

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria della Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica



Tesi di Laurea Magistrale

La Manutenzione Autonoma secondo la metodologia World Class Manufacturing: il caso Ariston Thermo

Relatore

Prof. Maurizio Schenone

Candidato

Martina Rorro

Matricola S242225

Settembre 2018

Indice

Introduzione	9
1 Il World Class Manufacturing	11
1.1 Le origini.....	11
1.1.1 TQM (Total Quality Management)	11
1.1.2 TPM (Total Productive Maintenance)	14
1.1.3 Lean manufacturing	19
1.1.4 Analogie tra WCM, TQM, TPM e Lean Manufacturing	24
1.2 Caratteristiche del World Class Manufacturing.....	25
1.3 L'evoluzione della fabbrica: dalla tradizionale a quella in ottica WCM.....	27
1.4 Definizione, struttura ed obiettivi del WCM	28
1.5 I pilastri tecnici	33
1.5.1 Safety (SAF).....	34
1.5.2 Cost Deployment (CD).....	37
1.5.3 Focused Improvement (FI).....	38
1.5.4 Autonomous Activities: Autonomous Maintenance (AM)	40
1.5.5 Autonomous Activities: Workplace Organization (WO)	42
1.5.6 Professional Maintenance (PM)	45
1.5.7 Quality Control (QC)	47
1.5.8 Logistics and Customer Service (LOG)	50
1.5.9 Early Equipment Management (EMM).....	52
1.5.10 People Development (PD).....	53
1.5.11 Environment (ENV).....	54
1.6 I pilastri manageriali	55
1.7 Il sistema di audit.....	57
2 Il pilastro AM (Autonomous Maintenance)	59
2.1 Obiettivi e strategie della Manutenzione Autonoma	59
2.2 I sette step dell'AM.....	60
2.2.1 Step 1: Pulizia iniziale e ispezione.....	60
2.2.2 Step 2: Eliminazione delle fonti di sporco e zone a difficile accesso.....	62
2.2.3 Step 3: Creazione e mantenimento degli standard di pulizia e lubrificazione....	63
2.2.4 Step 4: Ispezione generale.....	70

2.2.5	<i>Step 5: Ispezione autonoma</i>	71
2.2.6	<i>Step 6: Standardizzazione</i>	72
2.2.7	<i>Step 7: Programma di Manutenzione Autonoma totalmente implementato (Gestione Autonoma)</i>	73
2.3	I livelli di abilità dell'operatore	73
2.4	Gli indicatori di performance.....	75
3	Il WCM in Ariston Thermo Group	76
3.1	L'azienda	76
3.1.1	<i>I prodotti</i>	77
3.1.2	<i>I processi</i>	78
3.1.3	<i>La storia</i>	79
3.2	Lo stabilimento di Osimo	81
3.2.1	<i>La storia dello stabilimento</i>	81
3.2.2	<i>Localizzazione, descrizione e layout</i>	83
3.2.3	<i>prodotti</i>	84
3.2.4	<i>I processi</i>	85
3.2.5	<i>Il flusso produttivo delle linee di assemblaggio</i>	86
3.2.6	<i>La concorrenza</i>	87
3.2.7	<i>Approccio al WCM</i>	88
4	Il pilastro AM in Ariston Thermo Group: stabilimento di Osimo	91
4.1	Il lavoro del Cost Deployment: individuazione delle perdite	91
4.2	Autonomous Maintenance: i sette step del progetto	95
4.3	Major Kaizen: riduzione delle microfermate del pallettizzatore della linea L04	96
4.3.1	<i>Pianificazione ed obiettivi</i>	97
4.3.2	<i>Descrizione del fenomeno</i>	106
4.3.3	<i>Sistema</i>	107
4.3.4	<i>Definizione degli obiettivi</i>	110
4.3.5	<i>Analisi delle cause</i>	110
4.3.6	<i>Causa Casse deformate</i>	120
4.3.7	<i>Causa Interferenza elettrica</i>	121
4.3.8	<i>Valutazione B/C</i>	122
5	Conclusioni e prospettive future	124

6	Bibliografia e sitografia	127
	Ringraziamenti.....	129

Indice delle figure

Figura 1. I principi del TQM	12
Figura 2. Elementi descrittivi di un processo	13
Figura 3. Il tempio del TPM	18
Figura 4. I sette sprechi della Lean	22
Figura 5. Evoluzione dei modelli organizzativi	27
Figura 6. I nove Zeri del WCM	30
Figura 7. Tempio del WCM	31
Figura 8. I pilastri tecnici del <i>WCM</i>	33
Figura 9. Piramide di Heinrich	35
Figura 10. Croce Verde giornaliera/mensile.....	36
Figura 11. Ciclo di Deming (PDCA).....	40
Figura 12. Muda, Muri, Mura.....	43
Figura 13. Golden Zone.....	44
Figura 14. Diagramma di Ishikawa (4M)	48
Figura 15. Medaglie e punteggi del <i>WCM</i>	58
Figura 16. I riconoscimenti della <i>WCMA</i> agli stabilimenti membri.....	58
Figura 17. I sette <i>step</i> dell' <i>AM</i>	60
Figura 18. Risultati dello <i>step</i> 1	62
Figura 19. Marcatura dei bulloni	62
Figura 20. Esempio di coperture trasparenti.....	63
Figura 21. Esempio: eliminazione zone di difficile ispezione	63
Figura 22. Esempio di scheda CILR.....	65
Figura 23. Esempio di SMP.....	66
Figura 24. Esempio di Scheda Layout attività.....	67
Figura 25. Esempio di <i>AM Calendar</i>	68
Figura 26. Flusso logico dello <i>step</i> 3	69
Figura 27. Individuazione delle perdite	70
Figura 28. <i>Step</i> 4 e 5 dell' <i>AM</i>	71
Figura 29. I quattro livelli di abilità dell'operatore	74
Figura 30. I settori principali del Gruppo	76
Figura 31. La presenza di Ariston Thermo nel mondo.....	77

Figura 32. Aristide Merloni, fondatore del Gruppo	79
Figura 33. Stabilimento di Osimo	81
Figura 34. Medaglia di bronzo del <i>WCM</i>	82
Figura 35. Layout del <i>plant</i> di Osimo.....	83
Figura 36. Processo produttivo del <i>plant</i>	85
Figura 37. Flusso produttivo linee assemblaggio	86
Figura 38. Posizione di Ariston Thermo sul mercato	87
Figura 39. Controllo remoto tramite smartphone	88
Figura 40. Punteggio assegnato ai pilastri (Osimo).....	89
Figura 41. Organigramma del <i>plant</i> di Osimo.....	90
Figura 42. Diagramma di Pareto delle perdite.....	92
Figura 43. Stratificazione delle perdite per <i>Breakdown</i>	93
Figura 44. Suddivisione delle perdite per <i>Breakdown</i> nei vari pilastri	93
Figura 45. Pareto delle perdite per mancanza di condizioni di base	94
Figura 46. Dettaglio - Pareto delle perdite per mancanza di condizioni di base	94
Figura 47. Pareto delle perdite e classificazione delle macchine	95
Figura 48. Schema del <i>Major Kaizen</i>	97
Figura 49. Pallettizzatore - vista frontale.....	98
Figura 50. Pallettizzatore - vista laterale	98
Figura 51. Barriera protettiva e sensore.....	99
Figura 52. Layout linea L04	99
Figura 53. Grafico di correlazione con l'orario di lavoro	100
Figura 54. Grafico di correlazione con il cambio lotto	101
Figura 55. <i>Radar Chart</i> del pilastro <i>AM</i>	103
Figura 56. <i>Radar Chart</i> di progetto	103
Figura 57. Team di progetto	104
Figura 58. Gantt di progetto	105
Figura 59. Esempio di blocco del pallettizzatore	107
Figura 60. Prelievo del gruppo acqua.....	107
Figura 61. Deposito del gruppo acqua nel pallet	107
Figura 62. Funzionamento del <i>Muting</i>	109
Figura 63. <i>Muting</i> a due sensori a raggi incrociati	109
Figura 64. <i>Muting</i> a due sensori a raggi incrociati	110
Figura 65. Diagramma di Ishikawa (4M+1D).....	111

Figura 66. Calendario AM pallettizzatore	114
Figura 67. Cassa utilizzata dal pallettizzatore	115
Figura 68. Cassa aperta con separatori	116
Figura 69. Gruppo idraulico in bilico	117
Figura 70. Pareto delle cause	119
Figura 71. <i>Major Kaizen</i> compilato.....	123
Figura 72. Ingegneri della produzione dal 2015 al 2018.....	124
Figura 73. Numemro di Kaizen realizzati dal 2014 al 2018.....	125
Figura 74. Piano di espansione del <i>plant</i> di Osimo	125

Introduzione

“Il *WCM* non è che una (anche se una delle più avvolgenti e potenti) manifestazione di vari tentativi recenti di (ri)-rappresentare e riformare le realtà della vita lavorativa attuale” (John Storey e Alan Harrison). La definizione di *World Class Manufacturing* presentata da questi due studiosi è probabilmente la più completa e la più comprensibile tra le varie definizioni proposte negli ultimi anni. Questa metodologia, teorizzata negli anni 2000 dal Prof. Yamashina, ha completamente rivoluzionato il settore della produzione industriale, diventando sinonimo di “perfezione” a cui molte aziende aspirano con lo scopo di guadagnarsi un posto tra “le migliori a livello mondiale”. Il percorso del *WCM* prevede una serie di regole e criteri prestabiliti, che devono essere rispettati da tutte le funzioni aziendali, a partire da quelle operative fino a quelle amministrative. Dunque, qualsiasi organizzazione che voglia intraprendere questo percorso verso l'eccellenza, sa che dovrà attenersi a determinati standard di lavoro. Tuttavia, la percezione di questa metodologia cambia radicalmente se la si considera da un altro punto di vista, ovvero come la standardizzazione delle tecniche e delle attività che si implementano nella quotidianità. L'aspetto sorprendente di questo approccio al *WCM* è proprio prendere consapevolezza del corso naturale delle azioni messe in pratica durante un progetto di miglioramento e delle soluzioni trovate e, a partire da esse, creare una “regola” da seguire in futuro.

Il presente lavoro di tesi nasce a seguito dell'esperienza di tirocinio maturata in Ariston Thermo Group, nell'ambito del progetto formativo stipulato tra il Politecnico di Torino e l'Azienda stessa. L'oggetto di studio riguarda un progetto di *World Class Manufacturing* intrapreso a partire da aprile 2018 nello stabilimento di Osimo, in cui avviene la produzione di tutte le tipologie di caldaie del Gruppo. Lo scopo del presente elaborato è quello di presentare il percorso del *WCM* seguito dall'Azienda, con il supporto di esempi concreti e della documentazione utilizzata nell'implementazione dei progetti e delle attività del *plant*.

L'elaborato si suddivide in vari capitoli, i cui contenuti sono presentati come segue: nel Capitolo 1 vengono descritte le origini e le caratteristiche del *World Class Manufacturing*, per permettere al lettore di comprendere e “sposare” questa ideologia. Successivamente, nel Capitolo 2, il focus si sposta su uno dei dieci “pilastri” che costituiscono il *WCM: Autonomous Maintenance (AM)*, ovvero la manutenzione messa in atto dalle risorse produttive (operatori di linea guidati dal *Team Leader*) piuttosto che dagli addetti alla manutenzione vera e propria. Dopo una breve presentazione dell'Azienda e, in particolare, dello stabilimento di Osimo (Capitolo 3), viene mostrato un progetto di miglioramento implementato dalla tesista

nell'ambito del pilastro *AM* (Capitolo 4) durante l'attività di *stage* con il supporto del team di pilastro del *plant*. Lo scopo del progetto è quello di ridurre le microfermate di una macchina che si occupa dell'attività di pallettizzazione dei gruppi idraulici, componenti fondamentali della caldaia, prodotti sulla linea L04 dello stabilimento di Osimo. Infine, vengono illustrati i risultati ottenuti al termine della realizzazione del progetto e le prospettive future del *plant*, ovvero le attività pianificate con lo scopo di portare avanti il programma di “miglioramento continuo” intrapreso.

1 Il World Class Manufacturing

Il *World Class Manufacturing* (WCM) è una filosofia aziendale che ha come scopo principale il miglioramento continuo. È un programma di innovazione che prevede la massimizzazione del valore aggiunto e l'eliminazione di ogni tipo di perdita e spreco, attraverso il coinvolgimento di tutti e l'impiego rigoroso di metodi standard.

