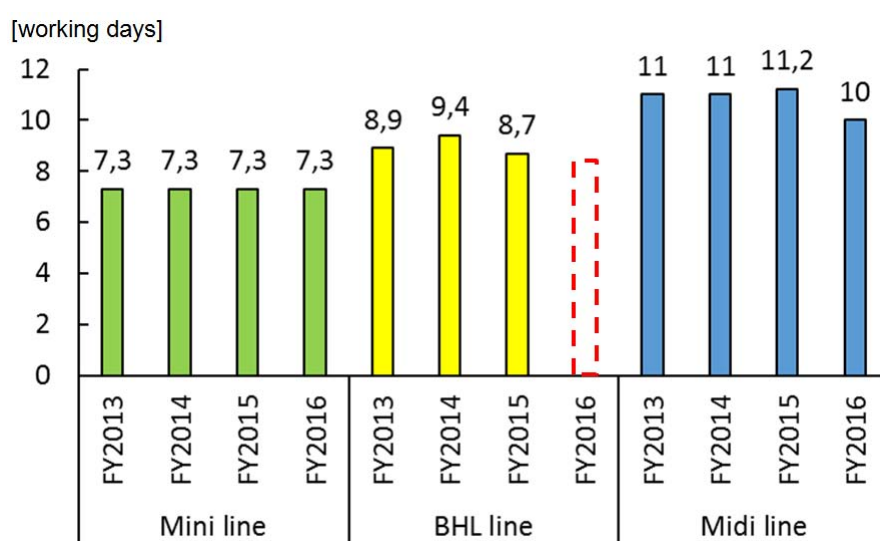
$T_{\text{coda}}$  = tempo in cui il componente resta in attesa in coda

$T_{\text{attrezzaggio}}$  = tempo necessario per l'attrezzaggio della macchina

$T_{\text{lavorazione}}$  = tempo in cui viene eseguita la lavorazione vera e propria sul componente

$T_{\text{movimentazione}}$  = tempo speso per lo spostamento del componente da un'area all'altra

Per l'analisi si è partiti dai dati storici sul tempo di attraversamento produttivo delle macchine, in modo da avere un quadro generale sulla situazione attuale (vedi Figura 2.1).



**Figura 2.1:** Variazione del lead time di produzione delle tre classi di prodotto

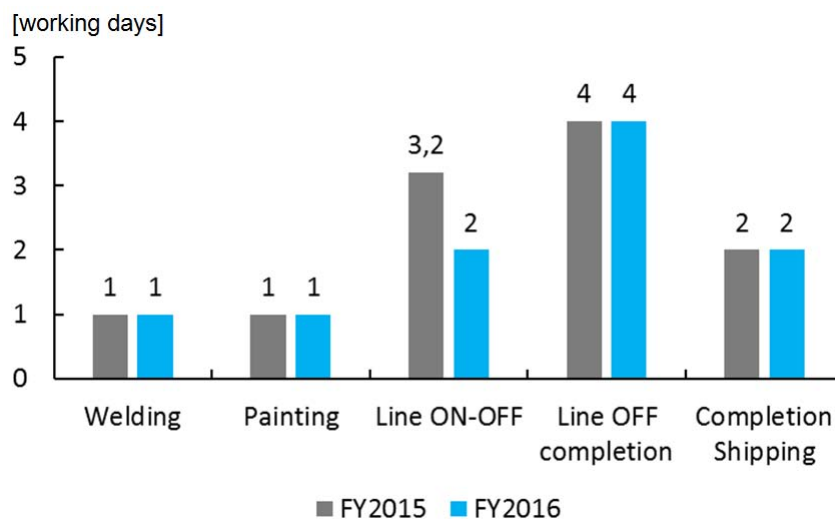
Come si può vedere nelle colonne del grafico relative ai FY 2015 e 2016 della linea Midi, questo progetto per la riduzione del lead time segue un progetto molto più complesso e oneroso che ha portato nel 2016 all'attivazione della nuova linea di assemblaggio per la produzione dei Midi escavatori. A questo lavoro è poi seguita l'integrazione delle terne nella stessa linea, passando quindi da 3 linee di assemblaggio nello stabilimento a 2 soltanto, motivo per il quale nel FY 2016 l'eliminazione della linea BHL è rappresentata con la colonna tratteggiata in rosso. Con la nuova linea sono stati riorganizzati i cicli produttivi, è variato il layout di alcune aree di assemblaggio e sono state modificate delle attrezzature, ottenendo una riduzione di 1,2 giorni del lead time di produzione portandolo a quello attuale di 10 giorni lavorativi.

Ci concentriamo dunque sulla linea Midi-BHL –che è quella su cui si vogliono portare ulteriori miglioramenti– cercando di andare più nel dettaglio

sulla composizione di questi 10 giorni, e quanto emerge è riassunto nella Figura 2.2.

Il flusso è stato suddiviso in 5 fasi:

1. welding → come prima cosa viene effettuata la saldatura in un unico pezzo di più parti del telaio, le quali vengono spedite separatamente dal fornitore a causa dell'eccessivo ingombro che ne complicherebbe il trasporto aumentandone il costo
2. painting → verniciatura dei componenti nell'impianto interno all'azienda (non viene effettuata su tutti i componenti perchè alcuni arrivano già verniciati dal fornitore)
3. line ON-OFF → processo di assemblaggio in linea, il quale ha inizio con l'assemblaggio del primo componente e termina con l'uscita della macchina dalla linea. La macchina esce completa al 98% in termini di materiali e all'85% in termini di manodopera
4. line OFF completion → comprende tutte le attività svolte sulla macchina dopo l'uscita dalla linea, ossia test, allestimento, rifiniture e PDI (pre delivery inspection), le quali sono svolte in aree con un layout a isola
5. completion shipping → preparazione della macchina per la spedizione



**Figura 2.2:** *Suddivisione del lead time produttivo per il flusso Midi-BHL*

Dal grafico emerge il notevole miglioramento avuto nel processo in linea, ed il fatto che ciò che ad oggi impatta maggiormente sul tempo di attraversamento è il processo del fuori linea con una rilevanza del 40% sul lead time

totale. La priorità su cui intervenire è dunque quella di ridurre il tempo necessario per questa fase, perché è quella su cui ci sono i più ampi margini di miglioramento.

## 2.2 Il processo del fuori linea

Per capire dove è meglio intervenire occorre andare più nel dettaglio di questa fase. Nella Figura 1.6 del capitolo precedente si può vedere l'area dell'officina legata al processo offline per Midi e terne, e in Tabella 2.1 sono riassunti alcuni dati relativi a quest'area.

*Tabella 2.1: Dati dell'area offline per Midi e terne*

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Dimensione area	m <sup>2</sup>	3457
Wip	n°	32
Operatori	n°	27
Tempo ciclo medio	min	55
Capacità giornaliera	unità/giorno	8
Modelli prodotti	n°	13

Come si può vedere è un processo che occupa un'area abbastanza grande e che coinvolge un elevato numero di operatori. Per chiarire come è strutturato questo processo è utile fare riferimento alla Figura 2.3 in cui è evidenziato il flusso seguito dalle macchine in condizioni standard (ossia senza riparazioni straordinarie necessarie).

Il processo offline inizia con i test che vengono effettuati sulla macchina, che sono sia di tipo funzionale che di tipo qualitativo. Alcuni controlli vengono svolti all'interno dell'officina mentre per quelle movimentazioni che richiedono maggior spazio di manovra è dedicata un'apposita area esterna. Tutti i parametri controllati devono rispettare gli standard qualitativi definiti dall'azienda, che sono specificati nelle normative KES (Komatsu Engineering Standard). In caso contrario viene fatta una segnalazione da parte del collaudatore e il difetto deve essere sistemato. Terminato il collaudo la macchina viene lasciata in un parcheggio esterno che funge da WIP (work in progress) in attesa di essere presa in carico per la fase di allestimento (finish). In questa fase viene fatta una pulizia della macchina, vengono fatti dei ritocchi alla vernice in caso non soddisfatti i requisiti qualitativi (touch-up) sia a mano con pennello sia in camera di verniciatura in caso di problemi più

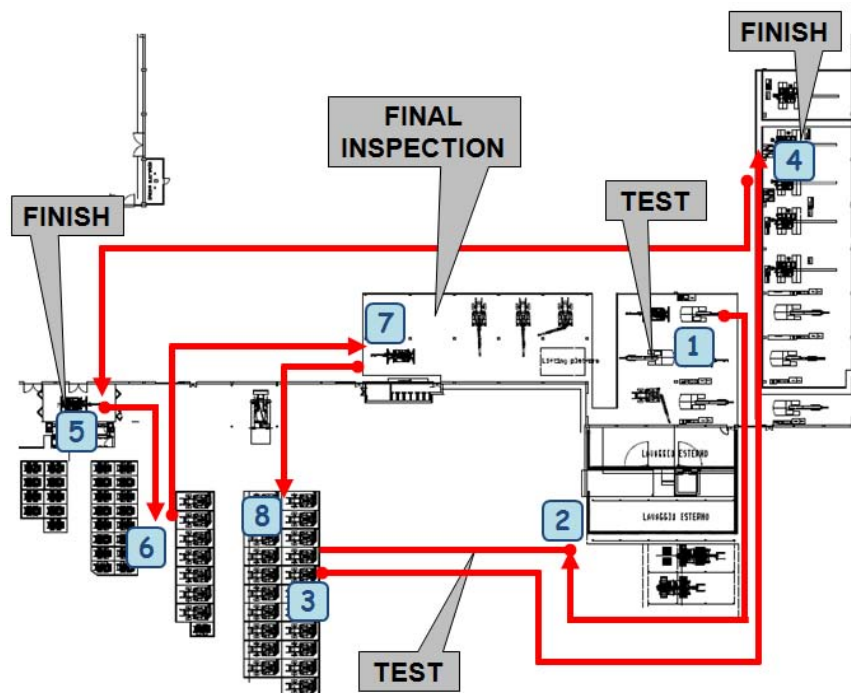


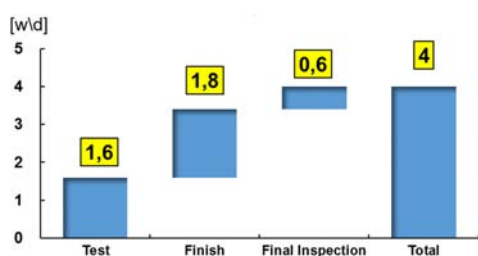
Figura 2.3: Flusso offline Midi-BHL

consistenti, e infine vengono assemblati alcuni componenti che per molteplici motivazioni non possono essere montati in linea. Al termine di questa fase la macchina viene sottoposta ad un controllo finale per verificare un'ultima volta che tutto sia perfetto e che sia pronta per poter essere spedita al cliente.

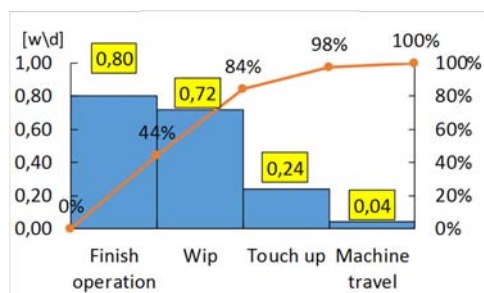
Tra questi 3 processi in Figura 2.4 si nota che è l'allestimento quello che ha impatto maggiore sul lead time, con un tempo di 1,8 giorni lavorativi. Andando quindi in maggiore dettaglio sulla composizione di questo tempo risulta che i tempi per lo spostamento della macchina e per il touch-up (operazione su cui è già stato svolto un progetto QC nel 2016) sono modesti, mentre più importanti sono i tempi di attesa e soprattutto le operazioni di allestimento, le quali sono il 44% del lead time totale di allestimento (vedi Figura 2.5).

Le operazioni svolte in questa fase sono molte e la loro rilevanza al variare del modello di macchina è specificata in Figura 2.2 dove per ogni modello<sup>1</sup> sono indicati i minuti necessari per svolgere ciascuna operazione. Nell'ultima riga della tabella è infine indicata la percentuale media con cui le varie attività incidono sul lead time totale delle operazioni di allestimento.

<sup>1</sup>I sei modelli di terne hanno tempi pressoché identici fra loro per cui non vengono distinti nella tabella. Inoltre mancano i dati relativi al PC170LC-11 perché al momento di questa analisi non era ancora entrato in produzione.



**Figura 2.4:** Composizione del LT del processo di fuori linea



**Figura 2.5:** Rilevanza sul LT delle attività dell'allestimento

**Tabella 2.2:** Disaggregazione dei tempi delle operazioni di allestimento per ciascun modello di macchina

Model	Material picking	Machine moving	Cleaning	Document preparation	Component assembly	Decals application	Paint	Others	Greasing
PC80MR-3	23,51	19,9	47,6	17,17	37,24	60,63	46,4	29,95	18,14
PC88MR-10	21,28	17,89	48,4	17,1	54,68	70,68	46,2	28,52	20,7
PC118MR-8	20,08	16,87	50,94	17,6	60,04	69,36	49,6	28,31	15,84
PC138US-11	24,78	16,93	53,2	17,09	64,03	71,60	44,7	27,66	18,61
PW98MR-10	21,49	17,89	56,5	17,1	108,09	91,42	54,2	28,52	20,7
PW118MR-8	21,55	16,87	50,94	17,6	111,83	85,88	53,7	28,31	22,84
WB	23,51	17,89	46	17,5	60,88	89,58	44	28,3	21,59
<b>Average %</b>	<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>14%</b>	<b>5%</b>	<b>20%</b>	<b>22%</b>	<b>14%</b>	<b>8%</b>	<b>6%</b>

Le operazioni svolte sono:

- material picking. Si tratta dei tempi che occorrono per prelevare i vari materiali necessari in questa fase. Alcuni componenti vengono portati nell'area di allestimento all'interno di vagoni con i pezzi specifici per ogni macchina (erogazione in kit), altri invece si trovano su degli scaffali collocati nei pressi dell'area che fungono da supermarket (ossia un magazzino intermedio e decentralizzato) ed è direttamente l'operatore di linea che provvede ad effettuare il picking
- machine moving. Gli operatori devono andare a recuperare le macchine nel parcheggio esterno per spostarle fino all'area di lavoro e viceversa
- cleaning. Viene eseguita una pulizia accurata di tutta la macchina allo scopo di eliminare residui di olio e grasso sia a fini estetici che per consentire alla vernice di aderire meglio sulle piccole parti di dettaglio che vengono colorate in quest'area
- document preparation. Vi sono una serie di documenti cartacei che l'operatore deve visionare e compilare

- component assembly. In questa fase vengono assemblate alcune cover che non sono montate in linea per consentire in fase di collaudo il controllo di eventuali perdite sui raccordi dell'impianto idraulico. Vengono montati anche altri componenti ingombranti che ostacolerebbero l'accesso ad alcune zone della macchina, come ad esempio le scalette per salire in cabina, e componenti di facile danneggiamento che potrebbero rovinarsi se fossero montati prima come il tappetino all'interno della cabina
- decals application. Per ogni macchina vengono applicati numerosi adesivi e decalchi, si tratta di istruzioni per le movimentazioni, decalchi di sicurezza imposti dalle leggi del paese in cui la macchina sarà venduta, indicazioni del modello e del marchio Komatsu. Sono applicati in diverse aree delle macchine, sia all'interno della cabina che sulle cover esterne, oltre che su alcuni componenti interni
- paint. Vengono colorati con un pennello alcuni componenti di dettaglio
- others. Include tutte le altre attività di minor durata
- greasing. Viene effettuato l'ingrassaggio di tutti i giunti della macchina in cui c'è strisciamento al fine di ridurre l'usura dei componenti

Fra tutte queste operazioni quella di applicazione dei decalchi è quella che ha un peso maggiore, pari al 22% delle attività di allestimento, e quindi è questa l'area su cui intervenire in questo progetto QC. Partendo dall'obiettivo del top management di ridurre i tempi di consegna siamo giunti a definire il tema del progetto QC, ossia apportare miglioramenti nell'attività di applicazione dei decalchi sulla macchina che portino ad una riduzione del lead time.

## 2.3 Il team di lavoro

Di fondamentale importanza per il successo del circolo della qualità è l'approccio mentale delle persone che ne fanno parte. Se qualcuno sente di essere "obbligato" a svolgere una particolare attività dalla società, questa attività non risulterà interessante e non durerà a lungo. Per promuovere l'incarico serenamente e divertendosi, i membri del team devono avere una certa *flessibilità mentale* e condividere l'*orgoglio* per il lavoro in cui sono

coinvolti. L'espressione flessibilità mentale si riferisce alla disponibilità ad accettare serenamente, per esempio quando si sente un cliente, un superiore o un collega che lavora ad un processo successivo, il sentirsi dire «Non stai facendo un buon lavoro». Orgoglio si riferisce invece alla sensazione che ognuno abbia un ruolo chiave nella fabbricazione dei prodotti Komatsu.

Sebbene nelle attività del circolo della qualità il senso di indipendenza sia valutato in modo positivo, d'altra parte è molto naturale coinvolgere o cercare sostegno dalle altre persone (come i manager dei reparti, i supervisori, i responsabili o il personale operativo) poiché le attività hanno lo scopo di migliorare i processi per fabbricare prodotti migliori, svolgendo un lavoro a beneficio dell'azienda. In tal senso, è naturale che l'attività debba essere correlata e sostenga i processi precedenti e successivi. D'altro canto il personale ha una grande responsabilità quando si sottopone a un programma di training sui circoli della qualità per utilizzare le tecniche del QC e sostenere l'introduzione di nuove tecnologie nel luogo di lavoro.<sup>2</sup>

In Tabella 2.3 sono riassunti i fondamenti del circolo della qualità.

Allo stesso modo della mentalità delle singole persone anche la composizione del team è importante. Il gruppo deve essere vario, con persone dalle diverse competenze e di diverso grado gerarchico, in modo da poter guardare ai dati e alle possibili soluzioni da punti di vista anche molto diversi. Per questo progetto il team è stato composto di 6 persone:

- direttore di produzione - il responsabile di tutta la parte produttiva che ha dato via al progetto definendo il tema su cui lavorare
- ME manager - responsabile del processo produttivo e mio tutor aziendale
- foreman di linea - capo della linea produttiva Midi-BHL
- foreman di allestimento - capo dell'area di allestimento per entrambe le linee produttive
- operatore di allestimento - colui che svolge il lavoro di decalcare la macchina in prima persona
- io - con il ruolo di seguire la parte operativa del progetto facendo riferimento di volta in volta alle persone di competenza (anche esterne al team)

---

<sup>2</sup>Ibid.

Tabella 2.3: Concetti di base del QC Circle

<b>Per se stessi</b>	⇒	sfruttare le capacità umane per estrarne un potenziale illimitato
<b>Per i colleghi</b>	⇒	rispettare l'aspetto umano delle situazioni e creare un luogo di lavoro piacevole in cui valga la pena di operare
<b>Per l'azienda</b>	⇒	contribuire al miglioramento e allo sviluppo della qualità aziendale

## 2.4 Il target

Prima di proseguire con l'analisi della fase di applicazione dei decalchi bisogna porre un target che si punta a raggiungere con il progetto. Questo deve essere definito adeguatamente, cioè né poco sfidante e quindi troppo semplice da raggiungere, ma nemmeno deve puntare troppo in alto e risultare quindi utopistico da realizzare. La fase costituisce 0,2 giorni lavorativi di lead time, pari al 5% di tutto il processo di fuori linea. Da queste informazioni si è deciso di porre come obiettivo quello di ridurre proprio di 0,2 giorni il lead time di produzione, arrivando a 9,8 come evidenziato in Figura 2.6.