1.1 Le origini

Il *World Class Manufacturing* nasce dalla convergenza di tre approcci all'ottimizzazione dei processi produttivi, sviluppati nel corso del '900:

1.1.1 TQM (Total Quality Management)

Il *Total Quality Management* (Gestione dalla Qualità Totale) può essere definito come un sistema di gestione per un'organizzazione concentrata sul cliente, che coinvolge tutti i dipendenti nel miglioramento continuo. Questa metodologia utilizza strategie, dati e una comunicazione efficace per integrare la disciplina della qualità nella cultura e nelle attività dell'azienda. La qualità è diventata un elemento essenziale all'interno dei processi produttivi di molte aziende per i seguenti motivi:

- La concorrenza. Il mercato odierno richiede sempre più prodotti e servizi di qualità a basso costo. Per soddisfare questa esigenza, le aziende devono impegnarsi ad offrire prodotti di qualità superiore ai concorrenti, mantenendo i prezzi più bassi e competitivi possibili.
- I nuovi clienti. Il consumatore di oggi non focalizza la propria attenzione sui volumi di produzione ma è molto esigente dal punto di vista della qualità, intesa sia come qualità delle caratteristiche costruttive e tecniche del prodotto sia come qualità dei servizi connessi al prodotto.
- Il cambiamento dei volumi/mix di produzione. In tempi recenti il mercato ha assistito ad una riduzione dei volumi di vendita, affiancata da un aumento dei mix di prodotto. Le imprese si sono dovute adattare a questo cambiamento “abbattendo” i costi della non-qualità.
- La complessità dei prodotti. Nei sistemi di produzione le tolleranze e le caratteristiche costruttive per il prodotto sono sempre più ristrette e complesse, di conseguenza i requisiti di affidabilità e qualità per i fornitori di componenti sono diventati più severi.

- L'alto livello di soddisfazione dei clienti. Le aspettative del consumatore sono sempre più elevate a causa del continuo aumento della concorrenza a livello globale.

Il *Total Quality Management* si prefigge di capire e soddisfare le richieste del consumatore mettendo in pratica quattro principi fondamentali:

- Prevenire la non conformità dei prodotti e servizi forniti rispetto alle specifiche;
- Misurare il livello di qualità atteso/percepito dei propri prodotti o servizi;
- Coinvolgere tutto il personale in azioni volte al miglioramento della qualità;
- Coinvolgere anche i clienti nel fornire indicazioni sulla *Customer Satisfaction* attraverso indagini pianificate.

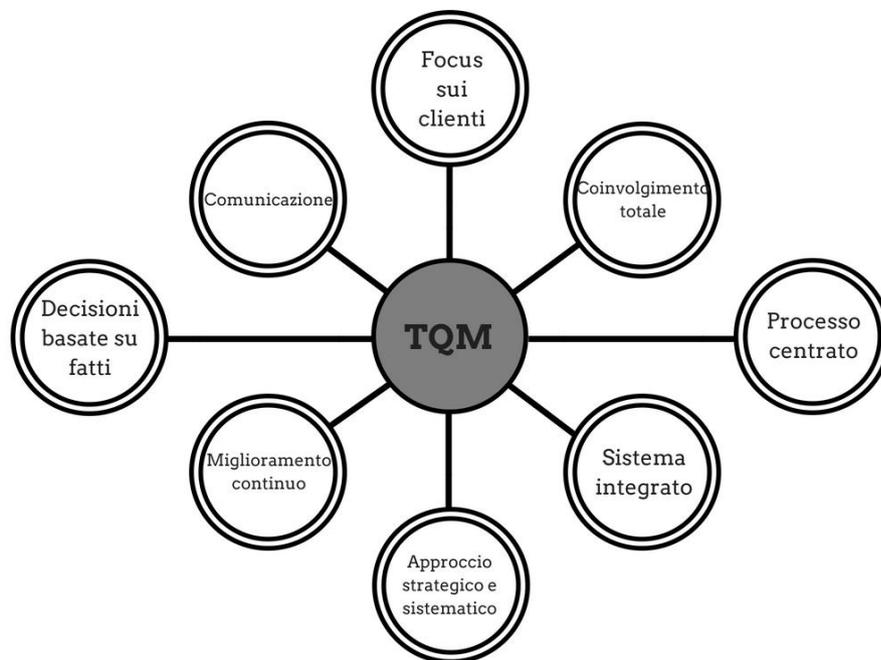


Figura 1. I principi del TQM

Di seguito sono elencati gli otto principi fondamentali del *TQM*:

1. Focus sui clienti: sostanzialmente, è il cliente che determina il livello di qualità di un prodotto o di un servizio. Nonostante le misure adottate dall'azienda per favorire un miglioramento della qualità – formazione dei dipendenti, integrazione della qualità nella progettazione, aggiornamento dei software o acquisto di nuovi strumenti di misura – solo il cliente determina se un prodotto/servizio può essere definito “di qualità” o meno.
2. Coinvolgimento totale dei dipendenti: tutti i dipendenti partecipano all'elaborazione e al raggiungimento di obiettivi comuni. Il coinvolgimento totale dei dipendenti si può ottenere soltanto dopo che la direzione ha provveduto a fornire un ambiente di lavoro

adeguato. Inoltre, viene richiesto il coinvolgimento del management, che deve trasmettere i principi della metodologia a tutti i livelli aziendali.

3. Processo centrato: una parte fondamentale del *TQM* è il focus sul processo. Un processo è un insieme di attività interrelate, svolte all'interno dell'azienda, che creano valore trasformando delle risorse (*input*) in un prodotto finale (*output*) a valore aggiunto, destinato ad un cliente interno o esterno all'azienda. I passi richiesti per portare avanti un processo sono definiti in sede di pianificazione, e le performance sono continuamente monitorate al fine di individuare variazioni inaspettate.

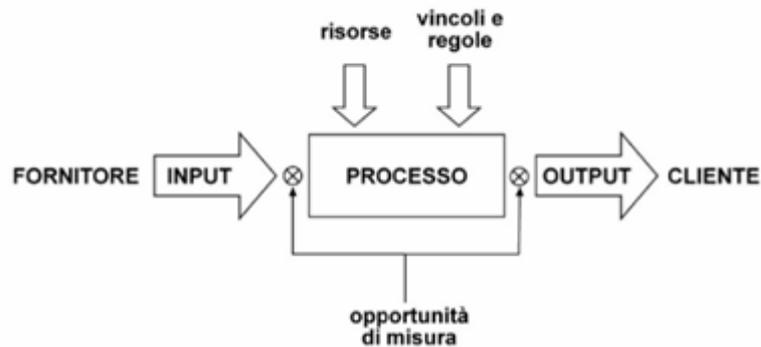


Figura 2. Elementi descrittivi di un processo

4. Sistema integrato: sebbene un'organizzazione sia costituita da molte funzioni diverse, spesso organizzate in modo verticale, il focus del *TQM* è il processo orizzontale che interconnette queste funzioni. I micro-processi si sommano a processi più grandi, e tutti i processi si aggregano per definire ed implementare la strategia. Tutti devono comprendere la *vision*, la *mission*, i principi guida, le politiche di qualità, gli obiettivi e i processi critici dell'azienda. Inoltre, le performance aziendali devono essere continuamente monitorate e comunicate.
5. Approccio strategico e sistematico: un elemento critico del controllo qualità è l'approccio strategico e sistematico per raggiungere la *vision*, la *mission* e gli obiettivi aziendali. Questo processo, chiamato "pianificazione strategica" o "gestione strategica", include la formulazione di un piano che abbia come componente principale la qualità.
6. Miglioramento continuo: un elemento fondamentale del *TQM* è il continuo processo di miglioramento, che esorta un'impresa ad essere sia analitica che creativa nel trovare modi per diventare più competitiva e più efficace.
7. Processo decisionale basato sui fatti: al fine di conoscere le prestazioni della compagnia, sono necessarie alcune misurazioni. Il *TQM* richiede che un'organizzazione collezioni

e analizzi dati continuamente con lo scopo di migliorare la precisione del processo decisionale, guadagnare consenso e permettere previsioni basate su dati storici.

8. Comunicazione: durante il percorso di cambiamento, così come durante le operazioni e le attività quotidiane, una comunicazione efficace gioca un ruolo importante nel motivare i dipendenti a tutti i livelli.

I suddetti elementi sono considerati così essenziali per il TQM che molte organizzazioni li ritengono, in un certo senso, un set di valori fondamentali e principi su cui basare le proprie attività. I metodi per implementare questo approccio provengono dagli insegnamenti di leader di qualità come Philip B. Crosby, W. Edwards Deming, Armand V. Feigenbaum, Kaoru Ishikawa e Joseph M. Juran.

Gli strumenti applicati nella metodologia *TQM* sono:

- La raccolta dati, la loro analisi e stratificazione;
- I diagrammi di correlazione e gli altri tipi di rappresentazioni;
- Il diagramma di *Pareto*;
- Le carte di controllo;
- Il ciclo di Deming (Plan, Do, Check, Act).

APPROCCIO TRADIZIONALE	APPROCCIO TQM
Mancanza di comunicazione	Comunicazione a tutti i livelli. Circolazione delle informazioni
Politica di controllo	Politica di responsabilizzazione
Focalizzazione interna sulle regole	Focalizzazione esterna sul cliente
Relazioni controverse	Relazioni di collaborazione
Ricerca della stabilità	Miglioramento continuo
Ispezione	Prevenzione
Assegnazione delle colpe	Risoluzione dei problemi alla radice

Tabella 1. Differenze tra Approccio tradizionale e Approccio TQM

1.1.2 TPM (Total Productive Maintenance)

Il *Total Productive Maintenance* (Manutenzione Produttiva Totale) è una metodologia che ha lo scopo di migliorare la disponibilità delle macchine attraverso un ottimo utilizzo delle risorse di manutenzione e produzione. Si può definire come l'insieme delle tecniche tendenti a

massimizzare lo sfruttamento delle capacità degli impianti, rispettando un corretto equilibrio fra i costi di manutenzione e l'economia della produzione.

L'obiettivo del *TPM* è quello di mantenere l'impianto e le attrezzature in buone condizioni senza interferire con il processo produttivo quotidiano. Seguendo i concetti alla base di questa filosofia, è possibile minimizzare il fallimento imprevisto delle apparecchiature. Per implementare il *TPM* in modo corretto, l'unità di produzione e l'unità di manutenzione devono funzionare congiuntamente. Un aspetto particolare di questa filosofia sta nel considerare il *Total Productive Maintenance* una parte fondamentale delle attività di business.

La nascita di questa metodologia può essere attribuita ad alcuni fattori che caratterizzano le aziende odierne:

- Gli impianti ed i macchinari sono sempre più automatizzati e complessi;
- I capitali investiti in tecnologia pesano sempre più nei bilanci aziendali;
- I clienti richiedono sempre più qualità di prodotto e di servizio;
- I piani di produzione devono operare in un contesto di flessibilità;
- Le competenze richieste al personale crescono sempre più in relazione alla complessità tecnica ed organizzativa della fabbrica.

L'OEE (*Overall Equipment Effectiveness* – Efficienza Generale dell'Impianto) è un indicatore percentuale che rappresenta il rendimento globale di una risorsa produttiva o di un insieme di risorse, siano esse umane o tecniche, durante il tempo nel quale queste sono disponibili a produrre. È stato sviluppato per supportare le iniziative del *TPM* ed è in grado di controllare il processo per raggiungere la “produzione perfetta”.

Gli obiettivi che si cerca di raggiungere con l'applicazione degli strumenti caratteristici di questa filosofia sono zero guasti, zero difetti e zero incidenti, ricercando:

- un OPE (*Overall Plant Efficiency*) di almeno l'80%;
- un OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) di almeno il 90%;
- una riduzione dei costi di produzione del 30%;
- il raggiungimento del 100% di successi nella consegna dei prodotti al cliente.

Attraverso il *TPM* si ha un coinvolgimento di tutti i dipendenti, a cominciare dal vertice aziendale fino al personale di linea, sulla prevenzione come principale strumento di eliminazione delle perdite. I concetti del *Total Productive Maintenance* si appoggiano su otto pilastri:

1. 5S. I primi passi da compiere sono la pulizia e l'organizzazione del posto di lavoro, necessarie per rendere immediatamente visibili i problemi e mettere in atto azioni di miglioramento. Le 5S indicano cinque parole giapponesi: *Seiri* (separare), *Seiso* (riordinare), *Seiton* (pulire), *Seiketsu* (standardizzare) e *Shitsuke* (diffondere e migliorare). La prima "S" indica la necessità di dividere gli oggetti di utilità quotidiana, posizionando da una parte quelli che devono trovarsi nelle vicinanze del posto in cui vengono utilizzati, dall'altra quelli utilizzati meno frequentemente e che possono essere collocati in altri luoghi. Il risultato di questa fase è la riduzione del tempo di ricerca da parte dell'operatore. Con la seconda "S" si riordinano le postazioni di lavoro, assegnando ad ogni attrezzo un specifico posto di allocazione. Per facilitare il riconoscimento del sito di ogni oggetto vengono utilizzate targhette ed etichette colorate. La terza "S" indica l'importanza di mantenere i luoghi di lavoro puliti, ovvero privi di sporcizia, polvere o qualsiasi altro elemento di contaminazione. Con la quarta "S" si standardizzano le metodologie utilizzate nei passi precedenti. Questa fase prevede delle ispezioni casuali per verificare il corretto funzionamento delle procedure standard. L'ultima "S" si focalizza sul miglioramento continuo, cercando di puntare ad obiettivi sempre più ambiziosi e diffondendo lo strumento a tutte le attività che vengono svolte in azienda.
2. Manutenzione autonoma. Questo pilastro è orientato verso lo sviluppo delle capacità e delle abilità degli operatori di linea per l'esecuzione di piccoli interventi di manutenzione. Gli operatori sono responsabili della manutenzione delle loro attrezzature per evitare il loro deterioramento. Questo permette ai manutentori qualificati di concentrare il loro tempo su attività a più valore aggiunto e sulle riparazioni tecniche. Si ricerca il funzionamento ininterrotto di attrezzature e macchinari, accompagnato dall'eliminazione dei difetti a monte attraverso la partecipazione attiva dei dipendenti. Le mansioni che vengono richieste comprendono la pulizia quotidiana, l'ispezione, la taratura e la lubrificazione richiesta dall'attrezzatura. Il controllo visivo è un approccio utilizzato per minimizzare l'addestramento richiesto e semplificare l'ispezione e il riconoscimento di eventuali anomalie nel minor tempo possibile.
3. Kaizen. Questo concetto deriva da due parole giapponesi: *Kai* che significa "cambiamento" e *Zen* che significa "in meglio". I *kaizen* sono piccoli miglioramenti che richiedono un basso investimento. Sono effettuati continuamente e coinvolgono tutte le persone dell'azienda. Questo pilastro è indirizzato a ridurre le perdite del posto di lavoro,

che influenzano l'efficienza in modo negativo. Vengono utilizzate procedure dettagliate e precise che aiutano ad annullare le perdite attraverso un metodo sistematico. L'obiettivo che ci si prefigge è la costante diminuzione dei costi di produzione.

4. Manutenzione programmata. Se ben eseguita, permette la riduzione dei costi totali di manutenzione. In base allo stato delle apparecchiature e al tipo di processo produttivo, è necessario determinare la giusta quantità di manutenzione programmata, poiché una scorretta applicazione di essa porta ad un aumento dei costi e non risulta performante. Per la corretta applicazione della metodologia si richiede una conoscenza approfondita delle macchine impiegate nella produzione. La manutenzione si divide in quattro tipologie: a guasto, ciclica (preventiva), predittiva e migliorativa. Nel primo caso si interviene solo a guasto avvenuto; nel secondo caso si definiscono cicli di intervento a intervalli regolari di tempo o di utilizzo (le frequenze di controllo e sostituzione dei componenti sono ottenute su base statistica); nel caso di manutenzione predittiva si pianificano gli interventi in base alle reali condizioni di funzionamento, attraverso l'analisi dello stato reale del componente, utilizzando strumenti come l'investigazione termografica, lo studio delle vibrazioni, ecc.; infine per manutenzione migliorativa si intendono tutti gli interventi di modifica delle macchine eseguiti per ottenere un miglioramento della manutenibilità e/o dell'affidabilità. Queste differenti tipologie di manutenzione devono essere utilizzate per ottenere il minor costo possibile di manutenzione, rispettando l'obiettivo di zero guasti, zero difetti e zero incidenti.
5. Manutenzione per qualità. Focalizza l'attenzione sulla soddisfazione del cliente ottenuta attraverso l'eliminazione dei difetti. Si ricerca l'annullamento sistematico delle non-conformità attraverso l'identificazione dei componenti di macchinari ed attrezzature che hanno influenza sulla qualità del prodotto. I fattori che influenzano la qualità vengono verificati e misurati periodicamente per individuare se i valori riscontrati risiedono all'interno dei limiti prefissati per prevenire i difetti. Queste misurazioni vengono effettuate con lo scopo di adottare contromisure prima che i problemi si manifestino.
6. Formazione ed addestramento. L'azienda cerca di avere dipendenti qualificati che abbiano le capacità per svolgere tutte le funzioni richieste in modo efficace ed indipendente. La formazione viene svolta per aggiornare ed aumentare le capacità e le competenze degli operatori. Essa si divide in quattro fasi: la prima in cui il personale non ha le conoscenze necessarie, la seconda in cui è in possesso dei concetti teorici ma non ha le abilità per applicarli, la terza fase in cui è in grado di attuare i concetti nella pratica ma non è in grado di trasmetterli agli altri ed infine l'ultima in cui ha le

competenze per insegnarli ai suoi colleghi. In sostanza, le caratteristiche principali di questo pilastro sono: l'attenzione al miglioramento delle conoscenze, delle competenze e delle tecniche, la creazione di un ambiente di formazione per l'auto-apprendimento basato sui bisogni sentiti e la formazione per rimuovere la “fatica” dei dipendenti e rendere il lavoro piacevole.

7. Office TPM. Questo pilastro si concentra sull'applicazione della metodologia *TPM* “in ufficio”, quindi all'interno delle funzioni amministrative. È l'insieme delle procedure necessarie per eliminare le perdite. Può essere iniziato solo dopo aver attivato la manutenzione autonoma, i *Kaizen*, la manutenzione programmata e la manutenzione per qualità. Questo pilastro focalizza la propria attenzione su dodici perdite principali. I benefici ottenibili sono: il coinvolgimento di tutte le persone all'interno delle funzioni di supporto con lo scopo di migliorare le performance degli impianti; la riduzione del lavoro ripetitivo; la riduzione dei costi amministrativi; la riduzione dei costi di trasporto delle scorte e la riduzione dei costi di struttura.
8. Sicurezza ed ambiente. Il focus di questa funzione è la creazione di un ambiente di lavoro sicuro, con zero incidenti, zero danni alla salute e zero incendi. Questo pilastro svolge un ruolo attivo in tutti gli altri pilastri. Per creare consapevolezza tra i dipendenti sull'importanza di rispettare ed attuare le procedure di sicurezza, vengono organizzate varie attività in azienda, come poster esplicativi, procedure e corsi di formazione sulla sicurezza oltre a standard di sicurezza applicati alle postazioni di lavoro.

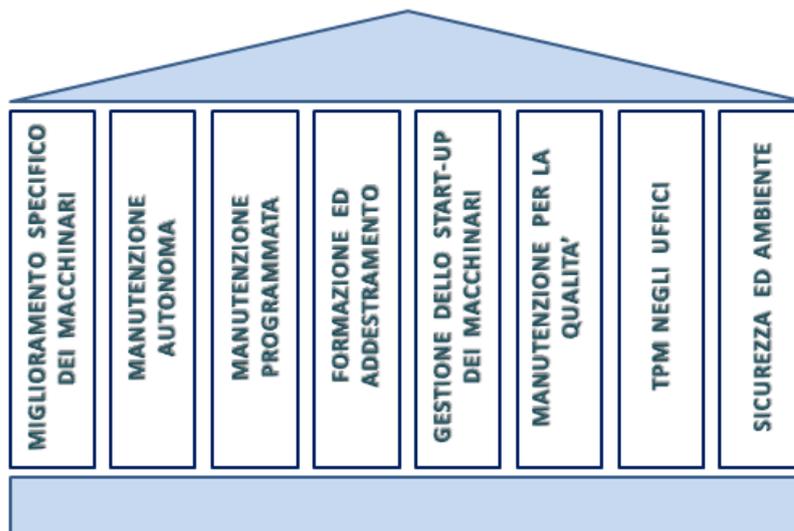


Figura 3. Il tempio del TPM

I vantaggi, diretti ed indiretti, derivanti da una corretta applicazione delle metodologie *TPM* sono:

- riduzione della variabilità dei sistemi di produzione;
- aumento della produttività, in quanto, riducendosi i tempi di inattività, è possibile dedicare più tempo a operazioni che contribuiscono ad aumentare il valore aggiunto dei prodotti;
- riduzione dei costi di manutenzione, poiché nel passaggio da riparazione a guasto a miglioramento proattivo si riducono i costi generali di manutenzione;
- riduzione delle scorte, dovuta a una maggiore efficienza delle macchine;
- maggiore sicurezza per gli operatori, legata ad una manutenzione più efficiente;
- maggiore livello di fiducia tra i dipendenti;
- mantenimento del posto di lavoro pulito, ordinato ed accogliente;
- cambiamento in positivo nell'atteggiamento degli operatori;
- raggiungimento degli obiettivi attraverso il lavoro in team;
- distribuzione orizzontale di un nuovo concetto in tutte le aree dell'organizzazione;
- condivisione di conoscenze ed esperienze.

1.1.3 Lean manufacturing

La *Lean manufacturing*, detta anche *Lean production* o Produzione snella è una metodologia di gestione che considera uno spreco la spesa per le risorse utilizzate per qualsiasi altro obiettivo che non sia la creazione di valore per il cliente. Questa filosofia fonda le sue origini dal sistema di produzione della *Toyota* in Giappone (*Toyota Production System*) e nasce dalla necessità di convertire la produzione da economia di scala a diversificata. Si sviluppa una nuova concezione di fabbrica, il cui tratto distintivo è quello di possedere una maggiore flessibilità dell'organizzazione e della gestione della produzione. Questo metodo porta all'eliminazione del concetto di produttività *push* (produzione spinta a valle) per favorire la logica *pull* (produzione completamente tirata dal cliente esterno). Nella metodologia della *Lean Manufacturing* il flusso di valore e d'informazione viaggiano contemporaneamente su due linee parallele ma di verso opposto.

Le necessità ed i bisogni del cliente esterno arrivano al cliente interno che si trova più a valle della catena del valore, il quale a sua volta richiede alla postazione che lo precede solo la quantità necessaria per soddisfare le richieste del suo cliente. Questa operazione si ripete fino ad arrivare alla postazione più a monte, la quale domanderà ai fornitori solo le quantità sufficienti a soddisfare la propria domanda. In sintesi bisogna consegnare il prodotto giusto,

nella quantità necessaria, nelle condizioni ottimali e nel momento giusto. Per una corretta implementazione della logica *pull* è indispensabile conoscere e applicare i seguenti concetti:

- Just In Time (spesso abbreviato in JIT). È un'espressione inglese che significa "appena in tempo" e si riferisce ad una filosofia industriale che ha invertito il "vecchio metodo" di produrre prodotti finiti per il magazzino in attesa di essere venduti (detto logica *push*) passando alla logica *pull* secondo cui occorre produrre solo ciò che è già stato venduto o che si prevede di vendere in tempi brevi. Questo metodo conferisce rapidità e flessibilità al sistema e contribuisce alla riduzione del *Lead Time* impiegato per produrre e consegnare il prodotto al cliente. Le regole base del *Just In Time* sono: non produrre se il cliente non lo richiede, livellare la domanda e collegare tutti i processi alle richieste del cliente con semplici strumenti visivi. Tra gli elementi operativi principali si possono identificare: il flusso continuo e il livellamento della produzione (*Heijunka*). Il flusso continuo prevede la riduzione progressiva delle dimensioni dei lotti, tendendo idealmente all'equivalenza di un lotto uguale ad un pezzo (*One Piece Flow*). In questo modo la produzione fluisce in maniera continua, senza interruzioni, attese e giacenze nei magazzini di semilavorati.
- Kanban. È uno degli strumenti che permettono la realizzazione della tecnica *Just In Time*, essendo un metodo di programmazione della produzione e di reperimento dei materiali in un'ottica *pull*. Il suo scopo è quello di ottimizzare i livelli di giacenza, del turnover, della produttività e del servizio offerto al cliente. In questo modo si ha una gestione della produzione diretta, detta "gestione a vista", utilizzando mezzi semplici come schede, contenitori, pannelli andon e controlli visivi. Il *Kanban* può essere suddiviso in quattro tipologie: *Kanban* prelievo, *Kanban* ordine di produzione, *Kanban* segnale e *Kanban* fornitore. Esso è costituito fisicamente da un cartellino sul quale sono riportate un certo numero di informazioni: il nome del particolare, il posto di prelievo e di stoccaggio del reparto di partenza e di arrivo e le caratteristiche del contenitore (tipo, numero e pezzi per contenitore). Per una corretta ed efficace applicazione del sistema *Kanban* è necessario rispettare cinque regole fondamentali: la fase di lavoro a valle deve prelevare presso la fase di lavoro a monte solo i pezzi necessari nella quantità giusta e nel momento giusto; le fasi di lavoro a monte devono produrre i prodotti nelle quantità richieste e ritirare dalle fasi di lavoro a valle; i pezzi difettosi non devono mai pervenire alle fasi a valle; il numero di *Kanban* deve essere il più basso possibile; il *Kanban* deve essere utilizzato per l'adeguamento alle piccole fluttuazioni della domanda.