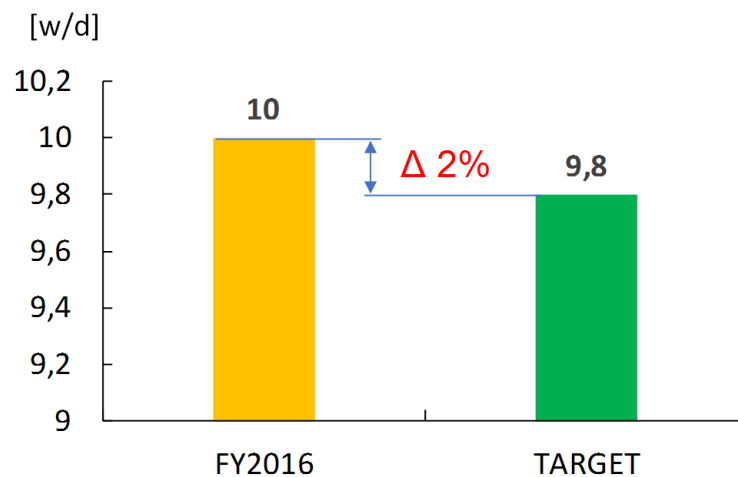
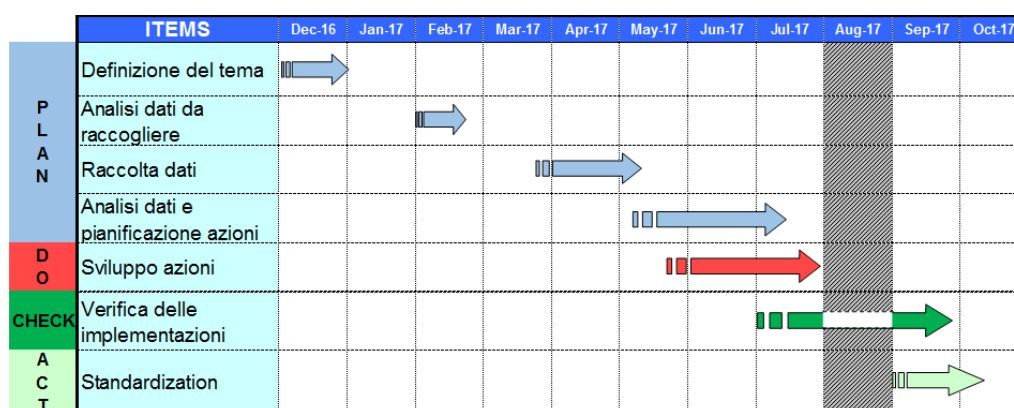


Figura 2.6: Obiettivo finale del progetto QC

Determinato il target è fondamentale anche stabilire una data entro cui questo target debba essere raggiunto, ed è stato posto come limite fine settembre in modo da completare il progetto entro la mia esperienza di tirocinio.

## 2.5 Sviluppo del piano d'azione

Il passo successivo è stato definire uno schedule in modo da pianificare le attività future e porre delle scadenze per le varie fasi. Questo è fondamentale per la gestione dei tempi di qualsiasi progetto perchè pone degli step intermedi da raggiungere entro tempi ben definiti. Oltre a questo il piano d'azione ha anche lo scopo di definire chi deve fare cosa e quando lo deve fare. Lo schedule generale con le macro-fasi del progetto è riportato in Figura 2.7.



*Figura 2.7: Schedule*

Le prime due fasi di definizione del tema e di analisi dei dati da raccogliere sono state fatte come sviluppo successivo del progetto di rifacimento della linea. Infatti già da quel progetto era emerso che l'attività dei decalchi era uno dei prossimi punti su cui concentrare l'attenzione al fine di ridurre i tempi di consegna. Al momento del mio arrivo in azienda, dopo una fase di formazione per conoscere i vari reparti dell'officina e qualche riunione per capire le ragioni del progetto ho provveduto, insieme al manager dell'ufficio Manufacturing Engineering e grazie all'aiuto degli altri membri del team, alla raccolta dei dati sulla situazione attuale dell'attività di decalatura in modo da avere dati oggettivi sui quali poter fare riferimento nel valutare le possibili modifiche. Per questa fase è stato dedicato un tempo di un mese e mezzo circa, tempo abbastanza elevato ma necessario per avere una visione dettagliata di tutto ciò che riguarda quest'attività, data anche la complessità del lavoro a causa dei differenti modelli di macchina considerati. Inoltre è stato necessario del tempo iniziale anche per permettermi di conoscere il ciclo di lavoro, e per ripetere più volte alcune misurazioni in modo da

prendere confidenza con tecniche e strumenti utilizzati prima di ottenere risultati attendibili.

Terminata questa fase i dati raccolti sono stati analizzati e con la collaborazione dell'intero team si sono ricercate le priorità per capire dove era opportuno intervenire prima. Da qui attraverso il ciclo PDCA si sono pianificate soluzioni che provvedevo poi a testare con l'aiuto degli operatori. In caso di soluzioni non ottimali con il team si proponevano soluzioni differenti che venivano poi testate fino a giungere alla soluzione ottimale. Per questa ragione come si può osservare nello schedule le frecce di pianificazione e azione si sovrappongono. Quando con i test si sono raggiunti i risultati sperati si è provveduto ad effettuare le modifiche nel sistema gestionale in modo da erogare i materiali nell'area corretta e si è addestrato correttamente il nuovo operatore che ha dovuto prendersi carico del lavoro. Si sono inoltre preparate le schede di supporto per gli operatori e in caso di bisogno è stata fornita l'attrezzatura necessaria. Solo successivamente, dopo un tempo di almeno 2-3 settimane necessarie affinché l'operatore familiarizzasse con il nuovo ciclo di lavoro, ho potuto fare il rilievo tempi con la nuova soluzione. L'ultima fase è stata la standardizzazione, in cui per tutti i modelli sono state fatte le modifiche necessarie al sistema gestionale e sono state preparate le schede di supporto montaggio necessarie agli operatori per svolgere correttamente i cicli di lavoro. Una volta stabiliti degli standard per il processo e resi ufficiali, il progetto è completato e la modifica diventa definitiva.

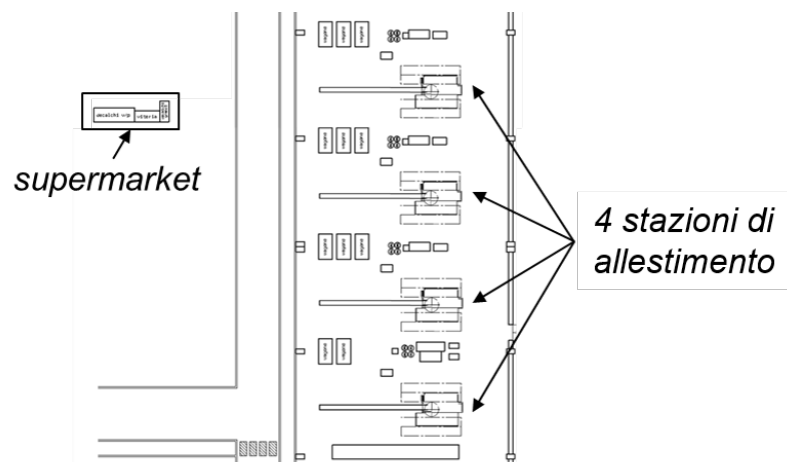


## 3. Analisi delle cause e degli effetti

In questo capitolo verrà analizzata più approfonditamente la fase di applicazione dei decalchi in modo da capire da cosa è costituito il suo tempo ciclo. Dopodiché verrà scelto un modello macchina di riferimento da cui partire con l'analisi e sul quale effettuare i test.

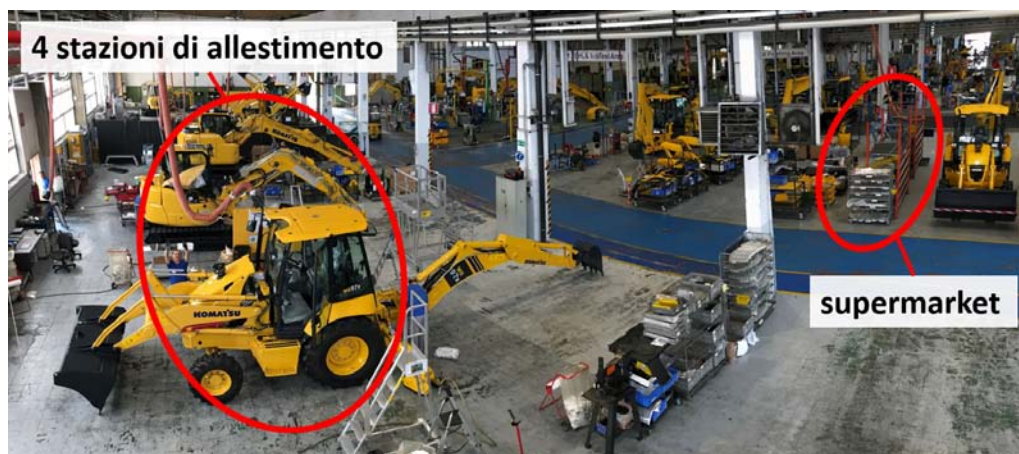
### 3.1 L'area di lavoro

Una delle prime cose da fare per scoprire le cause del problema è andare nel gemba<sup>1</sup> ad osservare dove e come l'attività viene svolta. Andare a visionare l'area e chiedere informazioni agli operatori è un modo per costruire ottime relazioni con essi, che saranno meglio disposti a fidarsi e a comunicare cosa non funziona. La prima cosa osservata è stata l'area di lavoro, della quale nelle Figure 3.1 e 3.2 possiamo vedere rispettivamente il layout e una fotografia dall'alto.



*Figura 3.1: Layout dell'area di allestimento*

<sup>1</sup>termine giapponese che significa “il luogo dove si crea il valore”



*Figura 3.2: Foto dell'area di allestimento*

L'area è costituita da 4 stazioni che lavorano in parallelo e ciascuna occupa una superficie di  $113\text{m}^2$  (vedi Tabella 3.1). Nelle vicinanze di queste aree vi è anche il supermarket dove gli operatori vanno a prelevare i componenti necessari che però non vengono erogati nel kit della macchina. Questo perché per i componenti di uso comune o per componenti di facile danneggiamento è più semplice questo tipo di gestione in cui l'operatore può facilmente sostituire un componente rovinato andando a prelevarne un altro dallo scaffale. In ogni caso nell'ultimo periodo l'azienda sta cercando di ridurre il più possibile questi componenti erogandoli nei kit, in modo da diminuire gli spostamenti che l'assemblatore deve compiere e evitare il rischio di errori nel prelievo dei materiali. Per quanto riguarda gli operatori in questa fase ne sono impiegati 7, due per ciascuna stazione ad eccezione di una dove vi è un solo operatore.

*Tabella 3.1: Dati dell'area di allestimento per Midi e terne*

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Dimensioni stazione	$\text{m}^2$	113
Stazioni	n°	4
Operatori	n°	7
Tempo ciclo medio	min	55
Capacità giornaliera	unità/giorno	8
Modelli prodotti	n°	13

Nella Figura 3.3 possiamo vedere come è la disposizione di una singola stazione. Tutta l'area centrale è mantenuta libera dai materiali per lasciare lo spazio necessario alla macchina, questo perché si lavora con macchine di grandezza molto diversa fra loro e si necessita dello spazio sufficiente per

le manovre di entrata e di uscita dall'area. I componenti necessari sono disposti su vagoni posizionati ai lati dell'area, così come le attrezzature utilizzate per svolgere la fase. Per l'applicazione dei decalchi l'attrezzatura è composta da:

- \* carrellino con rotelle per potersi spostare intorno alla macchina avendo sempre tutto il necessario a portata di mano
- \* spruzzino con acqua e sapone, perché i decalchi vengono applicati con l'ausilio dell'acqua (spruzzata sia sul decalco che sulla zona di applicazione) per evitare la formazione di bolle d'aria
- \* spatola utilizzata per eliminare l'acqua in modo da fissare il decalco al componente
- \* cestino dove buttare tutti i componenti di scarto
- \* scaletta utilizzata per raggiungere punti troppo alti, come ad esempio quello del decalco sul braccio degli scavatori di dimensioni maggiori, oppure per alcuni decalchi sulla zavorra

Nella foto si possono anche notare i due operatori che lavorano contemporaneamente sulla macchina, in zone diverse in modo da non ostacolarsi fra loro.



*Figura 3.3: Foto di una stazione di allestimento*

## 3.2 Rilievo ed analisi dei tempi

Il passo successivo è stato quello di andare a misurare i tempi della fase di applicazione dei decalchi, in modo da capire da cosa è composto il tempo ciclo dell'attività.

### 3.2.1 Il metodo utilizzato per il rilievo

Per fare dei confronti tra la situazione attuale e quella futura bisogna definire un tempo standard per lo svolgimento delle attività. Il tempo standard è il tempo che l'azienda assegna alle risorse coinvolte in una operazione per eseguirla secondo un metodo stabilito, e non corrisponde al tempo che un cronometrista rileverebbe misurando il ciclo produttivo in stabilimento. Infatti si può avere variabilità nel tempo di esecuzione in funzione dei vari operatori addetti alla stessa mansione, di diverse condizioni ambientali, imprevisti, fermate, mancanza di materiali, ecc.<sup>2</sup>

Le tre tecniche di rilevamento tempi più diffuse sono:

**work sampling (campionamento)** - Consiste nel fare un numero  $n$  di rilevazioni istantanee di quello che sta svolgendo l'operatore, e da queste stimare i tempi delle varie attività. L'accuratezza del metodo è bassa e dunque deve essere utilizzato su macro-attività che durano diversi minuti. I vantaggi sono la velocità di applicazione perché non serve rilevare tutto il tempo di attività ma solo alcuni istanti, ed il fatto che con un rilievo si possa valutare diverse attività e diversi operatori contemporaneamente. Il periodo di analisi e gli intervalli tra le rilevazioni sono funzione della durata dell'attività e della sua ripetitività.

**cronometrica (o cronotecnica)** - È un metodo preciso e molto utilizzato, che verrà descritto meglio in seguito

**tempi predeterminati** - Tecnica utilizzata soprattutto per nuovi prodotti, perché non richiede rilevazioni dirette ma si basa sulla scomposizione delle attività in movimenti elementari i cui tempi sono predeterminati e sono funzione delle caratteristiche del movimento e delle condizioni in cui avviene

---

<sup>2</sup>Marco Minati. *Tempi e Metodi*. IPSOA, 2012.

In Komatsu il rilevamento si effettua tramite cronotecnica, cioè viene fatto il rilievo dei tempi con un cronografo. È un metodo che si basa sull'osservazione e sulla misura diretta del tempo. Per questa tecnica può essere utile l'uso di filmati in modo da poter analizzare e rivedere bene alcuni dettagli e soprattutto di poter seguire con un solo rilevamento l'attività di più operatori, ma in Komatsu questo non è consentito per motivi sindacali. Con questo metodo nella misurazione di un'attività bisogna rilevare due caratteristiche:

- il tempo impiegato
- un giudizio sulla velocità di esecuzione dell'operatore

Questo perché l'operatore umano non ha sempre la stessa velocità nell'esecuzione di un'attività ma il suo rendimento è:

- variabile nel tempo
- variabile nella persona

La parte più complessa nell'utilizzo di questa tecnica è associare il rendimento al rilievo, perché la stima del rendimento è soggettiva. Si basa sull'esperienza dell'analista il quale si riferisce come confronto ad un rendimento normale per un operatore medio, formato, senza incentivi e senza affaticamento. La misurazione va ripetuta più volte in modo da ottenere un numero adeguato di rilievi la cui media aritmetica sia effettivamente rappresentativa dell'operazione che si sta rilevando. Il numero ottimale di rilevazioni consigliato in letteratura sarebbe di almeno 10-15, ma dato che in Komatsu la durata dei cicli di lavoro è elevata (sono nell'ordine dell'ora) risulterebbe troppo oneroso, e quindi come scelta aziendale ci si basa generalmente su 3 rilevazioni.

Di fondamentale importanza è instaurare una corretta comunicazione con il soggetto da misurare. Un analista deve sempre condurre il rilievo sul campo privilegiando, nei confronti dell'operatore, l'instaurarsi di un clima di vera e reciproca collaborazione. Se la persona da misurare non collaborerà, l'analista si troverà in grande difficoltà e, in casi estremi, nell'impossibilità di fare il suo lavoro<sup>3</sup>. La misurazione del passo o rendimento si effettua utilizzando una scala di valutazione che parte da una condizione ottimistica, ovvero quella di un operatore che, adatto al lavoro da svolgere e allenato al


---

<sup>3</sup>Ibid.

compito, lavora:

- ◇ impiegando tutta l'energia di cui dispone
- ◇ seguendo esattamente il metodo assegnato
- ◇ per tutto il tempo lavorativo (senza danni alla salute)

Questa situazione è abbastanza utopistica, ma in normali situazioni di lavoro il 96% degli operatori può superare, senza pericolo per se stessi o perdite qualitative sul prodotto, il 75% del passo ottimale ovvero il passo definito "normale". Dunque si può richiedere di operare almeno a passo normale per tutta la giornata lavorativa<sup>4</sup>. La scala utilizzata in Komatsu è quella 100-133 in cui il primo valore si riferisce al passo normale mentre il secondo al passo ottimo. Per il rilievo si sono utilizzate schede come quella in Figura 3.4, inserendo nella parte centrale una breve descrizione per ciascuna operazione effettuata e nella colonna di destra tempo rilevato e rendimento dell'operatore.

 <small>manufacturing engineering dep</small>			CODICE PARTICOLARE				
			FASE	OP			
ELEMENTI DI OPERAZIONE			RITMI E TEMPI				
<b>1</b>			R				
			T				
<b>2</b>			R				
			T				
<b>3</b>			R				
			T				
			R				

*Figura 3.4: Scheda utilizzata per il rilievo dei tempi*

Dopo aver fatto il rilievo, i tempi sono stati elaborati con un foglio di calcolo al fine di ottenere il tempo normale.

L'attività è sempre la stessa, quindi

$$tempo * rendimento = costante$$

e sfruttando questa proprietà si può normalizzare ad un passo pari a 100, ottenendo

$$T_{normale} = \frac{T_{medio} * P_{medio}}{100}$$

<sup>4</sup>Ibid.

Al tempo normale vanno poi aggiunte le maggiorazioni:

- fattore di maggiorazione di KIM (Komatsu Italia Manufacturing) pari al 10%
- le maggiorazioni per fabbisogno fisiologico non vengono considerate perché durante la giornata lavorativa son già previste le pause di 10 minuti la mattina e 10 al pomeriggio
- maggiorazioni per affaticamento, che sono assegnate secondo una tabella in base alla postura assunta durante l'operazione e al peso da sollevare (o la resistenza meccanica da vincere)

Solo dopo aver considerato le maggiorazioni si arriva al tempo standard che è quello che è stato utilizzato in tutte le analisi che verranno presentate in questo lavoro. Quindi riassumendo, gli step di lavoro per un rilievo cronometrico dei tempi per arrivare a definire un tempo standard sono:

1. suddividere le attività del ciclo di lavoro
2. misurare il tempo di ciascuna attività assegnando un rendimento
3. calcolare il tempo normale
4. aggiungere le maggiorazioni previste

### 3.2.2 I dati ottenuti

Per ciascun modello di macchina è stato fatto un rilievo dei tempi di applicazione dei decalchi secondo le modalità spiegate nel paragrafo precedente, e i risultati analizzati ed elaborati sono riassunti nella Tabella 3.2.

**Tabella 3.2:** *Dati sull'applicazione dei decalchi per i vari modelli di macchina*

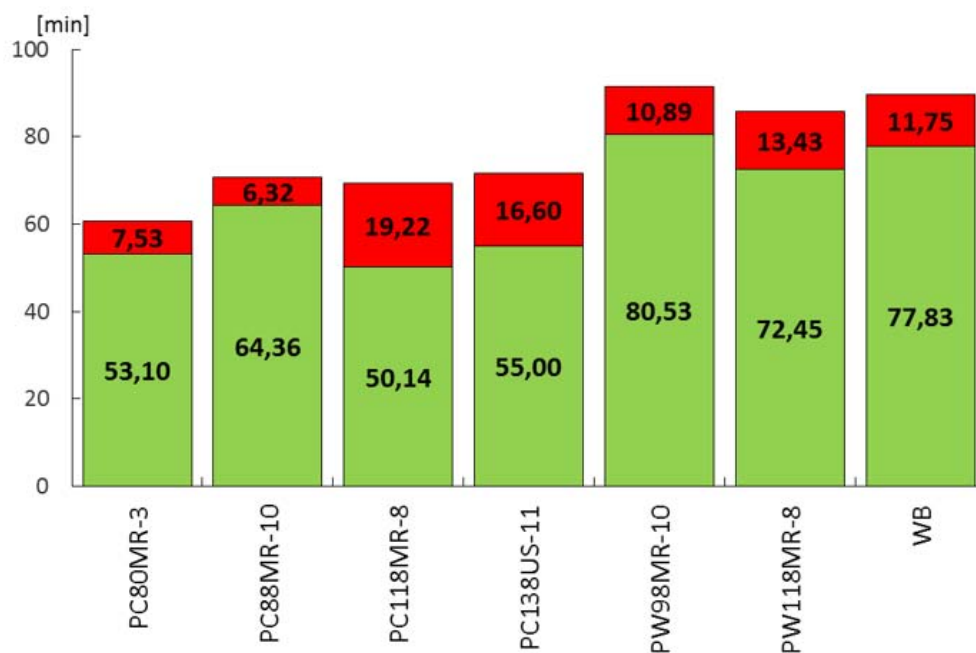
Modello	n° di decalchi	tempo [min]
PC80MR-3	65	60,63
PC88MR-10	75	70,68
PC118MR-8	72	69,36
PC138US-11	81	71,60
PW98MR-10	87	91,42
PW118MR-8	85	85,88
WB	93	89,58

Questi dati però non sono sufficienti a capire come è costituita questa fase quindi si è scelto di approfondire l'analisi separando attività a valore e non a valore.