- Set-up. L'obiettivo è quello di ridurre al massimo il tempo di attrezzaggio delle macchine, il quale comporta un fermo macchina e quindi un blocco momentaneo della produzione. Questo principio è noto anche come *SMED (Single Minute Exchange of Die)* e *RTS (Rapid Tool Setting)*. La prima azione per ridurre il tempo di questa operazione è quella di identificare e dividere le attività interne (che si devono compiere a macchina ferma) da quelle esterne (che si possono compiere anche a macchina in movimento). Una volta individuate e separate queste due categorie, le attività esterne vengono spostate al di fuori del tempo di attrezzaggio, mentre per quelle interne si cercano soluzioni per ridurre i tempi di esecuzione. La riduzione dei tempi di *set-up* porta alla diminuzione dei tempi di consegna del prodotto al cliente, favorendo quindi una produzione *Just In Time* che permette, infine, di essere più flessibili alle variazioni di mercato. Il tutto si converte in una riduzione dei costi della produzione.

Come già sopra descritto, la *Lean Manufacturing* si prefigge l'obiettivo di produrre con meno risorse, quindi ha il compito di ridurre ed eliminare gli sprechi (*Muda*) che possono essere raggruppati in sette grandi categorie:

1. Sprechi di sovrapproduzione (*Over-production*). Questa tipologia di spreco è caratteristica delle produzioni a lotti. Indifferentemente dalle richieste del cliente, la produzione viene tradotta in una quantità standard corrispondente a un lotto di produzione o un multiplo di esso. Se per esempio il cliente ordina 79 pezzi di un componente ed il lotto minimo corrisponde a 50 pezzi, verranno prodotti due lotti pari a un totale di 100 pezzi, ottenendo così una sovrapproduzione di 21 pezzi. Questo comporta un'asincronia tra la produzione e gli ordini ricevuti dai clienti, causando inevitabilmente delle giacenze in magazzino.
2. Sprechi di tempi di attesa (*Waiting*). Corrispondono a tutti quei tempi che non sono strettamente correlati con il ciclo di fabbricazione di un prodotto/componente. Il valore dello spreco per tempi di attesa è ottenibile come differenza fra il tempo totale di attraversamento del ciclo produttivo (*Lead Time*) del prodotto/componente ed il relativo tempo di fabbricazione. Esempi relativi a questa perdita sono: sincronizzazione errata delle fasi del processo, ritardi dovuti a guasti dei macchinari ed impianti, micro-fermate delle postazioni dovute ad un funzionamento non corretto, ecc.
3. Sprechi di trasporto (*Transporting*). Questa tipologia si riferisce a tutte le operazioni di trasporto di prodotti che non conferiscono valore aggiunto e per le quali il cliente non è disposto a pagare. Il dislocamento da un reparto ad un altro è un esempio di spreco di

trasporto. È opportuno considerare, inoltre, che durante questa operazione si rischia di incombere in danneggiamenti e perdite dell'articolo trasportato.

4. Sprechi per processi inutilmente costosi (*Over-processing*). Sono considerati come tali l'impiego di risorse più costose del necessario per le attività produttive, o l'aggiunta di funzioni in più rispetto a quelle originariamente richieste. Un esempio è l'utilizzo di manodopera più qualificata rispetto all'operazione da compiere o l'aggiunta di optional non riconosciuti dal cliente.
5. Sprechi dovuti alle scorte (*Inventory*). Sono quelle perdite di capitale immobilizzato, che può essere distinto tra prodotto finito, *work in progress* e materie prime, che deve ancora produrre un guadagno. Questo spreco è relazionata alla sovrapproduzione. Inoltre la produzione di scorte richiede la disponibilità di un magazzino il quale necessita di spazio, persone e denaro.
6. Sprechi di movimentazione (*Motion*). Sono costituiti dagli spostamenti continui di materiali, semilavorati e prodotti finiti all'interno dell'azienda.
7. Sprechi dovuti a prodotti difettosi (*Defects/Rework*). Nella filosofia *Lean* è doveroso produrre componenti che rispettino le caratteristiche e le tolleranze specificate in qualsiasi istante. Si cerca quindi di eliminare la produzione di prodotti difettosi e conseguentemente le rilavorazioni.



Figura 4. I sette sprechi della Lean

Bisogna ricordare che oltre ai *Muda* (sprechi), la filosofia *Lean* cerca di “combattere” anche i *Muri* (azioni irragionevoli ed innaturali), come ad esempio il doversi arrampicare per prelevare

delle materie prime, ed i *Mura* (irregolarità ed instabilità), come una non determinata e specifica allocazione delle materie prime; una produzione variabile non causata dalla domanda del consumatore finale, ma piuttosto dal sistema produttivo; o un ritmo di lavoro irregolare in un'operazione che richiede agli operai prima di affrettarsi e poi di aspettare.

PRODUZIONE DI MASSA	LEAN MANUFACTURING
Produzione <i>push</i> : produrre il più possibile aumentando la scorta in magazzino	Produzione <i>pull</i> : produrre in base agli ordini ricevuti
Lotti di grandi dimensioni, fatti per bilanciare i costi di giacenza ed i costi di <i>set-up</i>	Lotti fissati al minimo possibile, con l'obiettivo del <i>One Piece Flow</i>
Non viene data importanza al tempo di <i>set-up</i> , ciò comporta lentezza al cambiamento	I tempi di <i>set-up</i> devono essere ridotti al minimo per aumentare la velocità di risposta alle esigenze del cliente
Le scorte sono una protezione contro errori, fermi e ritardi	Le scorte sono considerate passività da eliminare
Economie di scala	Economie fatte in base alle velocità dei processi
Azienda rigida, inflessibilità della produzione	Capacità di adattarsi, flessibilità della produzione
Linee di produzione	Celle produttive autosufficienti
Macchinari grandi ed ingombranti adatti alle grandi produzioni	Macchinari dimensionati alla produzione
I fermi macchina non sono risolti, si fronteggia il problema aumentando le scorte in magazzino	I fermi macchina devono essere eliminati risolvendo il problema alla radice
Rapporti precari con i fornitori	Rapporti durevoli e di collaborazione con i fornitori
Vengono tollerati alcuni scarti per qualità	Non vengono accettati difetti di qualità
<i>Lead Time</i> fronteggiato con le scorte	<i>Lead time</i> da ridurre al minimo
Operai ed impiegati gestiti con norme e regole	Operai ed impiegati gestiti con il consenso

Tabella 2. Differenze tra produzione di massa e Lean Manufacturing

In conclusione questa metodologia di produzione cerca, come anche le due precedentemente descritte nei paragrafi 1.1 e 1.2, di raggiungere un'eccellenza operativa e gestionale che possa portare un vantaggio competitivo rispetto ai concorrenti sul mercato.

La *Lean Manufacturing* dà una visione totale e globale su come poter raggiungere l'obiettivo, prendendo in esame l'intero flusso di produzione e riducendo/eliminando l'intero non valore

aggiunto presente in ogni operazione, riducendo il *Lead Time* e il tempo di *set-up* ed attuando una logica *pull*. Questa strategia ha portato, per molti anni, le aziende nipponiche ad essere leader nei vari settori del mercato.

1.1.4 Analogie tra WCM, TQM, TPM e Lean Manufacturing

Le metodologie di produzione descritte nei paragrafi precedenti nascono dalla necessità di superare un modello di produzione di massa non più adatto alla situazione socio-economica in cui riversa il mercato mondiale. I principi teorizzati da F.W.Taylor e messi in pratica da H.Ford ebbero successo grazie alla presenza di alcuni fattori che caratterizzarono l'economia americana e il sistema mondiale della produzione:

- Disponibilità di nuove tecnologie produttive;
- Gigantismo industriale;
- Offerta di lavoro dequalificata e processi d'immigrazione;
- Prospettiva di un mercato non più locale;
- Crescita quantitativa dei complessi industriali.

Oltre alle ragioni sopra elencate, l'elemento principale che determinò l'esito positivo di tale sistema fu il vertiginoso miglioramento delle condizioni economiche degli individui e la corrispettiva crescita dei redditi. Con la fine del boom economico e l'inizio di un susseguirsi di crisi globali, tutti i difetti presenti nel modello di produzione di massa vennero a galla. Si assistette al passaggio da un mercato in cui la domanda era superiore rispetto all'offerta delle aziende, ad un mercato in cui l'offerta risultava essere nettamente maggiore in confronto alla domanda. Questo cambiamento favorì la creazione di nuovi sistemi che prestavano e prestano maggior attenzione all'efficienza ed al miglioramento continuo del complesso industriale. Dunque la prima analogia esistente tra i modelli produttivi del *WCM*, *TQM*, *TPM* e la *Lean* è lo scenario socio-economico da cui hanno avuto origine.

Un ulteriore punto in comune è rappresentato dall'importanza dedicata al fattore umano. I dipendenti non sono più visti come semplice forza lavoro il cui unico obiettivo è la riconoscenza economica. In questi modelli viene riconosciuto il fattore umano come uno dei fattori fondamentali per il raggiungimento del vantaggio competitivo rispetto ai concorrenti del mercato. La formazione e l'addestramento delle persone assumono un ruolo centrale, poiché sono considerate le leve principali per la valorizzazione delle risorse umane. Nasce così la necessità di una formazione permanente del personale al fine di permettere ai dipendenti di svolgere compiti sempre più complessi e mutevoli e di acquisire competenze e conoscenze

specifiche. La formazione diventa dunque un mezzo e non un fine, poiché viene considerato un investimento che può portare alla creazione di valore aggiunto.

Cambia inoltre l'importanza attribuita al cliente. In precedenza, l'attenzione non era focalizzata sulle esigenze e sui bisogni del consumatore: "Ogni cliente può ottenere una Ford T colorata di qualunque colore desideri, purché sia nera." (H. Ford). Nel WCM, TQM, TPM e Lean Manufacturing questo concetto muta e la soddisfazione del cliente diventa una delle priorità: le aziende adottano sistemi più flessibili, con una produzione diversificata, in cui non è ammesso produrre prodotti difettosi.

Oltre a riscontrare analogie su concetti ed idee teoriche si possono indentificare fattori comuni anche nell'utilizzo di alcuni strumenti caratteristici, come: 5S, ciclo di Deming (*Plan, Do, Check, Act*), raccolta dati e loro analisi e stratificazione, diagramma di Pareto e Kaizen. Tutti questi strumenti sono utilizzati per perseguire il miglioramento continuo e l'incremento dell'efficienza aziendale.

Infine, un altro elemento che accomuna le quattro metodologie discusse è l'obiettivo che si prefiggono, ovvero il raggiungimento di un vantaggio competitivo e di una posizione di *leadership* di mercato ottenuta attraverso:

- Riduzione dei costi di produzione;
- Eliminazione del non valore aggiunto;
- Produzione di prodotti privi di difetti e che non necessitino di rilavorazioni (qualità sul processo, non sul prodotto);
- Eliminazione degli sprechi e delle perdite;
- Innovazione e miglioramento continuo dei prodotti e processi.

Tuttavia, nonostante le innumerevoli similitudini esistenti tra esse, sarebbe un grave errore considerare le quattro filosofie uguali tra loro.

1.2 Caratteristiche del World Class Manufacturing

I tratti distintivi della metodologia del *World Class Manufacturing*, considerati anche come punti di forza, sono i seguenti:

- Sicurezza. A differenza delle altre metodologie, in cui la sicurezza ricopre un ruolo secondario, per il WCM risulta un elemento fondamentale. Non si limita, come per gli altri sistemi, alla realizzazione di un ambiente di lavoro gradevole e stimolante per i dipendenti, ma si assicura, inoltre, che sia privo di pericoli e di possibili rischi per la

salute e la sicurezza della forza lavoro. Primo obiettivo del *World Class Manufacturing* non è la riduzione dei costi o l'eliminazione delle perdite e degli sprechi, ma il raggiungimento di zero incidenti gravi ed infortuni. Ogni azione che focalizza la propria attenzione sul miglioramento della sicurezza viene considerata sempre un investimento e mai un costo.

- Struttura della metodologia. Si ha una netta e chiara divisione dei compiti e degli obiettivi richiesti ad ogni team. Ciascuno dei pilastri del *WCM* focalizza la propria attenzione su una determinata area di competenza. Si conosce sin dall'inizio la strada che ogni gruppo di lavoro dovrà seguire, grazie ai sette *step* caratteristici di ogni pilastro. Ogni singola perdita viene attaccata attraverso un approccio sistemico, e solo quando esso non è più in grado di risolvere il problema si passa ad un approccio focalizzato. Una delle caratteristiche distintive del *World Class Manufacturing*, rispetto al *TQM*, *TPM* e alla filosofia *Lean*, è la logica ferrea della metodologia, che permette di avere sempre chiaro l'obiettivo da raggiungere e il modo per ottenere il risultato prefissato.
- Metodo per individuare la perdita da attaccare. A differenza delle altre metodologie si ha una precisa individuazione, per ogni singolo pilastro, della perdita da attaccare. La prioritizzazione viene fatta a fronte di una valutazione economica ottenuta grazie al lavoro del *Cost Deployment*. Questo permette di focalizzare l'attenzione e gli sforzi sulla causa che, per ogni pilastro, presenta la più alta perdita a livello finanziario. Ciò evita di far spendere tempo, risorse e mezzi su fattori che non risultano impattare in modo consistente sulla perdita del singolo pilastro.
- Metodo di apprendimento del sistema. Il *World Class Manufacturing* permette di acquisire i concetti e gli strumenti della metodologia direttamente sul campo. Una volta identificata l'area/macchina modello di ciascun pilastro, si mettono in pratica i concetti e i mezzi appresi nella teoria. Si crea quindi un cantiere dell'apprendimento che permetterà in seguito di espandere le lezioni e le nozioni imparate sulle altre macchine ed aree, consentendo così di ridurre i tempi nelle successive implementazioni.
- Caratteristiche del team. Ogni pilastro è costituito da un team di persone formate e competenti. In ogni gruppo di lavoro sono chiari i ruoli e le mansioni di tutti gli individui, coordinati da un *Pillar Leader* che risulta essere colui che possiede la maggiore conoscenza ed abilità nell'utilizzo degli strumenti caratteristici di quel pilastro. Ciascun team collabora, nei diversi *step*, con altri pilastri, permettendo così di creare gruppi di lavoro *multi-skills*.

1.3 L'evoluzione della fabbrica: dalla tradizionale a quella in ottica WCM

Nel passaggio dalla fabbrica tradizionale a quella in ottica *World Class Manufacturing* si assiste ad una modifica della forma organizzativa, che consiste nella trasformazione da un'azienda alta e stretta (caratteristica delle imprese tradizionali), ad una piatta e larga (che corrisponde alle compagnie *Lean*), fino ad arrivare alle aziende a rete, come illustrato nella Figura 5.

Ciò comporta la globalizzazione della produzione e un'integrazione più efficace con le piattaforme, attraverso la ricerca di nuove modalità di gestione di prodotto/processo.

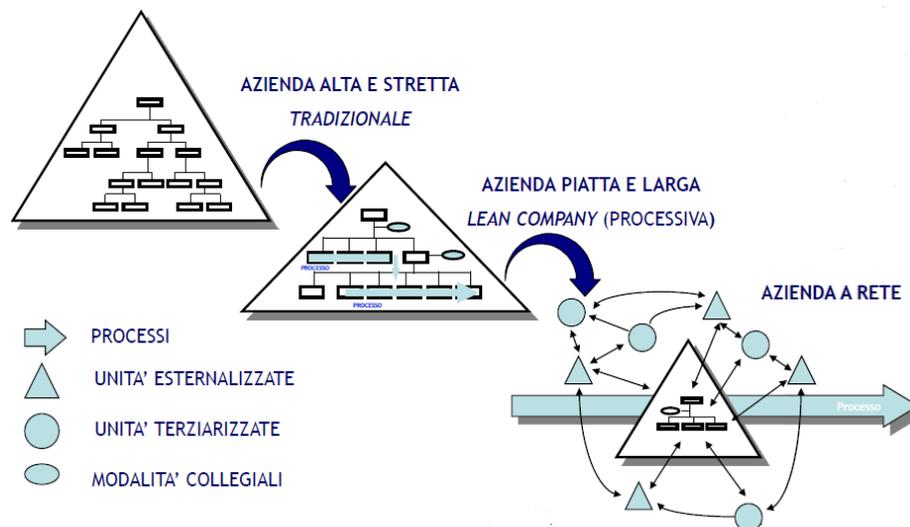


Figura 5. Evoluzione dei modelli organizzativi

Altri fattori che determinano la transizione ad una fabbrica che rispecchia la filosofia del *World Class Manufacturing* possono essere riassunti nei punti che seguono:

- **Addestramento.** Viene effettuata una mappatura delle competenze, con la relativa valutazione delle capacità e delle attitudini professionali degli addetti. In base ai risultati della valutazione, vengono pianificati ed eseguiti i vari corsi di formazione ed addestramento dei dipendenti.
- **Coinvolgimento.** La forza lavoro viene coinvolta ed incentivata a suggerire proposte di miglioramento. Il personale è reso partecipe di tutte le iniziative e i progetti a cui l'azienda partecipa, in modo da gestire la motivazione, il clima organizzativo e il livello di consenso.
- **Miglioramento e prevenzione.** Tutti i dipendenti vengono sensibilizzati alla cultura della prevenzione e dell'eliminazione degli sprechi. A questo proposito vengono messe in pratica una serie di attività per il miglioramento dell'organizzazione, della pulizia e dell'ordine del posto di lavoro.

- Criticità logistiche e qualità. Si instaura un rapporto diretto con il fornitore per la gestione del rifornimento e delle criticità corrispondenti alla qualità. Vengono determinate le priorità e le modalità di intervento per l'eliminazione degli scarti e delle difettosità del prodotto.
- Manutenzione. Viene eseguito un controllo dell'osservanza dei corretti cicli di manutenzione e di pulizia dei macchinari, oltre alla verifica dei mezzi di controllo in ottica di prevenzione. Inoltre, vi è una forte sensibilizzazione riguardo al corretto utilizzo e funzionamento dei dispositivi antinfortunistici.
- Produzione. Si effettua l'allocazione delle risorse per le varie attività, rispettando il programma di produzione che a sua volta riflette gli obiettivi di qualità, volume e mix.

Tutti i concetti sopra elencati, sia per quanto riguarda la struttura organizzativa che le azioni più operative, permettono a qualsiasi azienda (indifferentemente dalle dimensioni, paese di provenienza e settore merceologico di appartenenza) di attuare un cambiamento che la “traghetti” verso il *World Class*. Ciò può essere ottenuto soltanto attraverso un coinvolgimento delle persone a tutti i livelli aziendali e la ferma convinzione che c'è sempre qualcosa che può essere migliorata.

Nel corso degli ultimi anni sono state analizzate diverse aziende che hanno effettuato la suddetta transizione e risulta interessante osservare in che modo una forza lavoro “familiare”, abituata al tradizionale metodo di produzione “Fordista” e a relazioni industriali tradizionali risponde alla nuova ideologia e routine del *WCM*. È innegabile una certa difficoltà iniziale, legata soprattutto al cambiamento di ruoli che inevitabilmente interessa tutti i livelli aziendali. Ciononostante, il miglioramento che ne consegue è la prova che questa metodologia costituisce una riforma significativa del sistema produttivo a livello globale.

1.4 Definizione, struttura ed obiettivi del WCM

Il *World Class Manufacturing* può essere definito come: “un sistema integrato che si propone di controllare e ridurre, fino all'eliminazione totale, tutti gli sprechi e le perdite attraverso un programma di miglioramento continuo di tutte le prestazioni e il coinvolgimento di tutti i livelli aziendali, con l'applicazione rigorosa di metodi standardizzati”. Risulta dunque essere un insieme di concetti, tecniche, politiche e principi per la gestione dei processi operativi di un'impresa. Il *WCM* si prefigge il compito di abbattere ogni tipo di spreco e perdita con la conseguente riduzione dei costi aziendali, ricercando l'efficienza produttiva e migliorando la

qualità dei prodotti. Per questa ragione possono essere individuati dieci principi che stanno alla base di questa metodologia:

1. La sicurezza è il fondamento di performance a livello *World Class*;
2. I leader del *WCM* hanno una passione per gli standard;
3. In un'azienda *World Class* la voce del cliente può essere udita in tutto lo stabilimento;
4. Il *WCM* non accetta perdite di alcun tipo (l'obiettivo è sempre Zero: incidenti, difetti di qualità e di servizio, scorte, guasti, ecc.);
5. Un'applicazione rigorosa del *World Class Manufacturing* garantisce l'eliminazione delle perdite;
6. In uno stabilimento *World Class* tutte le anomalie sono immediatamente visibili (es. polveri e fonti di contaminazione, schemi di controllo, parti difettose, ecc.);
7. Il *WCM* si realizza nel posto di lavoro, non in ufficio;
8. Il *WCM* si impara mettendo in pratica le tecniche con i team di stabilimento;
9. La forza del *WCM* deriva dal coinvolgimento delle persone;
10. Le aziende *WCM* generano una grande energia verso il successo.

Risulta necessario abbandonare le vecchie idee ed abitudini che caratterizzano la fabbrica tradizionale per “sposare” appieno quelle dell'impresa *World Class*; mostrare all'interno dell'azienda un atteggiamento positivo e propositivo, propenso al cambiamento; orientare la propria attenzione al risultato perseguendo la velocità di processo; individuare ed intervenire immediatamente sui problemi ricercando la causa radice che li ha generati. Soprattutto è necessario coinvolgere il più possibile le persone più vicine al problema, che aiuteranno a formulare un maggior numero di proposte di miglioramento e tra le quali sarà possibile scegliere la migliore, valutando il rapporto tra il beneficio e il costo che genera la soluzione. Infine non bisogna porre limite al miglioramento. Per far ciò è indispensabile formare e addestrare i dipendenti che dovranno avere una conoscenza chiara e precisa degli strumenti e degli aspetti metodologici, i quali serviranno a generare in essi una capacità di analisi critica del problema e svilupperanno una mentalità propensa alla pratica del miglioramento.

Ogni persona, a qualsiasi livello aziendale, in uno stabilimento in ottica *WCM* può e deve dare il proprio contributo per il miglioramento continuo del sistema produttivo ed aziendale.

In un'impresa *World Class* il riferimento da seguire sarà la ricerca dello “Zero”. Questo obiettivo è riassumibile nei seguenti nove punti:

1. Zero insoddisfazione del cliente;
2. Zero disallineamenti;

3. Zero burocrazia;
4. Zero insoddisfazione degli azionisti;
5. Zero sprechi;
6. Zero lavoro che non crei valore aggiunto;
7. Zero fermate;
8. Zero opportunità perse;
9. Zero informazioni perse.



Figura 6. I nove Zer del WCM

Tutti questi fattori consentono il raggiungimento dell'obiettivo, consentendo di ottenere l'eccellenza dell'intero ciclo produttivo – logistico – manageriale e permettendo, così, di ottenere quei vantaggi di qualità ed efficienza che determineranno il successo aziendale. Per poter raggiungere questi risultati sono indispensabili: la puntualità nella consegna ai clienti; la conoscenza da parte di tutti i dipendenti dei consumatori chiave per l'azienda e dei punti di forza del prodotto che si realizza; una standardizzazione del processo; un team che si interfacci con il cliente per individuare e soddisfare i suoi bisogni; l'eliminazione di stoccaggio centrale; la riduzione dei tempi di *set-up* con linee di produzione che minimizzino gli spazi tra operazioni consecutive; una formazione continua della forza lavoro che dovrà creare la propensione all'iniziativa e al miglioramento continuo; l'eliminazione di qualsiasi azione che non porti valore aggiunto al cliente; la ricerca di una qualità totale, ottenibile eliminando i problemi all'origine (da qualità di prodotto a qualità di processo, in modo che, nel caso si generi un problema di qualità, venga individuata la fase di processo che l'ha causata e conseguentemente riallineata ai parametri corretti); l'ingegnerizzazione delle operazioni critiche in modo che non possano essere commessi errori (*Poka-yoke*: a prova di errore); la manutenzione preventiva e proattiva dei macchinari (ridurre e progressivamente eliminare i fermi macchina non

programmati); il mantenimento delle zone di lavoro pulite ed ordinate (5S: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*); l'interfaccia continua tra produzione e progettazione; la riduzione della reportistica cartacea e la *Supply Chain* controllata attraverso il sistema *Kanban*. Il tutto sempre affiancato da una mentalità propensa al cambiamento ed al miglioramento continuo.

Il tempio della *World Class Manufacturing* è costituito da dieci pilastri tecnici e dieci pilastri manageriali. Ogni pilastro tecnico focalizza la propria attenzione su una specifica area del sistema produttivo - logistico, mentre quelli manageriali sono applicati all'interno dei pilastri tecnici e si riflettono sui modi e comportamenti dell'intero sistema aziendale.