Un'operazione può essere di 3 tipologie:

- a valore aggiunto, cioè crea valore per il prodotto
- spreco riducibile, è quindi un non valore ma è necessario per lo svolgimento del lavoro
- spreco eliminabile, che comprende errori e inefficienze

Distinguendo ciò che crea valore per il prodotto da ciò che non è a valore aggiunto si ottiene quanto rappresentato in Figura 3.5, dove al variare del modello si nota che dal 9% al 28% del tempo è speso per attività che non danno valore al prodotto.

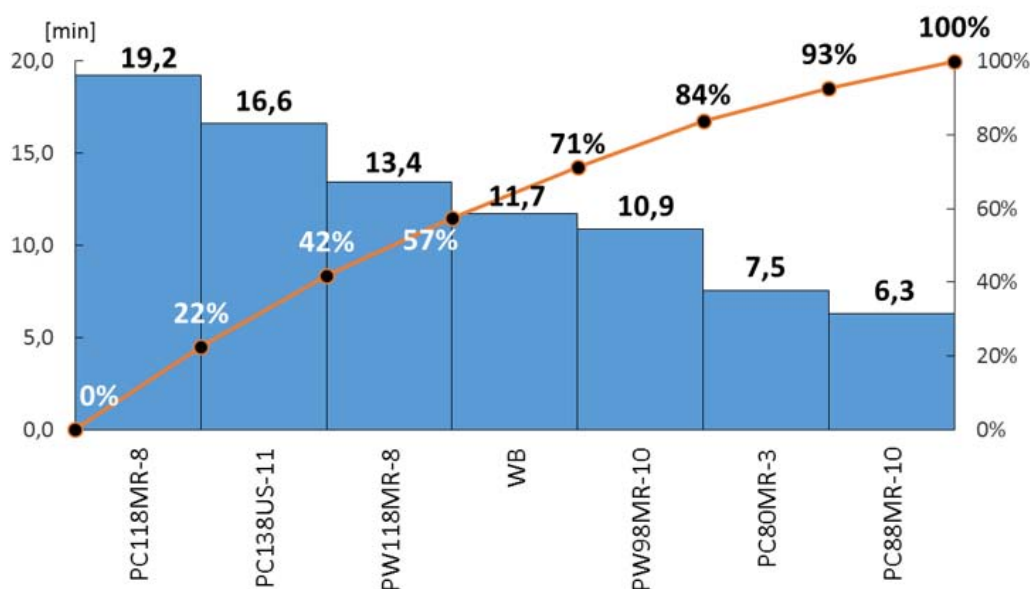


*Figura 3.5: Suddivisione fra tempo a valore (in verde) e non a valore (in rosso)*

Per proseguire con l'analisi diventa troppo oneroso oltre che confusionario continuare a trattare tutti i modelli, dunque si preferisce prendere un modello macchina come esempio su cui sviluppare il progetto QC, per poi estendere i risultati a tutte le altre macchine.

### 3.3 Scelta del modello di riferimento

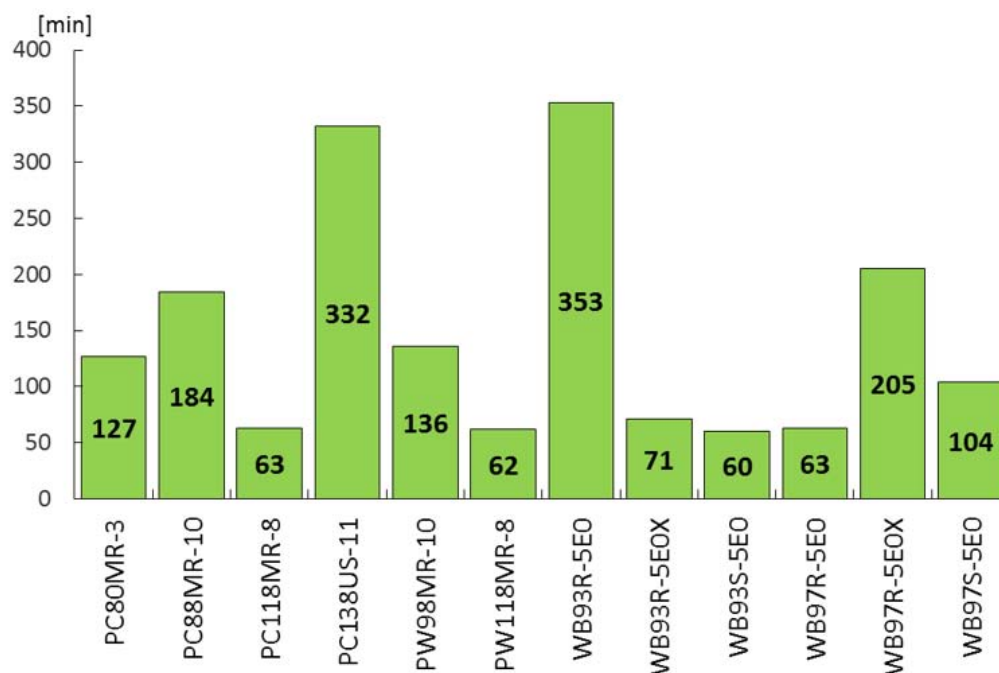
Il modello macchina di riferimento da trattare nel QC non può essere scelto casualmente, ma deve costituire una priorità per l'argomento su cui si vuole avere il miglioramento. Per questo, visto che l'obiettivo è quello di ridurre il tempo di attraversamento, inizialmente si è pensato di guardare il tempo a non valore di ciascun modello. Se si punta a eliminare le attività a non valore infatti, si ha una riduzione del tempo di lavorazione e dunque del lead time. Secondo questo ragionamento la macchina di riferimento dovrebbe essere quella in cui viene speso più tempo per lo svolgimento di attività non a valore aggiunto. In Figura 3.6 è stato fatto un diagramma di Pareto con questi tempi, dal quale il PC118MR-8 sembrerebbe il primo modello su cui intervenire.



*Figura 3.6: Diagramma di Pareto del non valore per singola macchina*

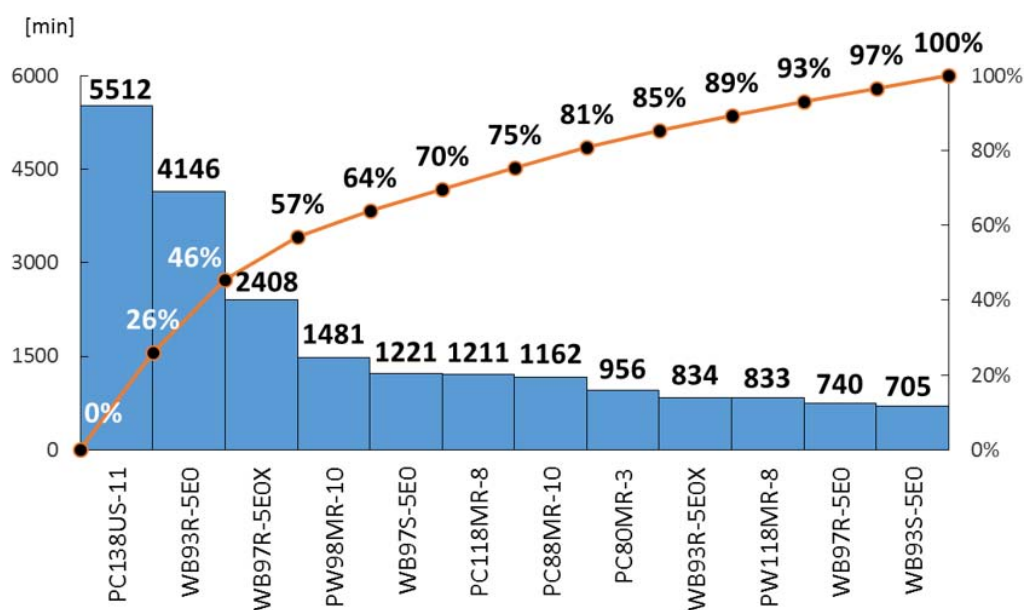
Valutando con il team questi dati si è però pensato che fosse più opportuno considerare anche qual è il tasso di produzione dei vari modelli, perché avrebbe poco senso prendere a riferimento una macchina che ha un non valore elevato ma di cui vengono prodotte pochissime unità. Per i dati di produzione ci si è basati sui volumi produttivi dello scorso anno fiscale che sono riportati in Figura 3.7.

Da questo si nota che il PC118MR-8 è un modello poco prodotto, mentre molto più frequenti sono il PC138US-11 e la terna WB93R-5EO. I dati delle Figure 3.6 e 3.7 sono quindi stati incrociati, per ottenere nella Figu-



*Figura 3.7: Unità prodotte per ciascun modello nel FY2016*

ra 3.8 quello che è per ciascun modello il tempo a non valore impiegato in totale in un anno (sulla base dei dati di produzione storici dello scorso anno). È evidente che il modello prioritario risulta essere il PC138US-11, che sarà quindi quello su cui concentreremo l'analisi e il primo su cui saranno implementate le nuove soluzioni.



*Figura 3.8: Diagramma di Pareto sul non valore annuale dell'applicazione dei decalchi*

### 3.4 Analisi del PC138US-11

Scelto dunque il PC138US-11 come modello di riferimento è opportuno andare un po' più nel dettaglio per quanto riguarda il suo tempo di applicazione dei decalchi, in modo da capire come è composto. Oltre alla distinzione già fatta fra attività a valore e non a valore sono state fatte delle ulteriori suddivisioni classificando le attività in base alla loro tipologia, ed i cui risultati sono riassunti in Tabella 3.3.

*Tabella 3.3: Analisi delle attività per il PC138US-11*

VA/NVA	Operations	Minutes
VA	Decals application	51,14
VA	Removing adhesive paper	3,86
NVA	Picking	5,12
NVA	Walking	5,04
NVA	Throw trash	2,76
NVA	Cleaning	1,83
NVA	Position check	1,86
	Total	71,60

} **55 min**

} **16,6 min**

Le attività a valore costituiscono complessivamente 55 minuti di tempo ciclo e sono state suddivise in due categorie:

**Decals application**  $\Rightarrow$  è l'operazione di applicazione dell'adesivo/decalco vera e propria, che comprende i seguenti movimenti:

- \* togliere la pellicola sul retro del decalco
- \* bagnare con acqua e sapone sia il decalco che la superficie su cui va applicato
- \* posizionarlo in maniera corretta (senza l'ausilio di una dima o la necessità di fare misurazioni con un metro)
- \* spatolarlo affinché aderisca alla superficie (Figura 3.9)

**Removing adhesive paper**  $\Rightarrow$  fin'ora abbiamo considerato adesivi e decalchi come se fossero sinonimi, ma tecnicamente una decalcomania è un tipo specifico di adesivo. Le decalcomanie hanno sopra all'adesivo una protezione di carta che permette di collocarlo esattamente dove

si desidera e mantiene le piccole parti insieme ed in posizione. Dunque per le scritte del marchio Komatsu e del modello macchina non c'è la semplice applicazione, ma bisogna rimuovere la carta adesiva dopo che il decalco ha fatto presa sul componente su cui è applicato (Figura 3.10).



**Figura 3.9:** Fissaggio dell'adesivo con la spatola

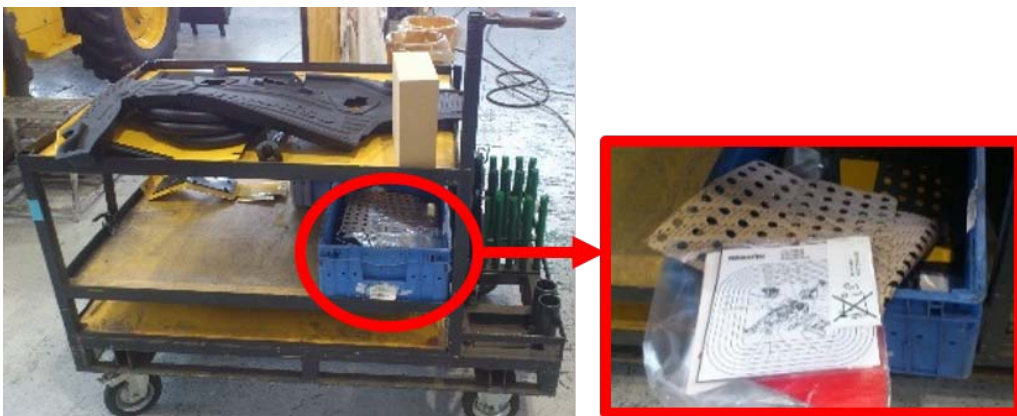


**Figura 3.10:** Rimozione della carta adesiva usata per applicare le scritte

Analizziamo ora le componenti del non valore, che nel complesso ammontano a 16,6 minuti.

## PICKING

Per il PC138US-11 l'operatore di allestimento impiega 5,12 minuti per macchina ad effettuare il prelievo degli 81 decalchi da applicare. 25 di questi sono erogati in kit, cioè su un apposito vagone con i componenti specifici per una singola macchina come illustrato in Figura 3.11. Questi costituiscono una quota parte irrisoria del tempo di picking perché all'operatore è sufficiente estrarli dal sacchetto in cui sono contenuti.



**Figura 3.11:** Erogazione dei decalchi in kit

I restanti 56 decalchi sono invece collocati in un magazzino intermedio di linea di cui è riportata una foto in Figura 3.12. In questo supermarket sono collocati 308 codici di cui 202 adesivi e pertanto, oltre al problema del tempo che l'operatore impiega per fare il prelievo, risulta difficile per esso anche il prelievo degli adesivi corretti. Infatti durante il periodo di osservazione del ciclo di lavoro era frequente che l'operatore dovesse ritornare allo scaffale per prelevare qualche ulteriore adesivo o portarne indietro qualcuno prelevato erroneamente.



*Figura 3.12: Supermarket da cui vengono prelevati i restanti adesivi*

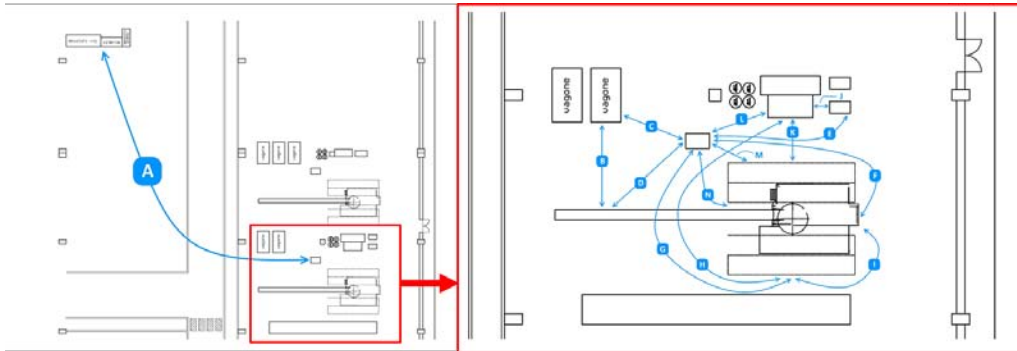
Questa differente gestione dei codici ha origine dal fatto che inizialmente erano stati posti tutti a scaffale in modo che gli operatori potessero avere facilmente componenti di ricambio, però negli ultimi anni l'azienda ha scelto di cambiare strada portando il maggior numero di codici possibili in kit in modo da evitare errori dell'operatore. I codici inseriti negli ultimi anni sono quindi stati associati direttamente all'erogazione nel vagoni sul sistema gestionale, ma non è mai stata fatta una manutenzione dei codici più vecchi per vedere quali si potrebbero portare nel kit.

## WALKING

Il secondo problema in termini di non valore risulta il tempo degli spostamenti dell'operatore. Per analizzarli è stata fatta una spaghetti chart, ossia una mappatura dei flussi che nel nostro caso ha preso in considerazione la movimentazione di colui che svolge il lavoro. Per eseguirla bisogna stampare o fare un disegno del layout della zona di interesse, poi si osserva l'operatore durante un ciclo di lavoro e si tracciano tutti i percorsi che compie congiungendo con delle linee i punti di partenza e di arrivo, annotando anche il numero di volte che vengono compiuti. Tali linee non debbono

necessariamente essere rettilinee, ma possono assumere proprio la forma di “spaghetti” (da cui il nome dello strumento).

Il risultato della spaghetti chart effettuata sul PC138US-11 è riportato in Figura 3.13, dove nella parte di sinistra è riportato il percorso dalla stazione fino al supermarket mentre a destra è stata riportata più in grande l’area di lavoro vera e propria.



**Figura 3.13:** Spaghetti chart di applicazione dei decalchi per il PC138US-11

Nella Tabella 3.4 sono stati riportati i dettagli sui vari percorsi calcolando prima la distanza totale e poi il tempo impiegato per percorrere ciascun tragitto considerando una velocità dell’operatore pari a 1 metro al secondo.

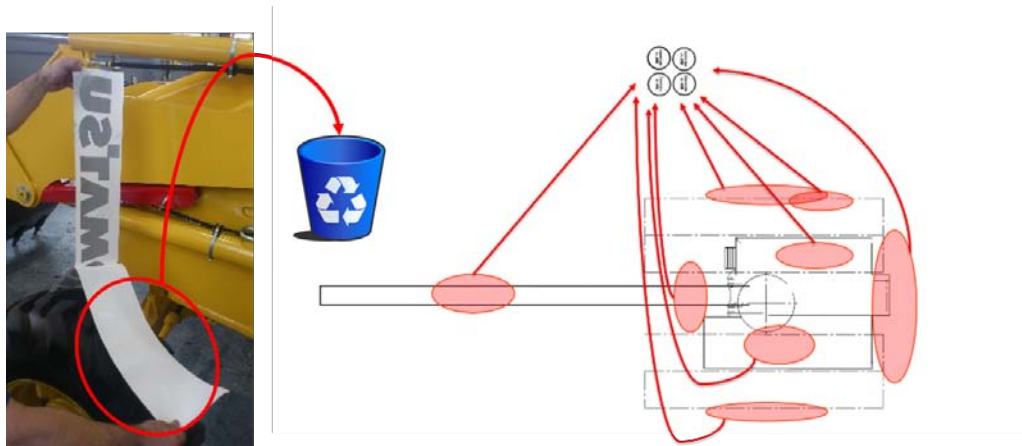
**Tabella 3.4:** Dati della spaghetti chart

Percorso	ripetizioni [n°]	Lunghezza [m]	Distanza TOT [m]	tempo [min]
A	4	23	92	1,53
B	3	2,5	7,5	0,13
C	2	1,5	3	0,05
D	2	2	4	0,07
E	2	3	6	0,10
F	2	5,5	11	0,18
G	1	4,5	4,5	0,08
H	4	6	24	0,40
I	1	3	3	0,05
J	2	1	2	0,03
K	5	1,5	7,5	0,13
L	7	1,5	10,5	0,18
M	11	1,5	16,5	0,28
N	4	2	8	0,13
TOTALE =			199,5	3,33

A questi 3,33 minuti vanno poi aggiunti i tempi degli spostamenti per salire e scendere dalla macchina che non sono stati registrati sulla spaghetti chart, arrivando ai 5,04 minuti complessivi.

### THROW TRASH

Questo tempo è quello necessario per buttare nel cestino tutti i materiali di scarto. Come si può vedere a sinistra in Figura 3.14 per ogni adesivo c'è un foglio che deve essere eliminato. Nella parte di destra della figura sono evidenziate le varie aree di applicazione da cui bisogna eliminare gli scarti per gettarli nel cestino che si trova nell'area. In questo tempo non sono inclusi gli spostamenti ma soltanto il tempo necessario per raccogliere tutte le carte che l'operatore getta a terra durante la fase di applicazione.



*Figura 3.14: Parti da scartare e aree della macchina in cui sono sparse*

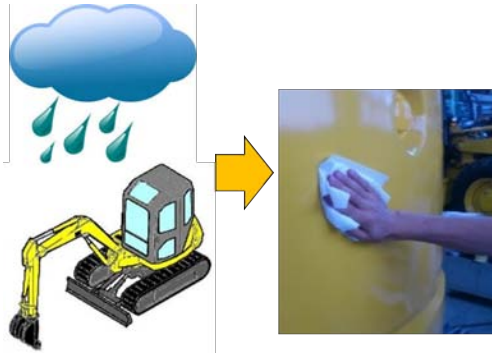
### CLEANING

Dato che la macchina viene lasciata nel parcheggio esterno durante le attese fra una lavorazione e l'altra nel processo offline, può diventare obbligatoria la pulizia di alcune parti in modo da rimuovere macchie o tracce di polvere prima di applicare il decalco (Figura 3.15).