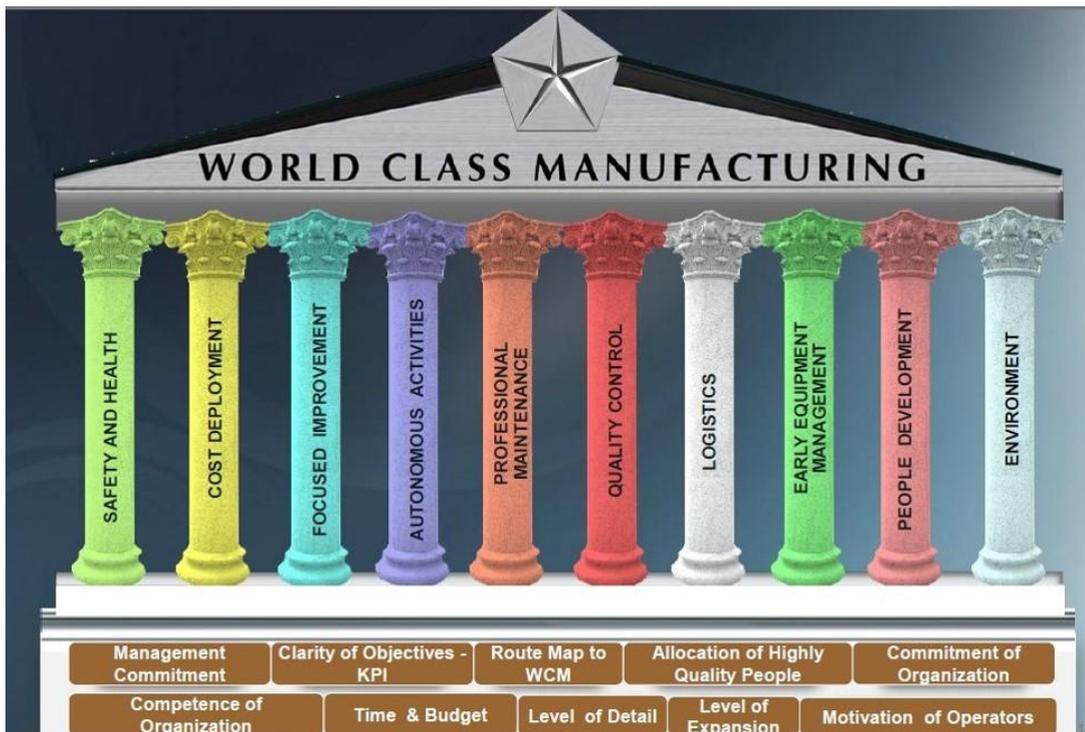


Figura 7. Tempio del WCM

È opportuno sottolineare, come si può dedurre facilmente dal tempio del *WCM* nella figura sopra riportata, come ogni singolo pilastro sia necessario al raggiungimento ed al consolidamento del *World Class Manufacturing*. Per questa ragione devono essere sviluppati contemporaneamente e, nonostante siano indipendenti l'uno dall'altro, non può essere esclusa una stretta collaborazione e comunicazione tra di essi per il raggiungimento della meta.

Ogni pilastro tecnico risulta diviso in sette *step* metodologici, necessari al conseguimento di miglioramenti duraturi e costanti. All'interno di ogni pilastro sono presenti una fase reattiva, in cui si identificano i problemi e le relative contromisure (non si ha un cambiamento nel processo) e una fase preventiva, in cui si eliminano i problemi alla radice evitando che un problema già riscontrato si possa ripetere; infine è presente una fase proattiva, nella quale vengono adottate

misure per evitare l'insorgere di problemi che ancora non si sono manifestati (nelle ultime due fasi si ha un rafforzamento del processo).

Il passaggio da uno *step* al successivo avviene solo dopo aver raggiunto e consolidato gli obiettivi che si erano prefissati nello *step* precedente. Attraverso le matrici del *Cost Deployment* vengono individuate le aree sulle quali ogni singolo pilastro deve intervenire attivamente, che corrispondono alle aree in cui si constatano le maggiori perdite economiche per quel terminato pilastro (per esempio per *PM (Professional Maintenance)* la macchina che ha il più alto costo per guasti o per *WO (Workplace Organization)* si riscontrano le maggiori perdite per *NVAA – Non Value Added Activities*), definendo così un'area modello.

Contemporaneamente all'individuazione dell'area modello vengono formati dei team di personale competente, coordinati da un *Pillar Leader*, il cui compito è quello di progettare, guidare, supportare e monitorare lo sviluppo del *pillar* nello stabilimento. L'approccio al *WCM* inizia attraverso l'apprendimento nell'area modello, la quale sarà poi estesa in altre aree di espansione fino ad arrivare all'intero stabilimento. Si assiste quindi ad una crescita progressiva della difficoltà, la quale permette ai vari *team* di acquisire esperienza e pratica con le metodologie e gli strumenti del *WCM* su problemi meno complessi per poi essere in grado di espandere le conoscenze apprese in tutto lo stabilimento. Lo schema logico di sviluppo di un pilastro è quello di: stabilire le condizioni di base, definire gli obiettivi ed il piano di miglioramento su un'area modello, implementare il miglioramento sull'area modello, revisionare gli obiettivi e pianificare l'estensione, sviluppare l'estensione del miglioramento nell'intero *plant*. Per far ciò è necessario definire le attività di preparazione e le aree di intervento, individuare il *team* di lavoro, raccogliere i dati ed analizzare i risultati.

Nel *World Class Manufacturing* l'attenzione è concentrata sul miglioramento continuo. Per questa ragione è necessario l'utilizzo di metodi per misurare le performance. I due indicatori più utilizzati sono: *KPI (Key Performance Indicator)* e *KAI (Key Activities Indicator)*.

I *KPI* rappresentano i risultati dei miglioramenti dei progetti, come: profitti, vendite, *Mean Time Between Failure (MTBF)* o il tasso di qualità del prodotto. Ogni pilastro utilizza *KPI* differenti, per esempio: per *PM (Professional Maintenance)* viene utilizzato il *MTBF (Mean Time Between Failure)*, per *AM (Autonomous Maintenance)* si calcola l'*OEE (Overall Equipment Effectiveness)*, per *WO (Workplace Organization)* la percentuale di non valore aggiunto attaccata, ecc.

Per quanto riguarda i *KAI* utilizzati, si possono ricordare: il numero di cartellini TAG emessi ed evasi, per *AM*; la percentuale di persone coinvolte nel processo per *WO*; il numero di moduli

EWO compilati, correlati con la relativa espansione per *PM*; il totale di *LUTI* (*Learn, Use, Teach, Inspect*) realizzati per *PD* ecc.

È importante scegliere il corretto indicatore per poter definire e quantificare i progressi raggiunti. Bisogna sottolineare, inoltre, come il compito ed il relativo miglioramento sviluppato da ogni pilastro del *WCM* debba essere giustificato da un ritorno economico.

Per questo motivo ogni azione di cambiamento è valutata attraverso il calcolo del beneficio sul costo (*B/C*). Solo quei progetti che forniscono un valore “favorevole” sono trasformati in azioni. Ogni *step*, di ogni singolo pilastro, sarà ritenuto concluso solo dopo che un team di auditor interno abbia stabilito, attraverso una *check-list*, l’effettivo raggiungimento degli obiettivi richiesti (è necessario totalizzare un punteggio minimo di novanta su cento per ritenere uno *step* completato).

Nei paragrafi seguenti sono illustrati, sinteticamente, i principi fondamentali alla base di ogni pilastro tecnico, concludendo il capitolo con una rapida spiegazione dei dieci pilastri manageriali.

1.5 I pilastri tecnici

Acronimo	Descrizione
SA	Safety – Sicurezza del posto di lavoro
CD	Cost Deployment – Analisi dei costi
FI	Focus Improvement – Miglioramento focalizzato su uno specifico problema
AM+WO	Autonomus Maintenance / Workplace organization – Manutenzione autonoma, Organizzazione della postazione di lavoro
PM	Professional Maintenance – Manutenzione professionale
QC	Quality Control – Controllo Qualità
LO	Logistic / Customer Services – Logistica e soddisfazione del Cliente
EEM	Early Equipment Management – Costruzione di efficienze da progettazione
EN	Environment – Ambiente e sfruttamento servomezzi energetici
PD	People Development – Sviluppo delle competenze del personale

Figura 8. I pilastri tecnici del *WCM*

I dieci pilastri tecnici del World Class Manufacturing sono: Safety (SAF), Cost Deployment (CD), Focused Improvement (FI), Autonomous Activities (AA) che si divide in Autonomous Maintenance (AM) e Workplace Organization (WO), Professional Maintenance (PM), Quality Control (QC), Logistics and Customer Service (LOG), Early Equipment Management (EEM), People Development (PD) ed Environment (ENV).

1.5.1 Safety (SAF)

Il primo pilastro del *World Class Manufacturing* riguarda la sicurezza sul posto di lavoro. In questa metodologia risulta fondamentale assicurare ai dipendenti un ambiente di lavoro sicuro, privo di fattori che potrebbero causare incidenti. Lo scopo principale è quello di ridurre drasticamente il numero di incidenti attraverso lo sviluppo in azienda di una cultura della prevenzione e la creazione di specifiche competenze professionali.

Nel *World Class Manufacturing* la gestione della sicurezza non viene vista come un obbligo legislativo ma come un'opportunità di crescita per l'azienda. A differenza degli altri nove pilastri, in cui l'attuazione di un progetto di miglioramento è condizionata dalla necessità di riscontrare un beneficio su costo (B/C) maggiore di uno (in alcuni casi deve essere addirittura maggiore di due), per quanto riguarda *Safety* ciò non è indispensabile, in quanto per la filosofia del *WCM* la sicurezza viene prima di tutto.

Le principali attività svolte dal pilastro *Safety* sono: la verifica dei posti di lavoro, degli impianti e delle attrezzature; un'attenta valutazione dei rischi; una promozione continua di migliorie su macchine ed attrezzature; una formazione e sensibilizzazione continua. Per far ciò è indispensabile definire i corretti *KPI (Key Performance Indicator)*, necessari per misurare ed analizzare i comportamenti umani che possono generare errori e i deterioramenti delle macchine che possono generare infortuni. L'area modello, prima zona lavorativa in cui applicare tutte le metodologie del *WCM* riguardo la sicurezza, è scelta attraverso uno studio retroattivo degli eventi degli ultimi anni tramite la matrice S. Questo strumento è affiancato dal modulo *S-EWO*, che serve ad analizzare ogni singolo incidente, nel quale vengono indicati: la parte del corpo infortunata, il tipo di infortunio che si è generato, l'attività svolta prima del verificarsi dell'evento, il tipo di incidente, la classificazione secondo il modello *Heinrich* e infine l'individuazione della causa radice che ha generato l'infortunio/incidente.

Uno strumento utilizzato per quantificare, classificare e monitorare nel tempo gli infortuni è la piramide di *Heinrich*. Grazie a questo mezzo è possibile valutare ed analizzare gli eventi che impattano sulla sicurezza in riferimento ad un'area, un reparto o rispetto all'intero stabilimento.

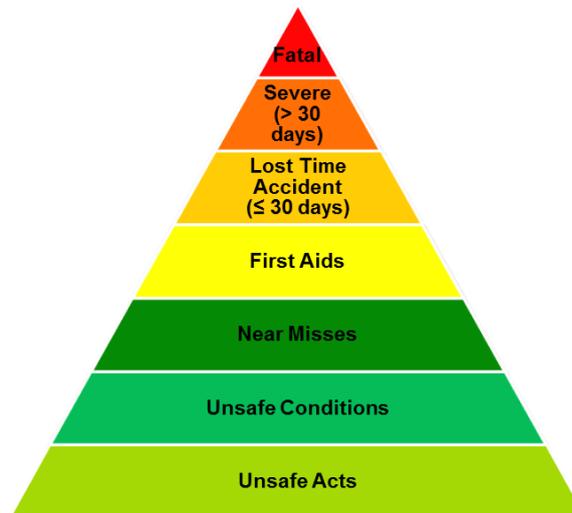


Figura 9. Piramide di Heinrich

Come si può osservare dalla figura sopra riportata, la piramide di *Heinrich* suddivide gli eventi in base alla gravità. Alla base della piramide si colloca l'evento meno grave mentre alla punta della piramide si trova l'evento più catastrofico. Gli eventi si distinguono in:

- **Fatali** : incidenti mortali;
- **Gravi**: infortuni seri, con danni permanenti o prognosi > 30 giorni;
- **Minori**: infortuni minori con prognosi > 1 giorno e < 30 giorni;
- **FA (First Aids)**: è necessaria una medicazione, una fasciatura o un trattamento medico;
- **NM (Near Misses)**: incidenti che non hanno provocato un infortunio, ma quasi;
- **UC (Unsafe Conditions)**: condizioni pericolose, ovvero condizioni anomale di un impianto, attrezzatura o macchina che può portare ad un incidente o un infortunio;
- **UA (Unsafe Acts)**: azioni pericolose, ovvero comportamenti che violano le norme o procedure stabilite per garantire la sicurezza del posto del lavoro.

Heinrich ha formulato la relazione per cui a 2 milioni di azioni pericolose corrispondono 240.000 incidenti mancati, 20.000 incidenti minori, 400 incidenti gravi e un decesso.

Il *KPI* utilizzato dal pilastro *Safety* è l'indice di frequenza, che è uguale al numero di infortuni per un milione diviso il numero di ore lavorative.

$$I.F. = \frac{\text{Numero infortuni} \times 1.000.000}{\text{Numero ore lavorate}}$$

Per quanto riguarda i *KAI (Key Activities Indicator)* si misura l'incremento del numero di condizioni non sicure identificate e l'incremento del numero di azioni non sicure identificate.

Un altro indicatore di sicurezza è la croce verde (*Green cross*), che fornisce l'analisi giornaliera e mensile della sicurezza. Essa può essere riferita all'intero stabilimento oppure ad un singolo reparto o area.

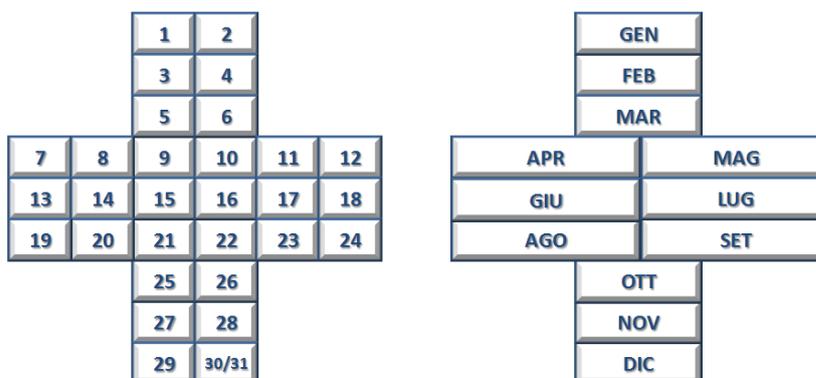


Figura 10. Croce Verde giornaliera/mensile

La performance giornaliera/mensile è monitorata colorando la casella dei giorni/mesi in maniera differente. Vengono utilizzati quattro colori che indicano diversi eventi:

- Rosso: usato quando si è in presenza di un incidente con giorni di assenza.
- Arancio: usato quando si è in presenza di infortunio senza giorni di assenza.
- Giallo: usato quando si è in presenza di una medicazione.
- Verde: giorno senza alcun infortunio.

La croce verde giornaliera deve essere aggiornata ed esposta quotidianamente in ogni area, reparto e punto di ristorazione, in modo da tenere informati tutti i dipendenti sulla situazione relativa alla sicurezza.

Obiettivo ultimo di questo pilastro è il conseguimento ed il mantenimento di zero incidenti ed infortuni sull'intero stabilimento. I sette *step* caratteristici per il pilastro *Safety* sono i seguenti:

1. Analisi degli infortuni e delle cause d'infortunio. (Approccio reattivo).
2. Contromisure ed estensione sulle aree simili. (Approccio reattivo).
3. Standard iniziali di sicurezza, lista di tutti i problemi. (Approccio reattivo).
4. Ispezione generale per la sicurezza, addestramento e formazione delle persone. (Approccio preventivo).
5. Ispezione autonoma, contromisure contro i potenziali problemi. (Approccio reattivo).
6. Standard autonomi di sicurezza. (Approccio proattivo).
7. Piena implementazione del sistema di sicurezza. (Approccio proattivo).

1.5.2 Cost Deployment (CD)

Il pilastro del *Cost Deployment* ha la funzione di analizzare i costi e le perdite dello stabilimento. Il suo compito è quello di identificare, in modo scientifico e sistematico, le principali cause di perdita del sistema logistico-produttivo, oltre a quantificare i potenziali benefici economici ottenibili attraverso un progetto di miglioramento, indirizzato a uno dei fattori di perdita. Inoltre, il *CD* ha il compito di individuare l'area modello, per ogni singolo pilastro, per determinare in maniera oggettiva quali attività devono essere “aggredite” prioritariamente per ridurre i costi. L'obiettivo che si prefigge è quello di collegare gli sprechi e le perdite con le cause originarie e conseguentemente eliminarli.

I risultati attesi da questa pilastro sono: il riconoscimento preciso dei costi, l'individuazione del miglior metodo tecnico per rimuovere la causa e infine la valutazione dei costi/benefici delle attività da mettere in atto per il miglioramento. Nella logica del *Cost Deployment* si ha in sequenza:

- l'individuazione delle perdite;
- l'individuazione delle cause che stanno alla base delle perdite;
- la definizione della relazione tra i fattori dei costi, il processo che li genera ed i vari tipi di perdita e spreco;
- la trasformazione delle perdite in costi;
- la scelta dei metodi per eliminare le perdite;
- l'ideazione di un piano complessivo di miglioramento;
- la prioritizzazione dei piani di riduzione sulla base di un'analisi del rapporto beneficio/costo.
- la valutazione costi/benefici degli interventi per eliminare le perdite.

Questo pilastro è caratterizzato dall'utilizzo di diverse matrici per la definizione e l'analisi dei dati:

- Matrice A. Definisce e quantifica le perdite.
- Matrice B. Collega le perdite sorgenti da quelle risultanti.
- Matrice C. Quantifica e stratifica le perdite.
- Matrice D. Dà priorità alle azioni di miglioramento.
- Matrice E. Definisce i progetti *Kaizen*.
- Matrice F. Serve a mappare i risparmi ottenuti.

L'obiettivo finale è quello di identificare le voci di perdita prioritarie su cui focalizzare l'attenzione, evitando così di impiegare risorse verso problematiche secondarie. Questo pilastro misura sistematicamente il processo di miglioramento rispetto agli obiettivi ed ha il compito di fornire la giusta direzione verso cui muoversi.

Per questo motivo viene spesso definito come la bussola dell'organizzazione, in quanto guida l'azienda verso le aree di più critiche sul quale intervenire con maggiore priorità.

I sette *step* caratteristici per il pilastro del *Cost Deployment* sono i seguenti:

1. Quantificare i costi totali di trasformazione; Assegnare gli obiettivi di riduzione costi; Conoscere i costi totali di trasformazione per processo.
2. Identificare qualitativamente perdite e sprechi; Quantificare le perdite e gli sprechi in base alle misure precedentemente effettuate.
3. Separare le perdite casuali da quelle risultanti.
4. Calcolare i costi di perdite e sprechi.
5. Identificare i metodi per il recupero di perdite e sprechi.
6. Stimare i costi del miglioramento e la riduzione corrispondente di perdite e sprechi.
7. Stabilire e implementare il piano di miglioramento. Infine ripartire dallo *step* 4.

1.5.3 Focused Improvement (FI)

Il terzo pilastro del tempio del *WCM* è il *Focused Improvement*, “motore” di questa metodologia. *FI* ha lo scopo di gestire la strada per il miglioramento nella fabbrica, spinto da cinque indicatori:

- numero di progetti di miglioramento;
- estensione delle conoscenze acquisite su tutto lo stabilimento;
- rapporti benefici/costi;
- coinvolgimento dei dipendenti;
- numero di miglioramenti proposti per lavoratore.

Il suo intervento si attiva quando l'approccio sistemico non è più sufficiente ed è necessario attuare un approccio focalizzato. L'obiettivo che si prefigge è quello di eliminare la maggior perdita identificata dal *Cost Deployment*.

Questo tipo di organizzazione serve ad evitare di focalizzare l'attenzione su problemi di minore importanza, non spreca così risorse, tempo e denaro in azioni per attaccare perdite che influiscono in minima parte sui costi dell'intero sistema produttivo. Le azioni correttive

intraprese sono mirate e pianificate per raggiungere la soluzione finale, ottenendo così il ripristino delle condizioni standard o l'introduzione di un nuovo standard specifico.

Il *Focused Improvement* si propone di ridurre drasticamente le più importanti perdite presenti nello stabilimento, eliminando l'inefficienza e le attività a non valore aggiunto (*Non Value Added Activities*) che il cliente non è disposto a pagare, al fine di accrescere la competitività del costo del prodotto, oltre a sviluppare specifiche competenze di *Problem Solving*.

Uno dei compiti del *Focused Improvement* è l'identificazione e la risoluzione delle cause radice dei problemi attaccati al fine di ottenere il massimo rapporto tra beneficio e costo. Per raggiungere questo obiettivo il *FI* deve cercare di coinvolgere più persone possibili, in modo che ogni componente dei differenti gruppi di lavoro possa acquisire il *know-how* metodologico da adottare e gli strumenti adeguati alla complessità del problema attaccato.

Questo pilastro è il collegamento logico che assicura la coerenza di tutte le azioni di miglioramento che scaturiscono dall'applicazione di tutte le metodologie *WCM*.

I componenti del *team* di pilastro risultano essere dei formatori (per diffondere e condividere le conoscenze dei *Kaizen*: *Quick Kaizen* - *QK*, *Standard Kaizen* - *SK*, *Major Kaizen* - *MK* ed *Advanced Kaizen* - *AK*), consiglieri (per aiutare i team di progetto nell'implementazione degli strumenti e nella gestione dei progetti) e in fine *Auditors* (per garantire il corretto utilizzo dei metodi e il rispetto degli standard *FI*). Gli obiettivi del pilastro sono:

- migliorare gli indicatori di sicurezza, di qualità e del lavoro;
- ridurre i costi di trasformazione;
- aumentare il numero delle persone coinvolte nei progetti focalizzati al miglioramento;
- supportare l'espansione orizzontale della metodologia.

In conclusione il *Focused Improvement* detiene le conoscenze dell'approccio del *Problem Solving*, suddiviso in *step* metodologici, necessari per attaccare ogni tipo di spreco e perdita. È in possesso, inoltre, delle linee guida e degli strumenti necessari per sviluppare progetti *kaizen* e seguire l'approccio *PDCA* (Ciclo di *Deming*).

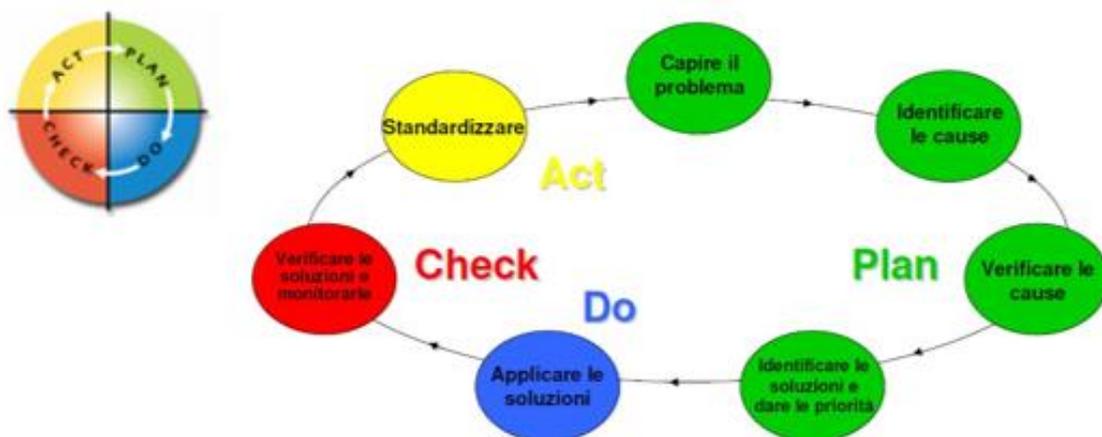


Figura 11. Ciclo di Deming (PDCA)

I sette *step* caratteristici per il pilastro del *Focused Improvement* sono i seguenti:

1. Definizione dell'area o macchina campione;
2. Stratificazione delle perdite;
3. Scelta del tema e preparazione del piano di diffusione;
4. Composizione del Project team;
5. Attività di progetto con identificazione del metodo corretto;
6. Analisi costi/benefici;
7. Monitoraggio ed espansione orizzontale.

1.5.4 Autonomous Activities: Autonomous Maintenance (AM)

Autonomous Maintenance è uno dei due sotto-pilastri che costituiscono le *Autonomous Activities*. Lo scopo che si prefigge è l'eliminazione di guasti dovuti alla mancanza del mantenimento delle condizioni di base (pulizia, lubrificazione, serraggi ecc.) che generano un deterioramento accelerato delle macchine e delle attrezzature.

L'obiettivo principale che si cerca di raggiungere è l'aumento della disponibilità delle macchine, rendendole più affidabili, ispezionabili, mantenibili, sicure e pulite. Se la filosofia del *World Class Manufacturing* non è realmente compresa ed attiva all'interno dello stabilimento si rischia di interpretare questo pilastro come uno strumento per tenere gli operatori occupati nei periodi di bassa produzione ed alleggerire il lavoro della manutenzione, non comprendendo i reali propositi della necessità di mantenimento delle condizioni di base.

In uno stabilimento in ottica *World Class* gli operatori smettono di essere soltanto i conduttori dei macchinari per diventare i proprietari di essi, ai quali dedicheranno maggior premura ed attenzione. I *KPI* (*Key Performance Indicator*) utilizzati per monitorare i risultati della *Autonomous Maintenance* sono: la riduzione del tempo di pulizia, il numero di guasti dovuti

alla mancanza delle condizioni di base, il rapporto beneficio/costo e il valore di *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*. Per quanto riguarda i *KAI (Key Activity Indicator)* vengono utilizzati il numero di cartellini TAG emessi ed evasi (uno strumento che serve a segnalare anomalie come perdite, rotture e parametri di funzionamento) e il numero di operatori coinvolti per macchina.