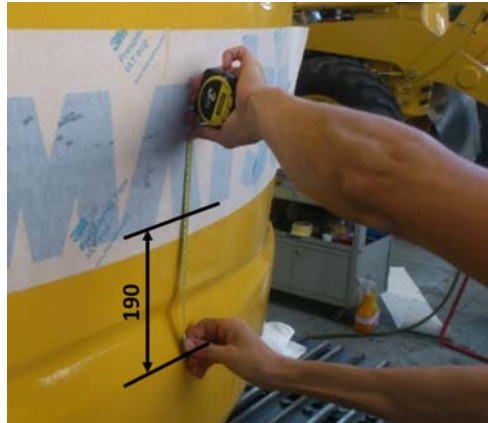
### POSITION CHECK

Ogni adesivo ha un posizionamento ben preciso da rispettare che è definito nelle schede di assemblaggio fornite agli operatori. Per la maggior parte degli adesivi data l'esperienza degli operatori non è necessario l'ausilio di

strumenti di misura, ma per i decalchi più grandi è inevitabile che chi esegue l'operazione debba aiutarsi nel corretto centraggio con degli strumenti o con l'utilizzo di una dima.



*Figura 3.15: Pulizia di un componente*



*Figura 3.16: Misurazione del corretto centraggio del decalco*

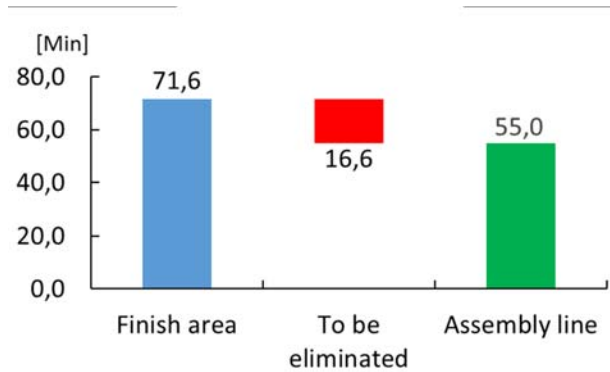
## 4. Applicazione delle misure correttive

Dopo aver analizzato nel dettaglio quella che è l'operazione su cui si basa il progetto, ora bisogna attuare le misure correttive e verificare se queste raggiungono i risultati desiderati. Nella prima parte del capitolo si fissano gli obiettivi e le aree da cui partire con l'implementazione, nella seconda sono descritti più in dettaglio i cicli PDCA nelle aree prioritarie, mentre per le aree di minore rilevanza sono stati riportati solo i risultati finali e le peculiarità, per non essere ridondanti nel descrivere nuovamente tutto il processo.

### 4.1 Definizione degli obiettivi

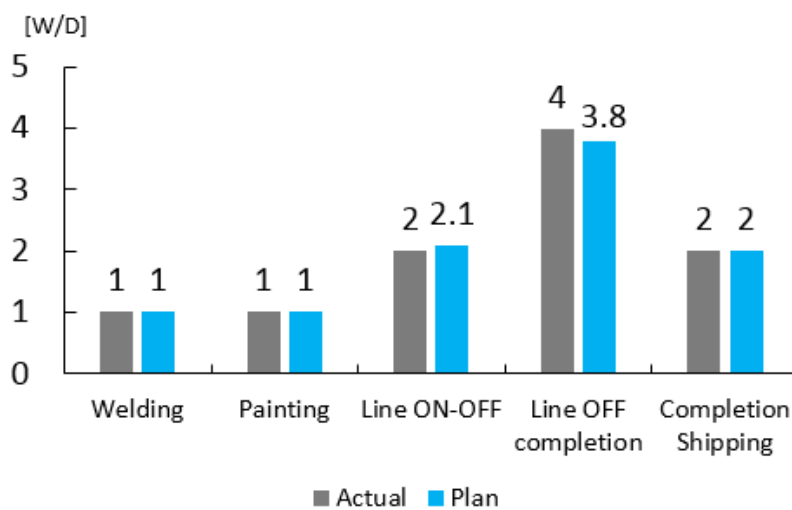
Nel paragrafo 2.4 è stato esposto il target del progetto, ossia ciò a cui il top management chiede di arrivare, ma in che modo lo si può raggiungere? Una prima idea scaturita dal team di lavoro è stata quella di aggiungere alla linea di assemblaggio una stazione in cui vengano applicati i decalchi della macchina, così come viene già fatto nella linea dei Mini escavatori. L'attuazione di questa soluzione sarebbe abbastanza semplice, basterebbe ricavare lo spazio necessario al termine del processo di assemblaggio in modo da avere tutti i componenti già montati sulla macchina. Inoltre, dato che si interviene su questo processo, si è scelto di ricontrollare il metodo con cui viene svolto in modo da eliminare gli sprechi e le attività a non valore aggiunto per il prodotto. Se si riuscisse a togliere completamente il non valore si potrebbe raggiungere, nel fare l'attività in linea, la condizione ideale di Figura 4.1.

In questo modo riprendendo la rappresentazione grafica di Figura 2.2 si otterrebbe quanto evidenziato in Figura 4.2, ossia si avrebbe una riduzione del lead time delle operazioni offline, ma come conseguenza aumenterebbe



**Figura 4.1:** Tempo di applicazione dei decalchi raggiungibile eliminando il non valore

il lead time del processo di assemblaggio in linea (i valori sono arrotondati alla prima cifra decimale). Con l'aumento del lead time di linea non è però più possibile raggiungere il target iniziale e quindi l'idea di aggiungere una stazione non va bene. Ci si è dunque orientati a fare uno studio sulla possibilità di integrare le attività nei processi esistenti, in modo da non variare il tempo che intercorre tra il line ON ed il line OFF della macchina.



**Figura 4.2:** Lead time ottenibile aggiungendo in linea una stazione per l'applicazione dei decalchi ed eliminando il tempo a non valore

Per poter raggiungere il target posto dal top management e allo stesso tempo fare un miglioramento sull'esecuzione dell'attività bisogna fare due cose:

- integrare l'applicazione dei decalchi nel processo di linea
- eliminare le attività a non valore aggiunto

## 4.2 Il Pareto delle priorità

Come illustrato in Tabella 3.2 per il PC138US-11 si hanno ben 81 decalchi, e sarebbe assai complesso analizzarli tutti insieme per vedere dove si possono integrare in linea. Ci possono essere diverse modalità e diverse zone in cui può essere fatta l'integrazione, e per trovare la strada migliore è stata fatta una sessione di brainstorming avvalendosi del diagramma di Ishikawa per identificare quali sono i problemi presenti nello svolgere l'attività in allestimento. Questo tipo di diagramma guida il brainstorming organizzando i fattori che influenzano il processo produttivo in quattro macrogruppi:

- manodopera
- macchine
- metodo
- materiali

Il risultato è quello in Figura 4.3, dove si sono cerchiati i problemi ritenuti fondamentali.

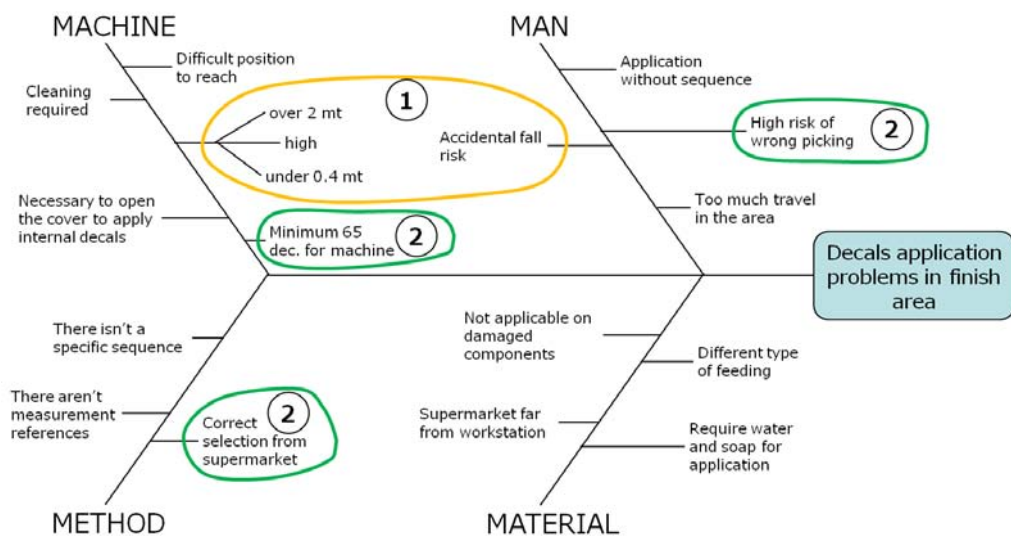
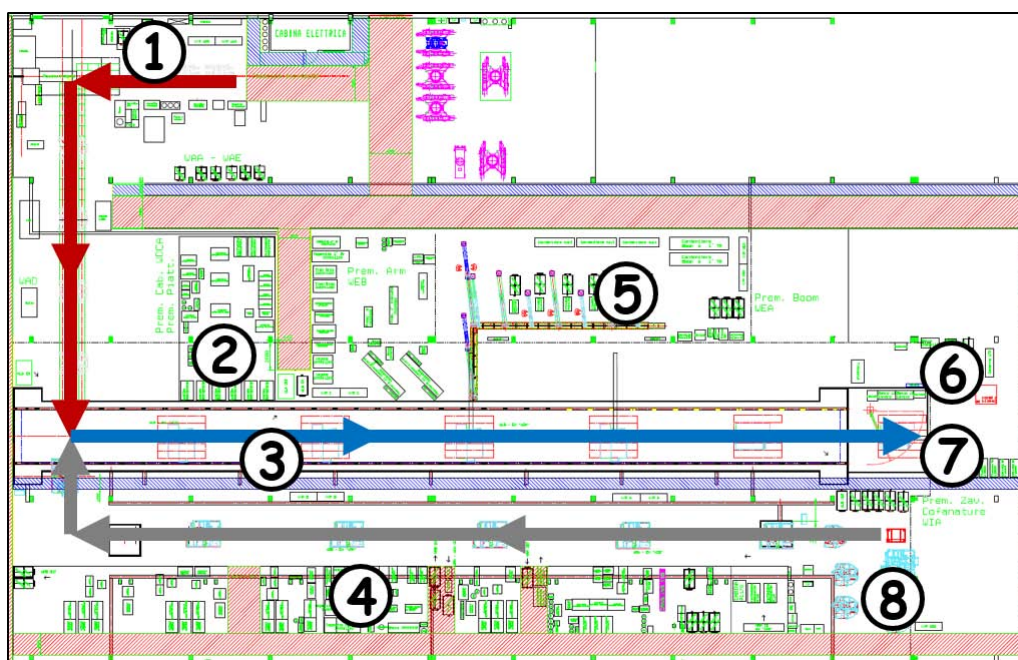


Figura 4.3: Diagramma di Ishikawa

Il problema numero 1 riguarda la sicurezza, e la causa è che ci sono adesivi che sono posti o troppo in alto o troppo in basso, generando rischi per l'operatore. La soluzione a questo potrebbe essere di applicarli sui componenti prima che questi vengano montati sulla macchina, in modo da averli ad una altezza che non causa problemi. Il problema numero 2 è invece

di qualità, e le ragioni sono il sistema di erogazione non ottimale unito ad un elevato numero di codici per ciascuna macchina, che possono indurre l'operatore ad errori sia in fase di prelievo che in fase di applicazione. Le soluzioni adottabili sono quelle di erogare i codici in kit per eliminare l'errore nel prelievo, ma soprattutto di separare i codici in sottogruppi in modo che ciascun operatore che esegue l'operazione ne debba applicare un numero più ridotto.

Perciò si è scelto di andare a vedere dove sono erogati sulla linea i componenti sui quali gli adesivi vanno applicati, in modo da aggregare gli 81 codici in base alla prima area di possibile applicazione. In Figura 4.4 è riportato il dettaglio della linea Midi-BHL con rappresentati i flussi e le zone di erogazione dei componenti rilevanti al fine del progetto.



*Figura 4.4: Layout di linea con le aree di erogazione degli adesivi*

Analizzando i flussi per capire come è strutturato il processo di montaggio, si possono notare due flussi separati che poi convergono nella parte centrale in uno unico, questo perché le macchine sono costituite sostanzialmente da due parti, il telaio inferiore e il telaio superiore, che vengono unite con un giunto di rotazione che permette alla parte superiore della macchina di ruotare in maniera indipendente dalla parte sottostante.

→ Le frecce rosse rappresentano il flusso del telaio inferiore, e le principali lavorazioni che vengono eseguite sono il montaggio dei cingoli o delle

ruote a seconda del modello di macchina, e l'assemblaggio della lama se presente nella configurazione del mezzo.

- > Il flusso del telaio superiore indicato in grigio è assai più complesso, in quanto vengono montati moltissimi componenti che sono preassemblati nelle aree adiacenti, come radiatore, distributore e circuito idraulico, piattaforma della cabina, ecc... I telai (come avviene anche per quelli inferiori) sono appoggiati su apposite strutture sollevate da terra in modo che gli operatori possano lavorare in condizioni ergonomiche.
- > Nella parte del processo indicata dalle frecce blu vengono per prima cosa accoppiate le due parti della macchina e poi sono montati la cabina e il braccio oltre a numerosi componenti minori. Viene poi fatta la prima accensione della macchina per terminare con il montaggio delle cover e della zavorra nell'ultima stazione di linea.

Vediamo meglio su quali componenti vanno applicati i decalchi e come sono stati raggruppati, i numeri dell'elenco fanno riferimento a quelli indicati in Figura 4.4:

1. **telaio inferiore**, 10 adesivi vanno applicati sul telaio inferiore, si tratta di segnalazioni dei punti di sollevamento della macchina e avvertenze di pericolo
2. **serbatoio del gasolio**, su cui va applicato un decalco in prossimità del tappo per il rifornimento
3. **componenti interni**, si tratta di 5 codici da mettere su componenti come il filtro dell'aria e alcune vaschette per i liquidi
4. **batterie/radiatore/serbatoio dell'olio**, sono componenti che vengono erogati in quest'area e su cui vanno fatti dei premontaggi. Nel complesso sono 8 i decalchi di pericolo da applicare, 5 sulle batterie, 2 sul radiatore ed 1 sul serbatoio
5. **premontaggio bracci**, in quest'area sono premontati i bracci di tutti i modelli di macchine e per il modello che stiamo analizzando vanno applicati 4 adesivi
6. **antiscivolo**, si tratta di 8 fogli adesivi rivestiti di materiale abrasivo da applicare sugli scalini che portano alla parte superiore della macchina, in modo da garantire maggiore sicurezza nelle fasi di salita e discesa

7. **cover e zavorre**, 17 sono i decalchi da applicare su questi componenti, tra cui quelli di dimensioni più grandi del marchio Komatsu e del nome del modello di macchina
8. **cabina**, in quest'area vengono eseguiti i premontaggi sulla cabina, su cui vanno applicati 28 codici, per lo più di sicurezza e istruzioni sull'uso dei vari comandi

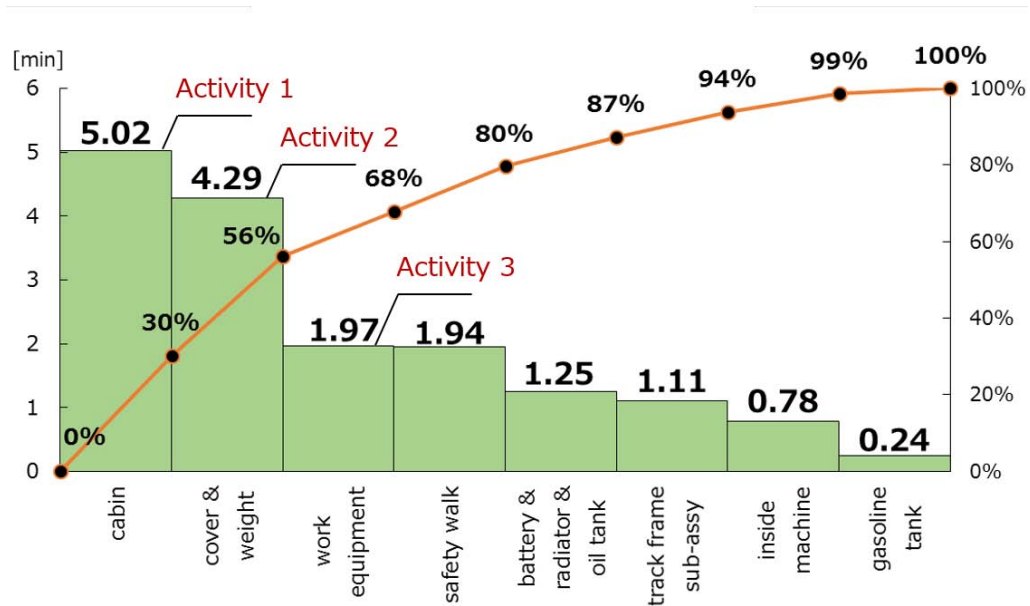
Una volta suddivisi nelle varie aree occorre stabilire da quale partire con l'analisi, e a questo riguardo in Tabella 4.1 sono riportati alcuni dati sui tempi di lavoro riguardanti i decalchi di ciascuna area.

*Tabella 4.1: Dati sui tempi di lavoro per le aree di aggregazione*

Area	Decals [n°]	Non value time [min]	Value time [min]	Total time [min]
Track frame sub-assy	10	1,11	5,85	6,96
Gasoline tank	1	0,24	0,45	0,69
Inside machine	5	0,78	2,37	3,15
Battery & oil tank & radiator	8	1,25	3,96	5,22
Work equipment	4	1,97	6,53	8,49
Safety walk	8	1,94	3,64	5,58
Cover & weight	17	4,29	17,32	21,61
Cabin	28	5,02	14,88	19,90
Total:	81	16,60	55,00	71,60

Dato che uno degli obiettivi del lavoro è quello di eliminare gli sprechi, la decisione presa è stata di basarsi sul tempo a non valore aggiunto di ciascuna area per stabilire le priorità. Un ottimo modo per visualizzare questo aspetto è l'utilizzo del diagramma di Pareto di Figura 4.5, che serve proprio a mettere in evidenza quali sono i fattori che hanno la maggiore influenza su un dato fenomeno.

La prima attività da affrontare risulta lo studio dell'area delle cabine, lavoro che analizzeremo in maniera approfondita per andare nel dettaglio su quali sono stati gli aspetti considerati e studiati nel ciclo PDCA o ciclo di Deming. Passeremo poi all'analisi dell'area relativa a zavorra e cover, per poi trattare in maniera meno approfondita tutte le altre aree. Di queste ultime verranno analizzate soltanto le peculiarità e i problemi particolari che

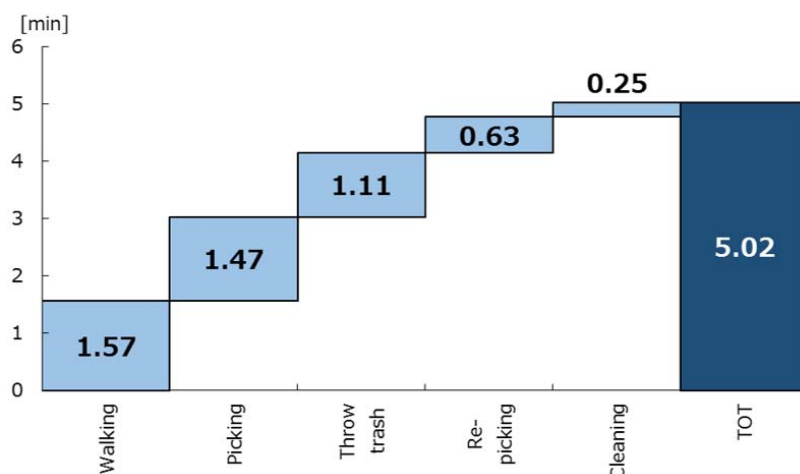


*Figura 4.5: Diagramma di Pareto del non valore*

sono sorti, senza ripetere per ciascuna attività in maniera specifica tutti quei passaggi già illustrati precedentemente. Questo è tipico delle presentazioni QC, in cui la priorità massima viene studiata e presentata in maniera molto attenta in modo da far capire la profondità di analisi e il tipo di lavoro che sta dietro ai dati ottenuti, mentre per le fasi successive la trattazione è più rapida per non dilungarsi a ripetere cose che sono già state spiegate, lasciando comunque intravedere che lo studio è stato approfondito come per la prima tematica presentata.

### 4.3 Attività 1: cabina

Le tipologie di non valore prese in considerazione durante il rilievo tempi sono già state spiegate nel capitolo precedente e la rilevanza di ciascun aspetto per quanto riguarda i 28 adesivi da applicare nell'area cabine è riassunta nella Figura 4.6. I più importanti sono il tempo di picking dato che si tratta di ben 28 componenti e il walking, che comprende anche le salite e discese dalla cabina. È presente anche una colonna chiamata re-picking, perché l'operatore quando effettua il prelievo pone inizialmente tutti i decalchi sopra al carrello che utilizza, e poi quando è il momento di applicare quelli in cabina deve "ri-selezionarli" dal carrello per portarli all'interno. In questo modo si è tenuto separato questo tempo di non valore dal prelievo vero e proprio effettuato dallo scaffale del supermarket.



*Figura 4.6: Composizione del non valore per quanto riguarda i decalchi della cabina*

Altri aspetti problematici di come viene svolta questa operazione attualmente in allestimento sono la sicurezza e l'ergonomia. In Figura 4.7 nella foto al centro è ben evidente il problema di sicurezza legato al non lavorare a terra ma ad un'altezza di circa un metro. Ovviamente sulla macchina sono presenti scalini e maniglie per facilitare la salita e la discesa, però la posizione in cui vanno applicati certi decalchi costringe in alcuni casi l'operatore a lavorare in condizioni di rischio.

Inoltre anche l'ergonomia non è ottimale, con l'operatore che deve effettuare torsioni del busto, deve stare in ginocchio, ed è costretto a piegarsi a



*Figura 4.7: Foto delle condizioni di lavoro in allestimento*

causa del limitato spazio all'interno della cabina. Questo perché la macchina è completa con sedile, manipolatori, leve, monitor, ecc... che riducono lo spazio disponibile e ostacolano i movimenti. Oltre al disagio per chi deve compiere il lavoro questo va ad influire anche sul tempo standard che è assegnato per l'attività, dato che vanno applicate maggiorazioni anche dell'8-9% come fattori di riposo. Le maggiorazioni vengono assegnate secondo specifiche tabelle del gruppo Komatsu, e dato che per l'attività si opera con carichi inferiori ai 2 kg si ha un fattore dell'1% nel caso di una postura normale in posizione seduta, e del 3% in posizione eretta con corpo quasi fermo. Nell'esempio della foto a sinistra si è utilizzato un fattore pari al 3%, indicato nel caso di posizione seduta con corpo quasi fermo ma in posizione scomoda. Per la posizione nella foto centrale la maggiorazione è 8%, assegnata per postura in ginocchio in posizione sgradevole. Infine la foto di destra rappresenta una posizione in piedi scomoda, con corpo in movimento perché l'operatore deve muoversi per raggiungere il pannello posteriore della cabina, e in base alla tabella l'incremento sul tempo deve essere del 9%. Intervenire su questi aspetti avrebbe quindi il grande vantaggio di andare a ridurre quello che è il tempo a valore dell'attività, aspetto che risulta molto interessante sia per l'azienda che per chi valuta la presentazione QC durante la competizione tra i vari stabilimenti.

### 4.3.1 Il ciclo di Deming

Per lo studio delle misure correttive da applicare ci si avvale del ciclo di Deming, detto anche ciclo PDCA (acronimo di Plan-Do-Check-Act). Dal punto di vista grafico il PDCA è rappresentato mediante un cerchio in movimento chiamato ruota di Deming, in cui il movimento sta a significare la dinamicità e la continuità del processo di applicazione, dato che è strutturato proprio per essere applicato iterativamente in modo da ottenere risultati che portino ad un continuo miglioramento. Il ciclo PDCA può essere impiegato in differenti situazioni:

- nella definizione e progettazione di un nuovo processo
- quando si definisce un nuovo prodotto o servizio
- quando vengono effettuati cambiamenti ad un processo già esistente
- nel caso in cui sia necessario apportare dei miglioramenti ad un processo

## **Pianificare**

In questa fase bisogna descrivere bene il problema, e per farlo è necessario raccogliere i dati tramite osservazioni e analisi. Bisogna utilizzare solo i dati e i fatti, non le opinioni, e devono essere verificati per validità e attendibilità. Poiché eseguire una raccolta dati di tutti gli elementi che identificano un fenomeno può risultare troppo costoso e lungo, è necessario raccogliere i dati solo su particolari campioni che devono essere comunque rappresentativi e significativi. Con “significatività” si intende che tutti i dati devono avere una consistenza numerica e possono essere stratificati in diversi modi per renderli significativi. Il termine “rappresentatività” sta invece ad indicare che i dati devono garantire una corretta rappresentazione del fenomeno. Raccolti i dati bisogna analizzarli e individuare gli effetti negativi o da studiare, definendo la loro importanza. Ogni azione di miglioramento deve essere basata su considerazioni oggettive, cioè sul risultato dell’elaborazione di dati che rappresentino nel modo più attendibile il fenomeno oggetto di studio. Bisogna dunque ricercare tutte le possibili cause, ossia sviluppare un quadro completo di tutte le cause del problema e individuare le cause più probabili (ipotesi), quindi verificarle con raccolte dati, elaborazioni, sperimentazioni, ecc. Infine si progettano le azioni correttive, e le conseguenti attività da eseguire, definendo modalità e tempi e infine definire i criteri di valutazione dei risultati<sup>1</sup>.

## **Fare**

In questa fase si attua quanto si è progettato nel plan. Per farlo bisogna prima preparare l’area per l’esecuzione della prova, ossia procurare eventuali materiali aggiuntivi che risultino necessari, fare prototipi nel caso si necessiti di nuove strutture, ed addestrare il personale a come deve essere eseguita la prova. Una volta che è tutto pronto si può passare all’applicazione vera e propria di quanto previsto, verificando l’adeguatezza delle soluzioni adottate

## **Verificare**

Si verificano i risultati delle azioni intraprese e si esegue un confronto dei dati ottenuti con quelli della situazione di partenza e con gli obiettivi che ci si erano prefissati. Se si è raggiunto l’obiettivo definito, si può passare ad “Agire” per rendere stabili queste modifiche, altrimenti è necessario ripetere

---

<sup>1</sup>URL: <http://www.iwolm.com/blog/il-metodo-pdca-o-ruota-di-deming/>.

un nuovo ciclo PDCA sullo stesso problema, analizzando criticamente le varie fasi del ciclo precedente per individuare le cause del non raggiungimento dell'obiettivo.

### Agire

Se tutto funziona come desiderato bisogna rendere stabile il cambiamento, in modo da rendere consolidate e irreversibili le azioni correttive. È inoltre necessario effettuare un addestramento specifico e approfondito degli operatori e programmare delle verifiche della validità delle azioni correttive, stabilendo fin da subito modalità e tempi. Infine bisogna individuare altre opportunità di miglioramento su cui continuare il lavoro con un nuovo ciclo PDCA.

#### 4.3.2 Plan

Per pianificare le prove iniziamo studiando l'area in cui si vuole spostare questo pezzo di attività, ossia quella dove vengono svolti i premontaggi delle cabine. Per capire meglio la struttura dell'area, in Figura 4.8 è riportata una foto dall'alto della zona, con riferimenti ai flussi di materiale al suo interno.

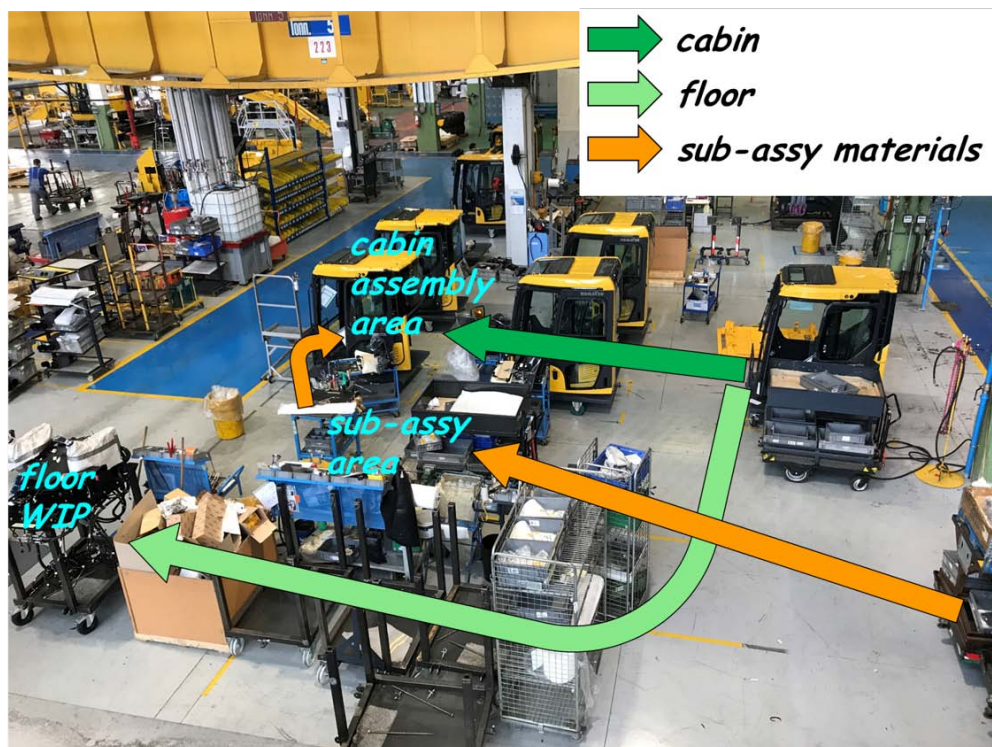


Figura 4.8: Layout e flussi dell'area premontaggio cabine

La cabina arriva dal fornitore in un pezzo unico, ma la prima operazione che viene svolta è quella di dividere la piattaforma di base su cui sono sistemati tutti i cablaggi e il pianale del sedile da quello che è il cappuccio, cioè la parte superiore. Questo perchè nel ciclo di montaggio della macchina queste due parti devono essere fissate in due momenti diversi. Sulla piattaforma (floor) vengono messe delle protezioni ai manipolatori in modo che non vengano danneggiati durante il flusso, prima di spostarla su un apposito carrello dove per alcuni modelli vengono svolte anche delle operazioni di montaggio, mentre per il PC138US-11 che stiamo analizzando non sono necessari ulteriori lavori. Una volta fatto ciò il floor viene spostato in una zona che funge da wip prima di essere montato sul telaio.

Il cappuccio viene invece posizionato su dei vagoni, e su di esso vengono montati diversi componenti: la fanaleria, le maniglie per facilitare la salita in macchina, gli specchi retrovisori. Inoltre sono montati alcuni optional se richiesti dal cliente, come ad esempio l'autoradio. Vi è infine il flusso degli altri materiali, che vengono erogati in un vagone specifico per ogni macchina con il kit di componenti esatti per la configurazione scelta dal cliente. L'operatore all'inizio della sua fase prende il vagone e lo avvicina al banco di lavoro dove vengono fatti i preassemblaggi (sub-assy area nella foto), preparando sia componenti che vengono poi direttamente montati sul cappuccio, sia degli altri che sono posizionati su un apposito carrello per essere montati successivamente in un'altra stazione della linea. I minuti di lavoro nell'arco di una giornata sono in media 443, calcolati considerando che la giornata lavorativa è di 8 ore dal lunedì al giovedì e di 7 ore il venerdì, e togliendo i 20 minuti di pausa giornalieri e i 5 minuti della riunione mattutina tra operatori e leadman di area per discutere dei problemi presenti. Si ha dunque:

$$\frac{60 * 8 * 4 + 60 * 7 - 25 * 5}{5} = 443 \text{ min}$$

In quest'area si effettuano solo lavorazioni per le cabine dei Midi, mentre quelle delle terne vengono premontate in una postazione adiacente. Dato che il mix giornaliero attuale della linea è 5 Midi e 3 terne, nell'arco di una giornata sono soltanto 5 le cabine di competenza di questi due operatori, i quali hanno dunque un tempo ciclo medio di

$$\frac{443}{5} = 88 \text{ min}$$

Essendo in due il tempo a disposizione effettivo è di  $88 * 2 = 176$  min per fare l'intera fase, ed attualmente il carico di lavoro nell'area è di 140 minuti. Gli operatori sono dunque insaturi, e vi è la possibilità di inserire nel ciclo di lavoro l'applicazione di tutti i decalchi della cabina dato che nel complesso costituiscono 20 minuti di lavoro (con riferimento alle condizioni di lavoro in allestimento).

Dobbiamo capire come sia possibile integrare l'attività di applicazione dei decalchi nella fase esistente in modo da ridurre al minimo le movimentazioni aggiuntive che l'operatore deve compiere, e per fare la prima prova si è scelto di suddividere i 28 codici da analizzare in base a dove andrebbero applicati, separandoli nelle tre aree di lavoro di Figura 4.8. Con il numero 1 verrà identificata l'area in cui i componenti vengono montati sul cappuccio della cabina, con il 2 la zona in cui vengono preassemblati i vari componenti e con il numero 3 l'area dove sono fatte le eventuali lavorazioni sulla piattaforma di base. Da questa suddivisione è risultato che 19 vanno applicati sulla zona 1, 8 nella zona 2 mentre soltanto 1 decalco va applicato nella zona 3.

Solo alcuni degli operatori di linea hanno lavorato per un certo periodo in allestimento e dunque non tutti possiedono l'abilità e manualità che l'applicazione dei decalchi richiede, motivo per cui è stato scelto di fare i test in linea con coloro che attualmente lavorano in allestimento, in modo da avere già un riferimento veritiero su quello che potrebbe essere il tempo a svolgere l'attività nelle nuove condizioni. Inoltre ciò consente di avere un feedback diretto grazie all'esperienza di chi esegue il lavoro da molto tempo, su quelle che sono state le migliorie oppure sui peggioramenti rispetto alla situazione attuale.

Per monitorare l'attività è stato preparato un foglio di controllo che è riportato in Figura 4.9, nel quale c'è lo spazio per indicare la matricola della macchina da controllare. Nelle colonne di sinistra sono elencati tutti i codici degli adesivi da applicare, con il relativo punto di collocazione. Con la prima colonna vuota si può segnare se effettivamente è stata possibile l'applicazione nella zona prevista, mentre le altre servono per tenere sotto controllo un altro problema che si può presentare anticipando questa attività, ossia il rischio che i componenti possano essere danneggiati nelle lavorazioni successive. Si sono quindi previsti dei check point in vari punti del ciclo produttivo per verificare la presenza di danneggiamenti sui decalchi applicati.

PC138 CABIN DECALS APPLICATION- CHECK SHEET						Machine Serial number: _____				
						DAMAGE RISK CHECK				
SUBGROUP	No.	SUB ASS'Y AREA	Cod.	Position	APPLICABLE?	Sub-assembly	Assembly line	Washing	Test	Finish
①	1	CABIN SUB ASSY	228-00-41260	WINDOW						
	2	CABIN SUB ASSY	228-00-41630	WINDOW						
	3	CABIN SUB ASSY	228-00-R1631	WINDOW						
	4	CABIN SUB ASSY	228-00-RA123	WINDOW						
②	18	CABIN SUB ASSY	20E-00-K1710	EXTERNAL						
	19	CABIN SUB ASSY	09696-40099	EXTERNAL						
	20	COMPONENT SUB ASSY	2A5-00-11370	CAB COVER						
	21	COMPONENT SUB ASSY	2A5-00-11370	CAB COVER						
	22	COMPONENT SUB ASSY	22P-00-21170	CAB COVER						
	23	COMPONENT SUB ASSY	228-00-41641	CAB COVER						
	24	COMPONENT SUB ASSY	228-00-41740	CAB COVER						
	25	COMPONENT SUB ASSY	09696-50072	CAB COVER						
③	26	COMPONENT SUB ASSY	228-00-41170	CAB COVER						
	27	COMPONENT SUB ASSY	2A5-00-11380	CAB COVER						
	28	FLOOR SUB ASSY	09963-A1640	FLOOR						

*Figura 4.9: Foglio di controllo per il monitoraggio dei componenti*

### 4.3.3 Do

A questo punto si sono iniziati a svolgere i primi test nell'area cabine secondo le modalità descritte nel plan. Sono stati forniti all'operatore tutti gli strumenti per svolgere l'attività e sono state decalcate alcune macchine in modo da poter monitorare con più rilevazioni se ci fosse un danneggiamento degli adesivi durante il flusso. È stato così possibile fare un rilievo dei tempi preliminare (al solo scopo del progetto, da cui non è possibile estrarre un tempo standard a causa della scarsa esperienza dell'operatore in queste nuove condizioni di lavoro) per determinare se la situazione provata fosse migliorativa o meno. In Figura 4.10 sono riportate alcune fotografie relative a queste prove, che saranno poi utili nella fase del check per la valutazione.



*Figura 4.10: Foto delle prime prove eseguite*

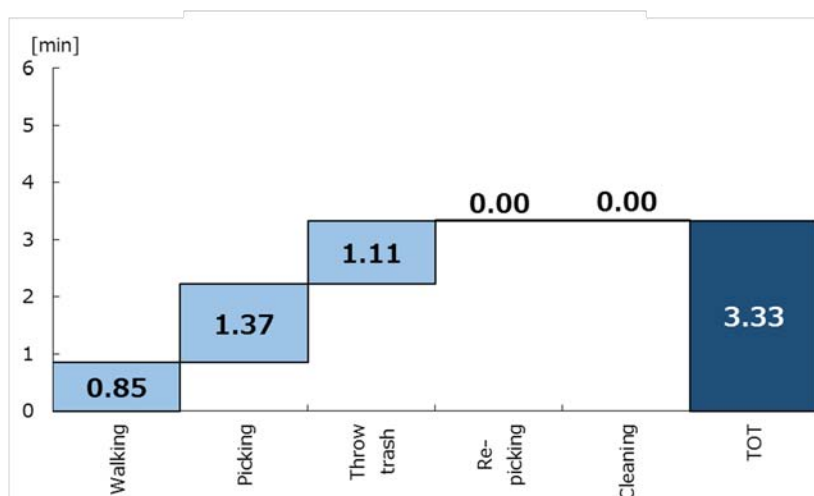
#### 4.3.4 Check

La prima verifica svolta è stata l'analisi dei risultati sui fogli di controllo, per riscontrare i problemi nel flusso. Da questi è emerso che per 26 decalchi su 28 non si è verificato alcun problema, mentre per 2 codici il controllo ha dato esito negativo. Si tratta di 2 componenti che in realtà non sono propriamente adesivi perché non vanno applicati, ma che sono stati considerati nel progetto perché venivano comunque posti in macchina dagli operatori durante la fase di applicazione degli adesivi. Uno di questi è la tabella plastificata che indica i punti di ingrassaggio della macchina, che deve essere posta su una tasca nel retro della cabina. In questa fase viene fatto il premontaggio del pannello con l'apposita tasca, il quale però viene montato in cabina solo verso il termine del ciclo di assemblaggio. La tabella dunque darebbe problemi a chi ci lavora successivamente che dovrebbe fare attenzione a non perderla o rovinarla. L'altro codice con problemi è quello di un segnale di pericolo che viene posto sul manipolatore sinistro, zona su cui successivamente vengono svolte parecchie operazioni. Per questo motivo, anche se non venisse danneggiato, risulterebbe fastidioso per i vari operatori lavorare con questa targhetta di plastica da dover spostare.

La seconda cosa analizzata durante il check è l'ergonomia. Come si può vedere in Figura 4.10 vi sono ancora posizioni problematiche anche se si è ridotto il rischio relativo al lavorare in quota, dato che la cabina è poggiata su un vagone a terra. Per queste posture con l'operatore in ginocchio e in posizioni scomode a causa dell'incurvatura della schiena si devono applicare maggiorazioni dell'8% che non vanno bene con quelli che erano gli obiettivi di eliminare i problemi ergonomici.

L'ultimo check fatto è stato sulla riduzione del tempo a non valore rispetto alla condizione attuale in allestimento di Figura 4.6. Quanto è emerso dal rilievo in queste condizioni è riassunto in Figura 4.11, in cui si nota che il tempo di walking si è ridotto integrando le attività nei processi esistenti, anche se è comunque rimasto considerevole data la distanza del supermarket da cui prelevare i componenti. I tempi per il picking e per eliminare i materiali di scarto sono rimasti invariati, mentre è stato eliminato il repicking dato che non è più necessario separare questi adesivi da quelli del resto della macchina. Infine anche la pulizia non è più necessaria dato che questi componenti sono stoccati in magazzini coperti e dunque non vi sono impurità da rimuovere. Il non valore risulta quindi ridotto del 34% rispetto alla condizione attuale, risultato scarso e che unito ai persistenti problemi

di ergonomia obbliga a rifiutare questo tipo di soluzione.



*Figura 4.11: Suddivisione del non valore delle prime prove*

### 4.3.5 Plan

Non avendo raggiunto gli obiettivi con il primo tentativo non si passa all'act, ma si riparte dal plan per provare una nuova soluzione. La nuova soluzione deve però essere pianificata tenendo conto di quanto emerso nel primo test in modo da risolvere i problemi evidenziati. Si è scelto per questa ragione di tralasciare per quest'area l'applicazione dei 2 codici che hanno dato problemi di applicabilità e danneggiamento nei primi test. Il secondo problema è stato quello dell'ergonomia, con l'operatore che doveva restare inginocchiato a causa dell'altezza ridotta a cui vanno applicati i decalchi. Per evitare ciò si è pensato di utilizzare uno sgabello girevole all'interno della cabina in modo da assicurare all'operatore un'altezza giusta e una posizione più comoda, oltre alla possibilità di girare su se stesso per posizionare i decalchi su tutti i lati. È stato poi deciso di non applicare in questa fase i due decalchi sul lato esterno della cabina perché anche con lo sgabello l'altezza sarebbe troppo bassa, e quindi sarà più opportuno considerare la loro applicazione in altre fasi. I decalchi che si è scelto di applicare qui rimangono dunque 24.

Passiamo ora a considerare il non valore che non si è riusciti ad eliminare nelle prove precedenti:

- **walking**, il tempo di walking di 0,85 minuti evidenziato in Figura 4.11 è dovuto esclusivamente al tempo necessario per camminare fino al

supermarket per eseguire il prelievo. Non ci sono invece spostamenti durante le fasi di applicazione perché l'operatore attacca gli adesivi sui componenti mentre sta già facendo dei lavori su di essi, e quindi non deve fare nessuna movimentazione aggiuntiva. Questo tempo è comunque elevato perché avendo spostato l'attività il supermarket dove vengono erogati i codici di interesse si trova a 30 metri di distanza dall'area cabine. Si è scelto perciò di spostare questi nello scaffale più vicino, in modo da ridurre la distanza da percorrere per il prelievo a 10 metri.

- **picking**, sono ben 15 gli adesivi che l'operatore deve prelevare per ogni macchina e l'unico modo per ridurre questo tempo sarebbe erogare più codici nel kit. Si è scelto di spostare in kit tutti i codici esclusivi della linea Midi-BHL, questo perché per i codici comuni con i Mini escavatori sarebbe stato necessario anche uno studio sul flusso dell'altra linea per stabilire come e dove erogarli, ma sarebbe diventato troppo oneroso per il progetto. Di questi 15 ben 12 sono quelli che è possibile spostare nel kit, mentre 3 dovranno restare con gestione a scaffale. Si sono però creati degli appositi spazi sul banco di lavoro dell'operatore su cui posizionare delle cassettoni per contenere questi adesivi. In questo modo all'operatore sarà sufficiente fare un prelievo una volta ogni 1-2 settimane, riducendo quasi a zero il tempo di picking e rendendo praticamente nullo il relativo walking
- **throw trash**, per questo problema si è pensato di collocare un piccolo cestino nei pressi della zona di lavoro, in modo che chi applica il decalco possa averlo entro la distanza di un metro e quindi possa buttare direttamente lo scarto nel cestino. In questo modo resterebbe solo il tempo necessario a svuotare il cestino una volta che si è completata la macchina

#### 4.3.6 Do

Si sono svolte le prove con gli aggiustamenti previsti nel plan, eseguendo anche in questa occasione il rilievo dei tempi mentre il monitoraggio dei componenti non si è rivelato più necessario dato che tutti quelli che si è scelto di applicare avevano già dato esito positivo nel primo ciclo PDCA. Le nuove situazioni sono riprodotte nelle foto di Figura 4.12. Nella foto a sinistra è cerchiato lo scaffale in prossimità dell'area su cui sono stati

spostati i codici non presenti nel kit. Nell'immagine centrale è evidenziata la miglior postura ottenuta con lo sgabello, mentre nelle due più a destra sono riportate le novità del cestino e dello sgabello che sono stati introdotti.

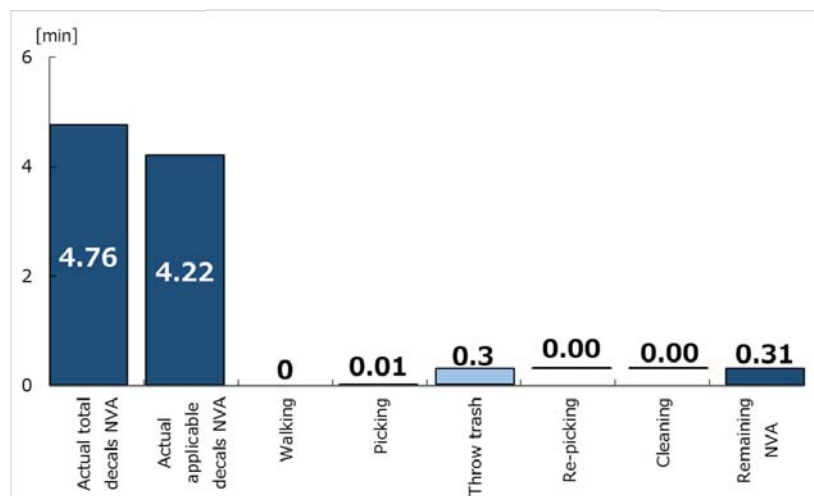


*Figura 4.12: Cambiamenti effettuati nelle nuove prove*

### 4.3.7 Check

Il primo check, quello più banale perché ripetitivo di quanto già visto nel primo ciclo PDCA è che dei 24 decalchi che si è deciso di applicare qua nessuno ha problemi di danneggiamento nelle fasi successive. Per quanto riguarda l'ergonomia invece l'operatore ha una posizione eretta per i decalchi che vanno applicati sui preassemblaggi come mostrato nella foto di sinistra di Figura 4.10, con un fattore di riposo del 3%, mentre ha una posizione seduta per quelli all'interno della cabina come si può notare in Figura 4.12, con un relativo incremento dell'1%. Oltre ai dati oggettivi e rappresentati dai numeri vi è anche il riscontro soggettivo di chi svolge il lavoro, che ha dichiarato di essere in una condizione migliore principalmente perché si lavora in un'area sgombera. Infatti si ha solo il cappuccio esterno della cabina, senza sedile, senza manipolatori e pannelli, senza monitor, e dunque si è molto più liberi nei movimenti e non bisogna far attenzione perché non c'è rischio di danneggiare i pannelli in plastica che sono molto delicati. I risultati relativi al non valore sono presentati in Figura 4.13, dove la prima colonna indica il non valore dei 28 decalchi analizzati inizialmente, mentre la seconda indica quello dei 24 che si è scelto di applicare in quest'area. Si è quindi passati dai 4,22 minuti della situazione attuale in allestimento agli 0,31 minuti di queste prove in linea, ottenendo una riduzione del 93% di quello che è il tempo a non valore aggiunto. Questa situazione soddisfa gli obiettivi iniziali sulla riduzione del lead time e sull'ergonomia del lavoro, e

dunque è stata accettata dal team e si può passare ad attuarla e renderla stabile.

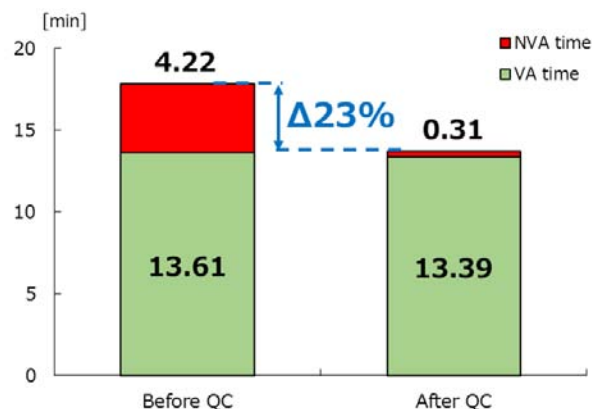


*Figura 4.13: Suddivisione del non valore di quest'ultima prova*

### 4.3.8 Act

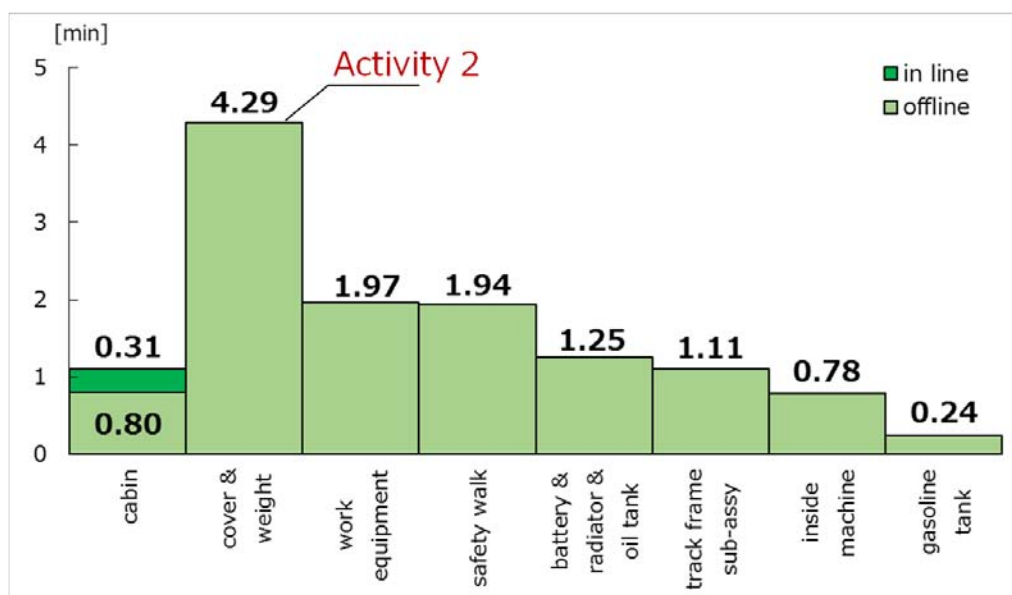
Dati i buoni risultati delle prove si può rendere definitiva questa condizione, facendo alcuni passaggi. Come prima cosa si è preparato nell'area tutto il materiale necessario, cioè spruzzino con acqua, spatole, sgabello e cestino. Poi si è effettuato il training degli operatori, che per un paio di giorni sono stati affiancati da un operatore dell'allestimento in modo da acquisire la necessaria manualità per svolgere adeguatamente l'operazione. A livello di sistema gestionale e di magazzino è stato cambiato il modo di erogazione di 12 decalchi, passando dalla gestione tramite supermarket al kit specifico per macchina. I 3 codici rimasti con gestione a scaffale sono stati spostati in maniera definitiva in quello più vicino all'area di premontaggio delle cabine, ed inoltre per tutti i codici in kit è stata cambiato a sistema il punto di erogazione, spostandoli in una nuova cassetta nel vagone chiamato con il kanban WDC, che è quello utilizzato per tutti i componenti delle cabine. Per questi 24 codici il miglioramento ottenuto sul tempo di applicazione è riportato in Figura 4.14, con una riduzione complessiva del 23%. Anche il tempo a valore è leggermente ridotto, perché come spiegato in precedenza il miglioramento ergonomico incide su quello che è il tempo standard per svolgere l'attività.

Riprendiamo in Figura 4.15 il grafico utilizzato per definire le priorità aggiornato alla situazione attuale. Per l'area delle cabine sono stati suddivisi



*Figura 4.14: Miglioramento nell'area cabine*

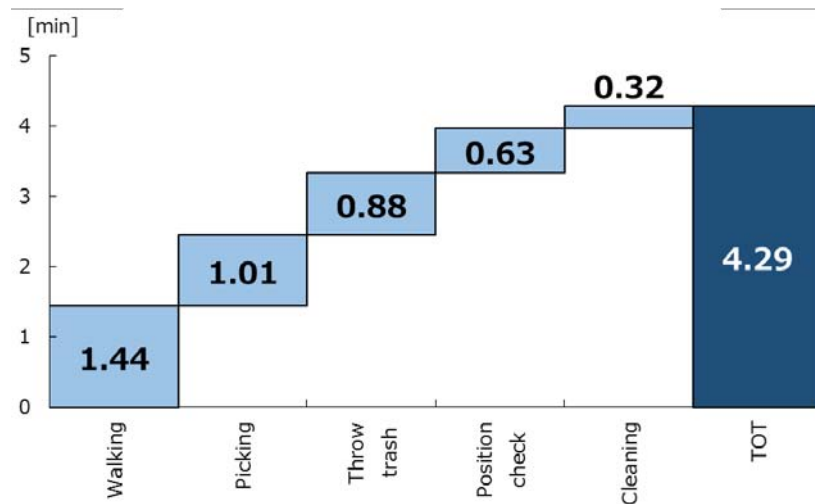
i codici già spostati nell'area di linea appena analizzata da quelli che invece si è scelto di lasciare per il momento in allestimento. Ora è il momento di proseguire con la seconda attività, studiando l'area dove vengono montate le cover e la zavorra.



*Figura 4.15: Aggiornamento del Pareto delle priorità*

## 4.4 Attività 2: zavorra e cover

Anche in questo caso partiamo analizzando le modalità di applicazione di questi decalchi in allestimento. I decalchi di questo gruppo sono 17, di cui 6 vanno applicati sulla zavorra mentre i restanti 11 sulle cover, e la relativa suddivisione delle attività a non valore aggiunto è riportata in Figura 4.16.



*Figura 4.16: Composizione del non valore per i decalchi su zavorra e cover*

Walking e picking sono i più rilevanti, anche se forti dell'esperienza maturata con la zona cabine sappiamo già come si può intervenire per ridurli. Dal punto di vista dell'ergonomia la situazione è certamente migliore rispetto alla cabina, in quanto l'operatore lavora in posizione eretta oppure inginocchiato con busto in posizione normale, e dunque le maggiorazioni per fattore di riposo sono al massimo del 4%. Sono invece ancora presenti dei problemi legati alla sicurezza, perché un decalco sulla zavorra e due sul cofano motore vanno applicati sulla parte superiore, e per metterli l'operatore deve salire sopra alla macchina. Data l'altezza di oltre 2 metri siamo comunque in una condizione potenziale di rischio, che sarebbe meglio evitare (vedi Figura 4.17).



*Figura 4.17: Situazione di rischio a causa della salita sulla macchina*

#### 4.4.1 Plan

Per scegliere come pianificare le prime prove diamo uno sguardo all'organizzazione dell'area di lavoro riportata in Figura 4.18.



*Figura 4.18: Foto dall'alto della zona in cui vengono montate le cover e la zavorra*

Questa è l'ultima stazione della linea, dopo l'accensione e i primi controlli funzionali la macchina viene spostata fuori dal tappeto della linea in modo da poter fissare la zavorra senza che la macchina si muova. Nell'area lavorano tre persone:

- uno si occupa di fare dei premontaggi sulle zavorre a terra, e quindi lavora con 1-2 macchine di anticipo rispetto agli altri due operatori
- un altro ha il compito di fissare la zavorra e di montare il cofano motore e la cover per le marmitte nella parte superiore della macchina
- il terzo è quello che si occupa del montaggio di tutte le cover e fare le regolazioni per avere un perfetto allineamento

Le cover vengono portate nei pressi della stazione con dei vagoni sui quali ci sono i componenti specifici per la configurazione della macchina. Per

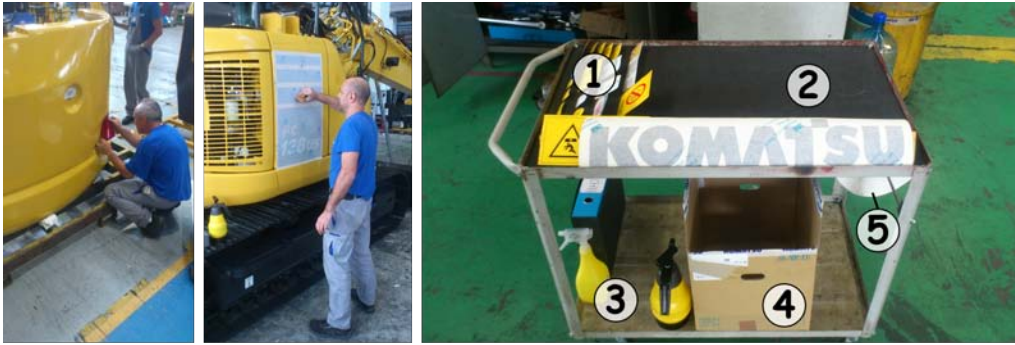
le zavorre sono predisposte nell'area in verde della fotografia tre slot in cui l'operatore può fare i premontaggi prima che venga sollevata per essere montata sulla macchina.

Per integrare l'applicazione dei decalchi con il ciclo di lavoro esistente si è scelto con il team di effettuare la prima prova applicando quelli sulla zavorra quando vengono fatti i premontaggi. Per quanto riguarda quelli sulle cover invece a causa di una difficile accessibilità è impossibile applicarli sulle strutture utilizzate per il trasporto, e si è quindi preferito posizionarli alla fine del ciclo dell'operatore, quando questo ha finito di montare tutte le cofanature. A riguardo di ciò e della grande dimensione dei decalchi da applicare si è pianificato di fornire l'operatore con un apposito carrello con tutto il materiale necessario per svolgere l'attività, con un ripiano su cui poter tenere delle scorte dei codici che dovrebbe prelevare allo scaffale in modo da non dover ripetere il prelievo per ogni macchina, e con dello spazio per disporre quelli che invece sono forniti del kit. In questo modo può girare attorno alla macchina avendo sempre tutto l'occorrente a portata di mano.

Anche per queste prove è stato predisposto un foglio di controllo strutturato come quello di Figura 4.9 per le cabine, nonostante si sia alla fine della linea di assemblaggio si è ritenuto opportuno monitorare le possibilità di danneggiamento durante il lavaggio e le operazioni del collaudo. Forti dell'esperienza in area cabine si è scelto di effettuare già queste prime prove spostando il maggior numero di decalchi possibile nel kit. La situazione attuale è di 14 codici nel supermarket e di 3 in kit, mentre per la prova quelli in kit diventeranno 12 e per 5 soltanto sarà ancora necessario il prelievo dallo scaffale.

#### 4.4.2 Do

Si sono svolti i primi test in quest'area secondo le modalità previste, ed anche in questo caso sono state decalcate più macchine in modo da poter monitorare con più rilevazioni eventuali problemi nel flusso successivo o anche nell'applicazione stessa. Alcune fotografie relative a queste prove sono riportate in Figura 4.19, dove si può vedere a sinistra l'applicazione su di una zavorra a terra durante le lavorazioni di premontaggio, mentre a destra è riportata l'applicazione su una cover, che essendo fatta dopo il montaggio ha condizioni di lavoro pressoché identiche a quelle che si hanno in allestimento.



*Figura 4.19: Foto delle prove eseguite e del carrello costruito*

Sempre in Figura 4.19 è riportata una foto del carrello apposito che è stato creato, in cui è presente tutto l'occorrente per l'operatore:

1. scompartimenti fatti per poter avere una scorta sul carrello dei decalchi che deve prelevare a scaffale, in modo che l'operatore possa fare il prelievo solo una volta alla settimana invece che per ciascuna macchina
2. spazio per posizionare i componenti che arrivano in kit. Il ripiano è rivestito in spugna in modo da non danneggiare gli adesivi.
3. spruzzini con acqua e sapone
4. per ridurre al minimo il tempo per gettare i rifiuti si è fatto in modo che l'operatore abbia sempre nelle vicinanze il cestino
5. un rotolo di carta assorbente nel caso ci fossero impurità da pulire oppure per asciugare la zona di applicazione

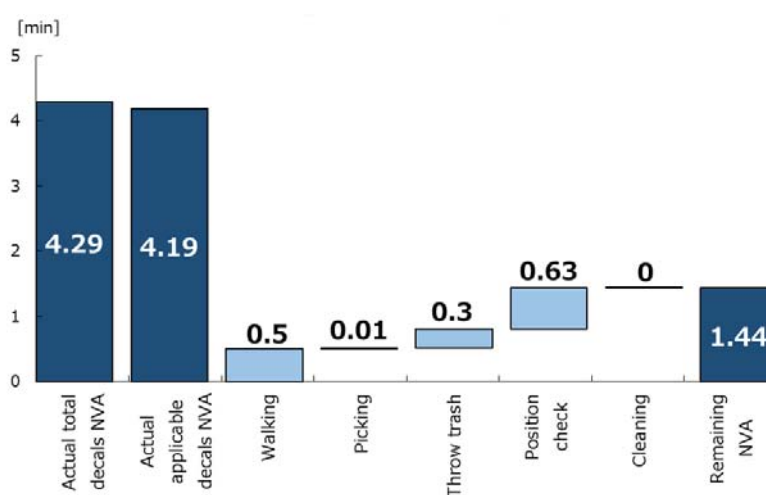
### 4.4.3 Check

Dai risultati delle prove effettuate emerge che solo 1 dei 17 codici non può essere applicato in quest'area, ed è il decalco che mostra i punti di sollevamento della macchina che va posizionato nelle vicinanze dell'incernieramento del braccio sul telaio. Il problema è dato dal fatto che per poter montare degli altri componenti il braccio è lasciato in una posizione che ostacola l'accesso al punto di applicazione del decalco.

Per quello che riguarda la sicurezza lavorando a terra sulla zavorra si è eliminata la condizione di pericolo che era presente in allestimento. Ci sono stati però dei peggioramenti per quanto riguarda l'ergonomia con l'operatore che deve lavorare inginocchiato e non più in posizione eretta per gli altri

codici da applicare sulla zavorra, per questo motivo si è scelto di applicare al premontaggio solo i 3 codici nella parte più alta della zavorra mentre i due catadiottri e la scritta Komatsu è stato scelto di metterli successivamente quando l'operatore applica anche quelli sulle cover.

Analizziamo ora i risultati ottenuti per quanto riguarda il tempo a non valore che sono riportati in Figura 4.20. La prima colonna indica il tempo a non valore di tutti i 17 decalchi inizialmente considerati, mentre la seconda colonna considera solo i 16 che si è effettivamente potuto applicare nell'area. La distanza percorsa si è ridotta avendo eliminato il prelievo a scaffale per ogni singola macchina passando da 85 a 30 metri percorsi durante l'attività. Inoltre è stato anche eliminato il tempo necessario per salire e scendere dalla macchina per applicare gli adesivi sulla parte superiore. Il picking è stato quasi eliminato avendo aumentato il numero di codici forniti in kit e avendo creato sul carrello lo spazio per una piccola scorta degli altri. Il tempo per gettare gli scarti è stato notevolmente ridotto grazie alla presenza del cestino nel carrello, e come per la cabina anche in questo caso non è più necessaria la pulizia dei componenti. Per quanto riguarda il posizionamento invece non sono stati apportati miglioramenti per il momento, in quanto si erano cercate delle soluzioni con delle maschere o sistemi di centratura laser per facilitare il posizionamento, ma i test avrebbero richiesto troppo tempo, per cui la riduzione del non valore ottenuta del 66% è stata ritenuta sufficiente dal team.



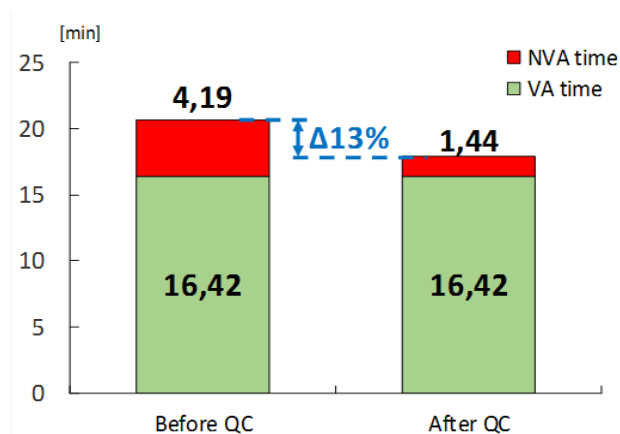
*Figura 4.20: Composizione del tempo a non valore*

#### 4.4.4 Act

Le operazioni da eseguire per rendere stabile quanto testato precedentemente sono le stesse svolte per l'area delle cabine:

- preparare il materiale necessario, che è già tutto compreso nel prototipo di carrello realizzato
- addestrare l'operatore all'applicazione dei decalchi tramite affiancamento con un uomo dell'allestimento per 2-3 giorni
- cambiare il modo di erogazione nel sistema gestionale dei codici che si è scelto di spostare in kit
- per quelli rimasti nel supermarket non è stata necessaria la modifica dello scaffale, in quanto quello utilizzato precedentemente è già il più vicino a quest'area
- cambiare destinazione per quelli erogati in kit

Si è ottenuto con questa soluzione un miglioramento del 13% sul tempo totale, come è indicato nel grafico di Figura 4.21.



*Figura 4.21: Miglioramento nell'area zavorre e cover*

Attuata questa soluzione la situazione per quanto riguarda il non valore diventa quella di Figura 4.22.

Ora, reso noto il metodo adoperato per svolgere l'analisi, per le prossime aree non si ripeterà tutto quanto il processo svolto, ma si mostreranno solo le peculiarità o le particolari difficoltà affrontate. Questo è anche il metodo utilizzato nella presentazione QC.

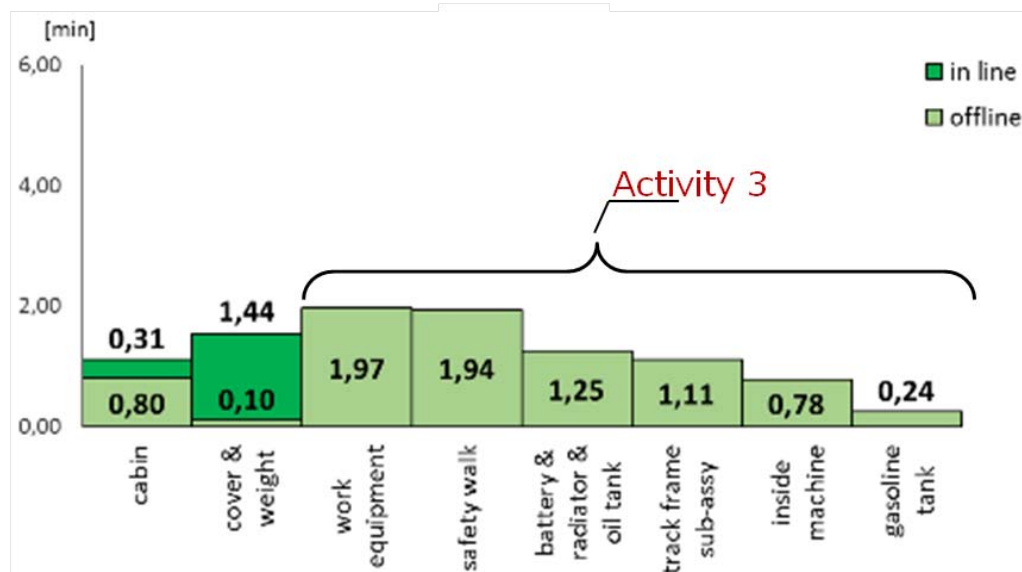


Figura 4.22: Nella prossima attività analizziamo tutte le aree rimanenti

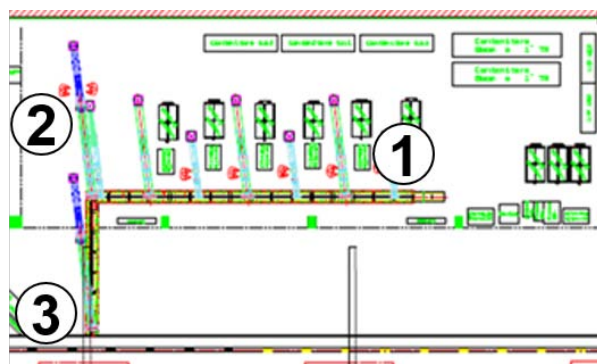
## 4.5 Attività 3: le altre aree

Vediamo ora come è stato svolto il lavoro nelle altre aree, andando secondo l'ordine di Figura 4.22.

### 4.5.1 Bracci

L'attività dei bracci è stata quella che ha dato le maggiori complicazione nel capire quale fosse la zona migliore per svolgerla. Il layout dell'area di premontaggio è quello di Figura 4.23, dove nel punto 1 iniziano le lavorazioni sul primo braccio (il braccio è composto di due sezioni, chiamate primo e secondo braccio). Questo viene poi fatto scorrere su una guida a terra ed un carrello, e spinto manualmente verso la zona 2. Lo spazio fra 1 e 2 serve come piccolo buffer in cui restano fermi i primi bracci completati. Nel punto 2 viene montato il secondo braccio, e una volta fatto ciò il braccio è completo e viene spostato nel punto 3 in attesa di essere montato sulla macchina.

Dato che dei quattro adesivi necessari per il PC138US-11 ne vanno applicati due sul primo braccio e due sul secondo si è scelto come primo tentativo di fare il lavoro nella zona 3 dove si ha il braccio completo. Il problema evidenziato è che quest'ultimo non sempre resta fermo in questa posizione per un tempo fisso, sufficiente a consentire l'applicazione. A volte rimane fermo 15-20 minuti mentre in altre occasioni, se sono presenti più macchine con-



*Figura 4.23: Layout dell'area di premontaggio dei bracci*

secutive con un tempo ciclo elevato nell'unione di primo e secondo braccio, viene montato direttamente appena è pronto. Oltre a questo fatto la zona è abbastanza stretta e questo ha provocato delle difficoltà nelle prove.

Svolgerla nel punto 2 non è stato possibile in quanto gli operatori della fase sono già saturi, e dunque l'idea successiva è stata di provare a farla in linea con il braccio già montato sulla macchina. Si sono eseguiti test sia appena dopo il montaggio del braccio prima che venga effettuata l'accensione della macchina (foto di sinistra in Figura 4.24) sia alla fine della linea mentre vengono montate zavorra e cover (Figura 4.24, foto a destra).

Nel primo caso le difficoltà sono dovute al fatto che la macchina sta avanzando sulla linea, ed essendo il braccio al di fuori del tappeto l'operatore è fermo e deve lavorare su un componente che, seppur lentamente, si sta muovendo. Un altro fattore a svantaggio è che in caso di ritardi nel montaggio del braccio non è possibile completare la decalcatura prima del raggiungimento della linea di accensione che è visibile anche nella foto. Di



*Figura 4.24: Prove di decalcatura dei bracci eseguite in linea*

maggior importanza è stato infine il problema di sicurezza a causa della quantità elevata di acqua utilizzata per l'attività riversata sul pavimento, che rappresenta un rischio di scivolamento sia per chi svolge il lavoro che per le altre persone che operano in questa zona. Nella seconda soluzione invece vi è il rischio di dover salire sopra la scaletta per l'applicazione, dato che il braccio deve essere lasciato in posizione leggermente sollevata per poter svolgere delle altre lavorazioni.

La soluzione migliore è risultata quella di tenere separata l'applicazione su primo e secondo braccio. Per il primo braccio viene effettuata nel buffer presente nella corsia di premontaggio, dove lo spanto di acqua non risulta problematico dato che non ci sono persone che lavorano nell'area, e dove chi decalca può servirsi di un seggiolino con ruote in modo da non rischiare di scivolare ed essere allo stesso tempo alla giusta altezza per l'applicazione, come si può vedere nella foto di Figura 4.25. I due sul secondo braccio vengono invece applicati in linea prima che venga fatta l'accensione della macchina dato che essendo piccoli vengono attaccati velocemente, e quindi l'avanzamento della linea non rappresenta un problema. Inoltre richiedono una minima quantità di acqua che non crea problemi di scivolamento.



*Figura 4.25: Soluzione scelta per il primo braccio*

In questa zona di linea dove vengono messi quelli sul secondo braccio si è scelto di applicare anche i 4 codici che si erano lasciati in sospeso della cabina e quello delle cover, perché non vi era nessun problema di applicabilità e di ergonomia.

#### 4.5.2 Antiscivolo

Questi codici vanno applicati sugli scalini che portano alla parte superiore della macchina. Per comodità inizialmente erano stati raggruppati tutti

insieme ma in realtà i pannelli su cui vanno applicati non vengono erogati in un unico posto:

- 6 vengono montati alla fine della linea prima di montare le cofanature
- uno è montato alla fine della linea dei telai superiori
- l'ultimo pannello è montato in allestimento

Per i 7 della linea si è quindi fatta l'applicazione appena prima di montare i pannelli e non si sono verificati danneggiamenti. Per il pannello montato in allestimento invece non è stato possibile anticipare in linea il suo montaggio, perché è la cover del motore di rotazione e non può essere assemblata prima del collaudo perché rappresenta un punto di ispezione per controllare l'eventuale presenza di perdite nel circuito idraulico. Il relativo decalco è quindi stato lasciato in allestimento.

### 4.5.3 Batteria, radiatore e serbatoi

Consideriamo in questa sezione anche la colonna che riguarda il serbatoio del gasolio dato che non sono state riscontrate difficoltà per cui valga la pena trattarlo separatamente. Per gli adesivi su radiatore (Q.tà 2), serbatoio dell'olio (Q.tà 1) e del gasolio (Q.tà 1) l'applicazione durante i premontaggi è risultata ottimale, dato che si hanno i componenti a terra e con accessibilità da tutti i lati, mentre attualmente in allestimento bisogna salire sopra la macchina e l'accesso è reso difficoltoso dalla presenza di altri componenti. Per quanto riguarda le batterie l'erogazione avviene sì in quest'area, ma vengono lasciate all'interno del vagone che è posizionato sulla linea per seguire la macchina. Applicare i decalchi qui aggiungerebbe quindi delle movimentazioni ai materiali, cosa che si preferisce evitare. La soluzione scelta dal team è stata quella di applicarli a metà della linea principale, perché i componenti sono già montati ma restano comunque completamente accessibili per la mancanza delle cover. In questo modo si aggiungono queste operazioni a quelle che deve già eseguire chi fa l'applicazione a metà linea dei codici indicati alla fine del paragrafo sui bracci.

### 4.5.4 Telaio inferiore

Il grande problema dell'applicazione di questi codici in allestimento è l'ergonomia, perché l'operatore deve inginocchiarsi e per alcuni deve muoversi al di sotto della macchina in spazi molto ristretti. In linea di montaggio

invece i telai sono sollevati da terra su apposite strutture per consentire di svolgere facilmente le operazioni di montaggio necessarie, e per questo motivo anche le condizioni per l'applicazione degli adesivi sono migliori (vedi Figura 4.26).

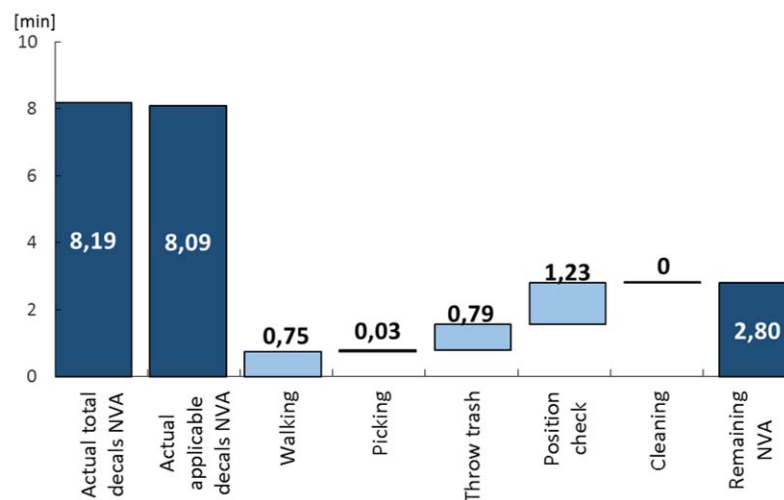


*Figura 4.26: Situazione in allestimento (a sinistra) e in linea (a destra) per il telaio inferiore*

#### 4.5.5 Altri componenti interni

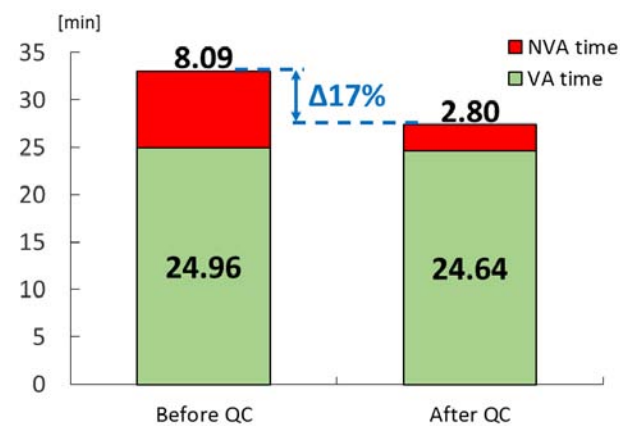
Anche per questi codici, come è stato fatto per quelli delle batterie, si è scelta l'applicazione a circa metà della linea principale, perché tutti i componenti son già fissati sulla macchina ma la zona dove va posizionato il decalco risulta comunque accessibile.

Riassumiamo ora come fatto anche per le prime due attività quelli che sono stati i risultati ottenuti, sia per quanto riguarda la suddivisione del tempo a non valore che diventa quella di Figura 4.27 sia dal punto di vista del tempo totale (vedi Figura 4.28).



*Figura 4.27: Suddivisione del non valore in linea dei codici dell'attività 3*

Per il non valore si è ottenuta una riduzione del 65%, ed anche in questa occasione l'aspetto critico su cui restano maggiori margini di miglioramento è il posizionamento. Per quanto riguarda il tempo complessivo di applicazione i vantaggi ergonomici portano anche ad una leggera riduzione del tempo a valore, raggiungendo una riduzione del 17% del tempo totale necessario per applicare questi 41 codici.



*Figura 4.28: Miglioramento complessivo sul tempo di applicazione dei restanti 41 codici*

## 5. Verifica degli effetti e piani per il futuro

A conclusione della parte operativa del progetto è ora il momento di fare una verifica per valutare se gli obiettivi fissati siano stati raggiunti. Si passa poi alla standardizzazione, rendendo definitivo quanto deciso negli “Act” delle varie aree ed estendendolo a tutti gli altri modelli prodotti sulla linea di montaggio considerata. Infine partendo dai risultati del progetto si gettano le basi per un continuo miglioramento stabilendo i possibili piani per il futuro.

### 5.1 Risultati raggiunti

Gli obiettivi che il team si era posto inizialmente erano l’integrazione in linea di montaggio dell’attività di applicazione dei decalchi, e il miglioramento del processo eliminando tutte quelle che sono le attività a non valore aggiunto per il prodotto. Il raggiungimento di questi obiettivi dovrebbe portare alla riduzione di 0,2 giorni lavorativi del lead time produttivo posta come target dal top management.

Nel capitolo 4 sono stati illustrati tutti i test svolti per ciascun raggruppamento di decalchi, e il risultato finale con gli spostamenti effettivamente decisi è riassunto nella Tabella 5.1. In questa tabella nelle prime 2 colonne sono riportati i dati relativi alla suddivisione che era stata fatta inizialmente, con l’area studiata e il numero di codici preso in considerazione. Le 2 colonne di destra indicano invece per ciascuna riga quanti decalchi sono stati effettivamente spostati ed in che area.

Si può vedere che l’obiettivo di integrazione dell’attività in linea è stato raggiunto quasi completamente, con 80 codici su 81 analizzati che è stato possibile spostare in linea, un risultato quindi del 99%. Per spostare anche l’ultimo bisognerebbe eseguire in linea il montaggio della cover su cui va

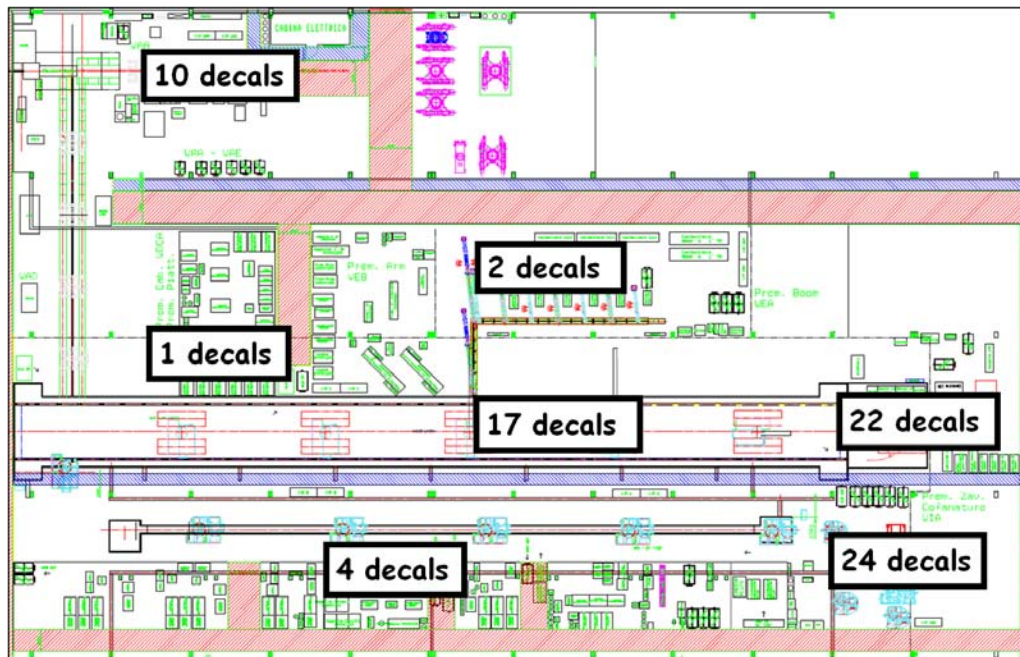
applicato ma, come è stato anticipato nella sezione relativa ai decalchi antiscivolo, questa è una questione che va ad interessare anche l'ufficio Qualità dato che andrebbe ad ostacolare le ispezioni che devono compiere.

*Tabella 5.1: Ripartizione dei decalchi nella linea di assemblaggio*

Area pianificata	n° di adesivi considerati	n° di adesivi spostati	Area finale di applicazione
telaio inferiore	10	10	telaio inferiore
batteria, radiatore e serbatoio olio	8	3 5	prem. radiatore e serbatoio olio stazione di metà linea
serbatoio gasolio	1	1	prem. serbatoio gasolio
componenti interni	5	5	stazione di metà linea
braccio	4	2 2	prem. bracci stazione di metà linea
zavorra e cover	17	16 1	zavorra e cover stazione di metà linea
antiscivolo	8	6 1 1	cover e zavorra area prem. radiatore allestimento
cabina	28	24 4	prem. cabine stazione di metà linea

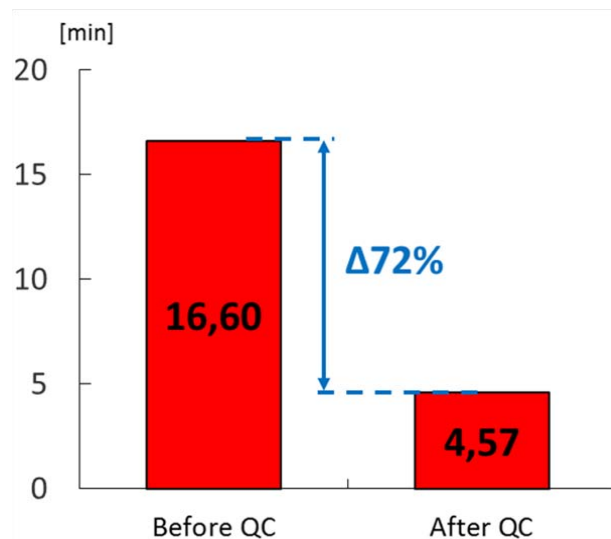
In Figura 5.1 sul layout della linea di assemblaggio si può avere una rappresentazione visiva di come i decalchi sono stati suddivisi nelle diverse aree. Distribuendo l'attività ciascun operatore avrà un numero ridotto di codici da applicare, e quindi il tempo per svolgere il lavoro da assegnare in ciascuna zona è modesto. In questo modo si è riusciti a sfruttare l'insaturazione di alcuni operatori per far svolgere il lavoro senza andare ad aumentare i tempi ciclo e senza dover aggiungere operatori in linea di montaggio.

Passiamo ora a valutare l'altro obiettivo che il team si era posto inizialmente, ossia l'eliminazione del tempo a non valore aggiunto. Sotto questo punto di vista sono stati fatti molti miglioramenti, passando dai 16,6 minuti che si avevano in allestimento ai 4,57 minuti impiegati in linea (vedi Figura 5.2). Eliminare completamente questo tempo è qualcosa di utopistico, ma comunque si è raggiunta una riduzione del 72% che è notevole ed ha un



*Figura 5.1:* Layout di linea con le aree in cui è stata suddivisa l'attività di applicazione dei decalchi

impatto, seppur minimo, su quelli che sono i costi della macchina dato che si è ridotto il tempo standard per l'assemblaggio.



*Figura 5.2:* Riduzione del tempo a non valore

L'ultima verifica deve essere fatta in riferimento al target iniziale del top management, che era una riduzione pari al 5% del lead time del processo offline, con un conseguente impatto del 2% sul lead time complessivo di produzione. Come detto non si è riusciti ad eliminare completamente l'attività di decalatura dal processo offline, ma essendo rimasto soltanto

un componente, il quale viene erogato in kit, l'attività residua è di solo 0,42 minuti. Il target è stato perciò raggiunto, ed il lead time di produzione è sceso da 10 a 9,8 giorni lavorativi.

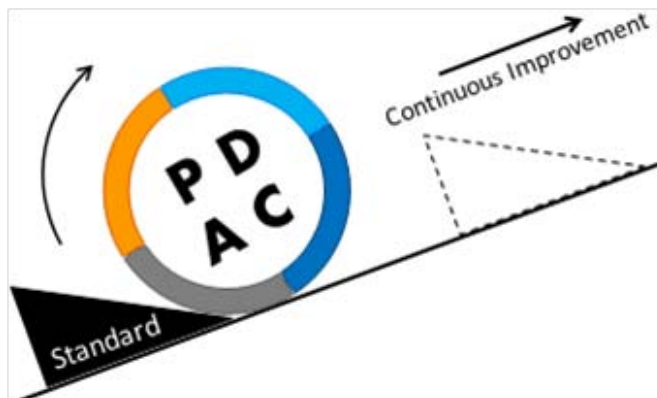
Oltre all'aspetto principale di riduzione del lead time su cui si basava il progetto, con questo lavoro si sono conseguiti molti altri vantaggi:

- **Sicurezza.** Si sono eliminate condizioni di rischio in cui l'operatore doveva salire sopra la macchina oppure doveva utilizzare delle scalette per raggiungere le zone di applicazione
- **Riduzione del tempo a valore.** Come mostrato nel capitolo precedente, con il miglioramento dell'ergonomia si è ottenuta anche una leggera riduzione di quello che è il tempo a valore dell'attività
- **Riduzione dello spazio necessario.** Avendo eliminato l'attività di applicazione dei decalchi il tempo per le operazioni di allestimento si è sensibilmente ridotto, per cui ora non sono più necessarie 4 stazioni ma ne bastano 3, liberando così 113 m<sup>2</sup> che possono essere utilizzati per altre necessità
- **Riduzione del numero di operatori.** Anche il numero di operatori che servono per la fase di allestimento si è ridotto, passando da 7 a 6. Inoltre non essendo stati aggiunti altri operatori alla linea di montaggio l'azienda ha recuperato una persona a cui poter far svolgere altre mansioni
- **Qualità.** Con i nuovi metodi di erogazione si sono ridotti i rischi di errore da parte degli operatori ed inoltre, avendo anticipato l'applicazione, durante le normali ispezioni nella fase di collaudo possono essere controllati anche i decalchi (per accertarsi che siano stati applicati quelli corretti per la configurazione e nella giusta posizione). Prima questa verifica veniva fatta solo durante l'ispezione finale della macchina, ed in caso di non conformità si rischiava di dover ritardare la consegna a causa del tempo necessario a sistemare il problema

## 5.2 Standardizzazione ed estensione agli altri modelli

Al termine del miglioramento bisogna consolidarlo, per fare in modo che quanto ottenuto sia stabile e che le cose non ritornino come prima. In

Figura 5.3 c'è un'immagine rappresentativa di cosa voglia dire porre degli standard. Solo ponendo uno scalino che impedisca di tornare indietro dopo ogni miglioramento ottenuto si può continuare a lavorare senza rendere vani gli sforzi fatti. Per farlo bisogna definire delle precise procedure operative e monitorare che queste vengano rispettate.



*Figura 5.3: Porre degli standard per ottenere un miglioramento continuo*

Per rendere il cambiamento definitivo e ufficiale si sono fatte le seguenti operazioni:

- in ciascuna delle aree in cui è stata spostata l'attività si sono consegnate agli operatori le schede di supporto montaggio con le istruzioni per svolgere l'attività. In queste schede per ciascun decalco è specificato il codice e la posizione in cui va applicato, inoltre sono disposte secondo una sequenza ben precisa per ottimizzare il ciclo di lavoro
- è stata aggiornata la distinta dei materiali, modificandone il tipo di erogazione e l'area di destinazione
- nel sistema gestionale le ore di lavoro necessarie per svolgere le attività sono state tolte dal carico di lavoro dell'allestimento per essere assegnate agli operatori di linea

Tramite queste procedure gli operatori di linea sono ufficialmente incaricati di svolgere l'attività. Inoltre per controllare che il lavoro sia svolto in maniera corretta per tutte le macchine per un primo periodo si è lasciata una persona in più in allestimento in modo da poter eseguire un controllo accurato su ciascuna macchina.

Fin'ora il progetto svolto ha illustrato solo il PC138US-11, ma l'attività è stata poi estesa a tutti gli altri modelli prodotti nella linea. Anche per gli

altri si è cercato di integrarne l'applicazione nelle stesse aree descritte per il PC138US-11, impegnandosi anche in questi casi per migliorare l'attività riducendo il più possibile il tempo a non valore.

Nella Tabella 5.2 sono riportati per ciascun modello di macchina i dati relativi al numero di adesivi che sono stati integrati in linea rispetto al totale. Si può notare che anche per gli altri modelli i risultati sono stati ottimi, con valori sempre superiori al 93% di codici spostati in linea. I codici rimasti in allestimento sono sempre quelli che vanno posti su cover o componenti montati sulla macchina dopo le fasi di collaudo per consentire le ispezioni delle zone critiche.

**Tabella 5.2:** Numero di adesivi integrati in linea per ciascun modello

Modello	n° di adesivi	n° di adesivi spostati in linea	Percentuale
PC80MR-3	65	64	98%
PC88MR-10	75	73	97%
PC118MR-8	72	68	94%
PC138US-11	81	80	99%
PW98MR-10	87	81	93%
PW118MR-8	85	81	95%
WB	93	89	96%

La Tabella 2.2 vista all'inizio del progetto riguardante i tempi delle operazioni di allestimento può quindi essere aggiornata con la situazione successiva al progetto QC, e i dati ottenuti sono quelli di Tabella 5.3.

**Tabella 5.3:** Disaggregazione dei tempi delle operazioni di allestimento per ciascun modello di macchina al termine del progetto QC

Model	Material picking	Machine moving	Cleaning	Document preparation	Component assembly	Decals application	Paint	Others	Greasing
PC80MR-3	23,51	19,9	47,6	17,17	37,24	0,55	46,4	29,95	18,14
PC88MR-10	21,28	17,89	48,4	17,1	54,68	0,92	46,2	28,52	20,7
PC118MR-8	20,08	16,87	50,94	17,6	60,04	3,29	49,6	28,31	15,84
PC138US-11	24,78	16,93	53,2	17,09	64,03	0,42	44,7	27,66	18,61
PW98MR-10	21,49	17,89	56,5	17,1	108,09	3,51	54,2	28,52	20,7
PW118MR-8	21,55	16,87	50,94	17,6	111,83	2,34	53,7	28,31	22,84
WB	23,51	17,89	46	17,5	60,88	1,92	44	28,3	21,59
<b>Average %</b>	<b>8%</b>	<b>6%</b>	<b>18%</b>	<b>6%</b>	<b>26%</b>	<b>1%</b>	<b>17%</b>	<b>10%</b>	<b>7%</b>

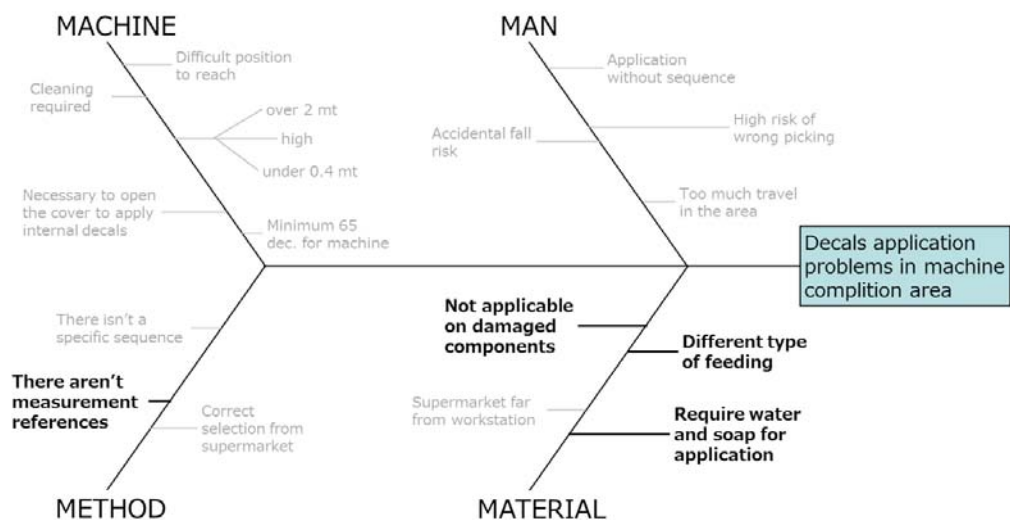
Infine, per quanto riguarda il non valore e l'impatto che ha avuto il progetto nella sua riduzione, è stato fatto un calcolo di quello che sarà il risparmio in termini di ore di lavoro in un anno. Dal grafico di Figura 3.8 si ha che il non valore annuo per questa attività è di 353 ore mentre dopo

il progetto, basandosi sempre su un tasso produttivo pari a quello dell'anno fiscale 2016, si avranno solo 97 ore l'anno di non valore per l'applicazione dei decalchi.

### 5.3 Piani per il futuro

L'ultimo punto del QC prevede delle riflessioni su quanto si è ottenuto, con un'analisi dei problemi persistenti per partire da questi a porre le basi per i progetti di miglioramento futuri. Cerchiamo innanzitutto degli possibili sviluppi partendo dai problemi che non si è riusciti a risolvere con questo lavoro.

I problemi riscontrati inizialmente sono quelli che erano stati descritti nel diagramma di Ishikawa di Figura 4.3, ma non tutti sono stati eliminati. In Figura 5.4 è riportato lo stesso diagramma, con in grigio i problemi risolti mentre in nero sono indicati quelli ancora presenti.



*Figura 5.4: Diagramma di Ishikawa dopo il progetto QC*

Dopo l'integrazione nella linea di assemblaggio, dei problemi considerati inizialmente ne sono rimasti quattro:

1. non ci sono riferimenti che facilitino il corretto posizionamento dei decalchi
2. non è possibile applicarli sui componenti danneggiati, perché poi bisognerebbe rimuoverli prima che il componente venga riverniciato
3. sono presenti differenti metodi di erogazione dei materiali

4. per una facile applicazione senza la formazione di bolle è necessario utilizzare acqua e sapone, con il problema di bagnare altri componenti ed il pavimento

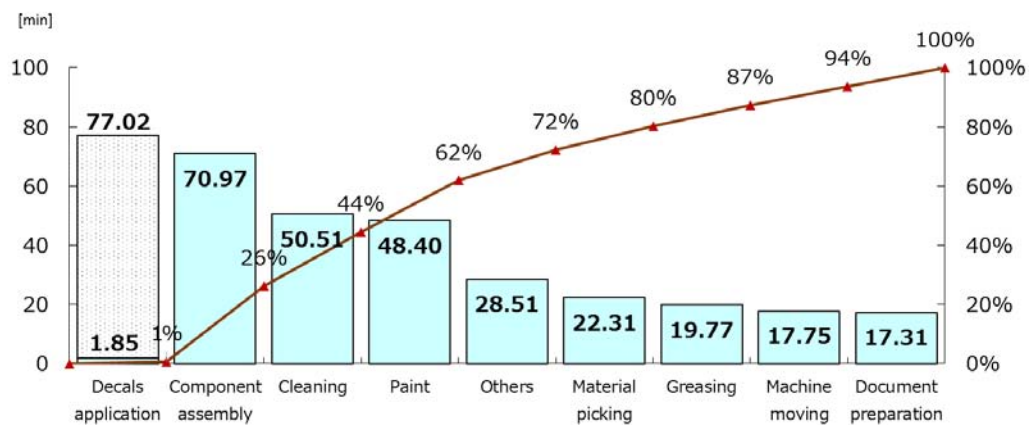
Per ciascuno di questi sono state analizzate delle possibili soluzioni che dovranno poi essere analizzate in maniera più approfondita per verificarne la fattibilità, ed in caso di esito positivo potranno essere applicate migliorando ulteriormente lo svolgimento di questa operazione.

Le soluzioni proposte dal team dopo una breve discussione sono rispettivamente:

1. usare delle maschere magnetiche da applicare sulle cover, che siano veloci da allineare utilizzando i bordi o altri riferimenti e che lascino lo spazio solo per il decalco. Questo sistema sarebbe economico e semplice da implementare, però è comunque necessario del tempo durante l'attività per il posizionamento della maschera. Un altro sistema pensato è quello di avere dei puntatori laser che in base al modello di macchina visualizzino dei riferimenti direttamente sui componenti. Con questo si otterrebbe un risultato migliore per quanto riguarda i tempi per il posizionamento, ma anche i costi per attuarlo sarebbero molto più elevati
2. una soluzione sarebbe l'anticipazione dei controlli qualitativi sull'aspetto estetico della verniciatura per svolgerli prima che i pezzi siano assemblati. In questo modo si ridurrebbero i tempi per le riverniciature e si potrebbero applicare sempre i decalchi perché tutti i pezzi montati sono qualitativamente idonei
3. facendo uno studio anche sulla linea Mini e SSL si potrebbe arrivare all'erogazione di tutti i codici nel kit, così gli operatori non devono più fare il prelievo
4. potrebbero essere utilizzati decalchi dell'azienda 3M<sup>TM</sup> con tecnologie Controltac<sup>TM</sup> e Comply<sup>TM</sup>. La prima permette facilmente il riposizionamento sulla superficie di applicazione finché non viene applicata la pressione necessaria perché l'adesivo faccia presa. La seconda serve invece ad evitare la formazione di bolle d'aria, perché grazie alla presenza di microcanali questa esce facilmente durante l'applicazione. Questo tipo di analisi potrebbe essere molto interessante, ma richiede anche l'intervento dell'ufficio acquisti per valutare la variazione dei

costi con questo tipo di materiale, e l'ufficio qualità per certificare che questa tipologia rientri nelle normative KES che definiscono le specifiche di ogni componente

Oltre a questi sviluppi bisogna anche continuare lo studio dell'integrazione delle operazioni di allestimento nel processo di linea, in modo da proseguire il lavoro di riduzione del lead time di produzione. In Figura 5.5 vengono rappresentati graficamente i dati della Tabella 5.3, prendendo i tempi medi per ciascuna operazione fra i diversi modelli. Nella prima colonna è stato messo il tempo di applicazione dei decalchi residuo, evidenziando il miglioramento ottenuto rispetto alla situazione iniziale indicata dalla colonna punteggiata.



*Figura 5.5: Tempi medi delle operazioni di allestimento dopo il QC*

Il prossimo aspetto su cui intervenire, che potrebbe essere assegnato al QC team del prossimo anno, è l'integrazione in linea di assemblaggio di componenti e cover che attualmente sono montati in allestimento. In questo team sarà opportuno avere anche persone del reparto qualità e più precisamente del collaudo, in modo da effettuare uno studio congiunto della fattibilità di spostare in linea questi componenti. Inoltre potrebbe anche essere necessario l'intervento dell'ufficio tecnico per delle modifiche che permettano di effettuare le ispezioni necessarie anche con la cover montata, magari consentendone l'apertura come per le cofanature. Seguire il metodo QC per svolgere un progetto serve affinché i dipendenti conoscano i metodi e prendano confidenza con gli strumenti di analisi. Oltre a questo il fatto di preparare una presentazione QC sul lavoro svolto e presentarla agli altri stabilimenti del gruppo, inserendo anche aspetti di contorno come quest'ultimo sugli sviluppi futuri, serve a comunicare i frutti che si sono ottenuti con

il lavoro, in modo che anche altri dipartimenti ed altri stabilimenti possano prendere spunto da ciò per migliorarsi a loro volta.

# Conclusioni

Lo scopo di questo progetto era ottenere una riduzione del lead time di produzione della linea Midi-BHL, per continuare il miglioramento ottenuto con la nuova linea di assemblaggio. Si sono analizzate le priorità, e concentrandosi sul processo di allestimento della macchina si è deciso di studiare l'attività di applicazione dei decalchi, per integrarla completamente nel processo di linea. La soluzione adottata è stata di suddividere i decalchi nelle varie aree di premontaggio dei componenti su cui vanno applicati, in modo da svolgere l'attività in sicurezza e nelle migliori condizioni ergonomiche. Si è anche cercato di ottimizzare il ciclo di lavoro, analizzando il non valore e cercando di ridurlo il più possibile, in modo da diminuire il tempo standard necessario e perciò anche il costo della macchina.

Il risultato su cui si focalizzava il progetto è stato ottenuto, con una riduzione di 0,2 giorni lavorativi del tempo di attraversamento, pari al 2% di tutto il lead time di produzione. Numerosi sono stati anche gli effetti collaterali positivi: aumento della sicurezza, miglioramento dell'ergonomia con conseguente riduzione del tempo standard, risparmio di 113 m<sup>2</sup> di spazio e di un operatore che possono essere riutilizzati per altri compiti.

Aspetto di notevole interesse è stato il metodo utilizzato per svolgere il progetto, ossia il metodo QC. Metodo che prevede un team di lavoro il più vario possibile che porta avanti il progetto rispettando gli 8 punti del problem solving. Seguire questa metodologia ha consentito di andare in profondità nel problema, capendo le cause principali in modo da non perdere tempo andando a lavorare su cose di scarsa importanza. È un metodo strutturato affinché il miglioramento sia continuo, perché al termine di ogni progetto si devono porre gli spunti e le basi per progetti futuri. Anche in questo caso è stato fatto, ed il tema su cui potrebbe operare il prossimo QC Circle è l'integrazione in linea dei componenti montati in allestimento.



# Riferimenti bibliografici

## Bibliografia

Confortini, Brunella. «50 anni di storia...e di gloria». In: *Quarry and Construction* (dic. 2013), pp. 71–76.

Fujita, T. et al. *QC Guidebook*. Komatsu Way Division, 2007.

Minati, Marco. *Tempi e Metodi*. IPSOA, 2012.

Team, QC Activation. *QC concept and Method of Promotion, Part 1*. Komatsu Way Division, 2007.

## Risorse online

URL: [http://www.komatsu.com/CompanyInfo/profile/basics\\_management/](http://www.komatsu.com/CompanyInfo/profile/basics_management/).

URL: <http://www.iwolm.com/blog/il-metodo-pdca-o-ruota-di-deming/>.