Prima di intraprendere i sette *step* metodologici del pilastro AM è necessario, una volta formato il team permanente e scelta la macchina/area modello, fornire una sintetica formazione degli operatori che lavorano sulla macchina/area coinvolta. Sono valutate, per mezzo di un test, le conoscenze possedute da ciascuno, prima e dopo il *training* tenuto dal *Pillar Leader*. Attraverso i dati raccolti vengono create le *radar chart* di conoscenza di ogni singolo operatore, le quali saranno aggiornate progressivamente alla conclusione ed inizio di uno *step*. Una volta conclusa questa fase, comincia la parte operativa, nella quale viene riportata la macchina alle sue condizioni originali. Attraverso l'utilizzo dei TAG (cartellini in duplice copia che vengono compilati per segnalare i problemi riscontrati: una copia viene posizionata in prossimità del difetto mentre una seconda viene collocata sul tabellone, registrandone i dati su apposito modulo), vengono identificati tutti i punti della macchina in cui sono presenti anomalie. Esse dovranno essere risolte entro tre giorni dall'emissione del cartellino, solo in caso di TAG riguardanti la sicurezza entro 24 ore. Questa procedura deve essere attuata ogni qualvolta si riscontrano un'anomalia sull'impianto.

In seguito, viene realizzata una *Breakdown Map* nella quale vengono riportati il numero di eventi di guasto e la loro collocazione nel layout della macchina. In base ai dati collezionati si crea un calendario AM sul quale vengono indicate le attività *CILR (Cleaning, Inspection, Lubrification, Refastening)* da svolgere con le relative frequenze e le zone su cui intervenire. Ad ogni operazione riportata nel calendario AM viene associata una *SOP (Standard Operation Procedure)*, un documento attraverso il quale viene descritto passo per passo il lavoro da svolgere, il tempo necessario per l'esecuzione e gli strumenti necessari per lo svolgimento, il tutto attraverso l'aiuto di sketch e figure.

Per velocizzare le attività indicate sul calendario viene tracciato, sul perimetro della macchina, il percorso da seguire con le relative indicazioni sul punto in cui eseguire l'attività, fornendo inoltre i dati di frequenza e tipologia di *CILR*. Ognuna delle quattro macro categorie di attività è indicata con un colore differente. Inoltre, per facilitare l'ispezione della macchina vengono sostituiti i ripari, ove possibile, con altri ripari trasparenti, modificate le zone di difficile accesso ed utilizzate telecamere per monitorare il processo. L'obiettivo che si prefigge il pilastro AM è

quello di ridurre i tempi *CILR* fino all'eliminazione di essi, come per esempio dei tempi di pulizia, attraverso l'automazione.

Nei punti della macchina dove ne è richiesto l'utilizzo sono esposte le OPL (*One Point Lesson*), strumenti formativi focalizzati, usati per erogare formazione in poco tempo (composte da un unico foglio costituito per l'80% da disegni e immagini e per il 20% da testo). Tutti i documenti creati sono esposti su un tabellone collocato di fronte alla macchina in un punto che possa essere consultato facilmente e comodamente dagli operatori. Sotto ogni step sono riportate le relative documentazioni con i risultati ottenuti (indicazione dati *KPI* e *KAI*). Maggiori dettagli sulle procedure e gli strumenti utilizzati dal pilastro AM saranno discussi nei paragrafi successivi. Seguendo la logica dei passi del pilastro, qui sotto riportati, è possibile assistere ad un incremento consistente dell'*OEE*, che potrebbe avvicinarsi al cento per cento.

I sette *step* caratteristici del pilastro *Autonomous Maintenance* sono:

1. Pulizia ed ispezione iniziale;
2. Misure contro le sorgenti di contaminazione;
3. Standard iniziali;
4. Ispezione generale;
5. Ispezione autonoma;
6. Miglioramenti degli standard;
7. Sistema di gestione autonoma completamente applicato.

1.5.5 Autonomous Activities: Workplace Organization (WO)

Il secondo dei sotto-pilastri che formano le *Autonomous Activities* è la *Workplace Organization*, il cui compito è quello di migliorare le stazioni di lavoro cercando di eliminare gli sprechi e le perdite presenti nel processo, dovuti molte volte a materiali ed attrezzature degradate.

Al pilastro *WO* viene richiesta la padronanza della disciplina delle 5S, il miglioramento dell'ergonomia e la riduzione se non l'eliminazione totale delle attività a non valore aggiunto.

Concetto importante alla base della *WO* è l'analisi dei *Muda*, *Muri* e *Mura*:

- *Muda*: È una parola giapponese che significa “spreco”. Comprende tutte quelle attività compiute durante un processo che non generano valore per il cliente. Queste attività si dividono in due tipologie: quelle che non producono valore per il cliente ma sono necessarie per attuarne altre che producono valore, e quelle del tutto inutili poiché non realizzano valore in alcun momento. Si riconoscono sette tipologie di sprechi così suddivisi: sprechi di sovrapproduzione, sprechi di tempi di attesa, sprechi di trasporto,

sprechi per processi inutilmente costosi, sprechi dovuti alle scorte, sprechi di movimentazione e sprechi dovuti ai prodotti difettosi.

- Muri. Significa “sovraccarico” delle persone o delle risorse. Esso può provocare a lungo termine la possibilità di infortuni o malattie professionali, dovuti alle posture scorrette che vengono richieste ai lavoratori. Si possono verificare, anche nel breve termine, strappi muscolari o altri problemi simili. Il *Muri* può diventare causa di assenza dal lavoro per periodi più o meno lunghi, creando, inoltre, insoddisfazione generale tra i dipendenti che non si sentono tutelati dall’azienda.
- Mura. Indica le “fluttuazioni”, variazioni, irregolarità del carico del lavoro. Esse comportano l’alternanza di periodi in cui c’è un sovraccarico (spreco di *Muri*) ed altri nei quali c’è un sottocarico ottimale (ad esempio spreco di attese, *Muda*). Ciò causa un disturbo del flusso produttivo, dovuto alla non standardizzazione della domanda attraverso l’utilizzo dei metodi che servono per appiattare i picchi e le valli.

Un *Mura* può essere la causa generatrice di altri sprechi (*Muri* e *Muda*). Per questa ragione tra gli scopi della *Workplace Organization* c’è la stabilità del sistema, ottenuta tramite l’eliminazione delle cause delle fluttuazioni e la standardizzazione delle attività. Un sistema stabile non sollecita le persone, non sollecita le risorse, ma favorisce il flusso continuo.



Figura 12. Muda, Muri, Mura

Questo pilastro collabora strettamente con la Logistica, per fare in modo da ridurre al massimo le perdite dovute alla movimentazione del materiale all'interno e tra i vari processi e per la creazione di una corretta *Golden Zone*.

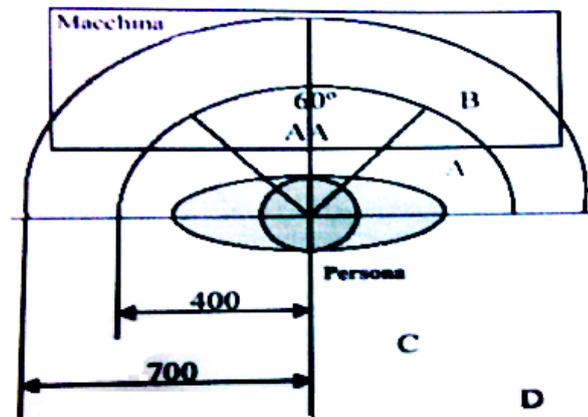


Figura 13. Golden Zone

La *Golden Zone* è l'ingegnerizzazione ottimale della postazione di lavoro. Si studia per realizzare zone di lavoro ergonomiche, che garantiscano la sicurezza del posto di lavoro. Così facendo si ottiene un miglioramento della qualità, con un relativo aumento della produttività. Essa si divide in cinque punti:

1. Punto AA. Collocato sul banco di lavoro. In questa area tutti i componenti devono essere alimentati alla postazione di lavoro entro il campo di visione e all'altezza di lavoro;
2. Punto A. Tutti i componenti sono disposti in un'area tre volte più grande dell'area di lavoro e devono essere presi allungando le braccia e utilizzando entrambe le mani;
3. Punto B. I componenti sono disposti in un'area che risulta essere sei volte più grande dell'area di lavoro e possono essere presi allungando le braccia anche al di sopra delle spalle;
4. Punto C. I componenti possono essere presi girando il busto;
5. Punto D. I componenti possono essere presi camminando.

Riguardo alla valutazione dei risultati ottenuti attraverso l'applicazione delle tecniche corrispondenti alla *Workplace Organization*, i *KPI* utilizzati sono la percentuale di non valore aggiunto attaccato e il numero di pezzi-ora prodotti per operatore, mentre per i *KAI* il numero di *Kaizen* realizzati e di TAG emessi ed evasi, oltre alla percentuale di persone coinvolte.

I sette *step* caratteristici del pilastro *WO* sono i seguenti:

1. Pulizia iniziale;
2. Riordino del processo;

3. Standard iniziali;
4. Formazione sulle caratteristiche del prodotto;
5. Fornitura dei materiali in Just in Time;
6. Miglioramento degli standard;
7. Sequenza di lavoro standard.

1.5.6 Professional Maintenance (PM)

Il pilastro *Professional Maintenance* ha il compito di accrescere l'efficienza delle macchine attraverso l'analisi dei guasti. Le principali attività svolte sono: l'analisi dei guasti per causa radice, l'accrescimento delle qualifiche del personale di manutenzione, la collaborazione con i membri responsabili della manutenzione autonoma. Si ricerca il miglioramento continuo dei tempi di inattività e guasti.

Il pilastro di *Professional Maintenance* ed *Autonomous Maintenance* condividono l'obiettivo di massimizzare l'OEE di ogni singola macchina con lo scopo finale di accrescere l'OLE (*Overall Line Effectiveness*). Il compito del *Pillar Leader* di PM è quello di diffondere le discipline necessarie per migliorare le prestazioni della macchina, prolungare la durata dei componenti ed innovare verso una via che permetta di raggiungere una stabilizzazione di zero guasti sulle macchine del sistema produttivo.

La logica da seguire è:

1. Ridurre la variazione nel tempo tra guasti;
2. Aumentare la vita media residua dei componenti critici;
3. Ripristinare la regolarità del deterioramento;
4. Creare una manutenzione predittiva che permetta di pianificare gli interventi basandosi sulle reali condizioni di funzionamento di un componente e non sulla conoscenza statistica.

Per poter sviluppare in modo corretto i concetti qui sopra esposti è necessario possedere e conoscere in modo approfondito i dati relativi alla macchina considerata, in modo da saperla suddividere in ogni suo più semplice componente. Questa divisione è utile per poter catalogare ogni singolo componente in una delle tre tipologie:

- A. componenti che in caso di rottura fermano la macchina,
- B. componenti che in caso di guasto non fermano la macchina ma ne limitano le prestazioni,

- C. componenti che in caso di rottura non provocano alcuna alterazione rispetto al corretto svolgimento delle funzioni della macchina.

Una errata classificazione dei componenti porta alla focalizzazione dell'attenzione su parti sbagliate della macchina, causando una non corretta applicazione della metodologia con un conseguente aumento dei costi di manutenzione. Per questa ragione è di vitale importanza che i manutentori e gli ingegneri di manutenzione abbiano analizzato in modo approfondito gli storici dei dati relativi ai guasti e consultato in modo dettagliato le distinte base meccaniche ed elettriche. Un altro concetto importante, alla base della *Professional Maintenance*, è il modo con cui si effettua l'analisi di un guasto. I manutentori vengono formati ed addestrati dal *Pillar Leader* per, in caso di rottura di un componente, individuare la reale causa che ha scaturito il problema e quindi non fermandosi alla semplice sostituzione di esso.

Questo compito è facilitato dalla compilazione del modulo *EWO (Emergency Work Order)* che permette non solo di identificare la causa, ma è anche utile per registrare tutti i dettagli rilevanti di un guasto. Il modulo EWO è suddiviso in cinque parti:

1. Nella prima parte si compilano informazioni relative al reparto o alla macchina in cui si è riscontrato il guasto, l'ora di chiamata, il tempo impiegato per risolvere il problema e lo stato della zona esaminata. Si fornisce una breve descrizione del guasto e delle azioni compiute, con relativo disegno.
2. Nella seconda parte si effettua l'analisi descrittiva del problema attraverso il metodo *5W + 1H: What, When, Where, Who, Which e How*.
3. Nella terza parte si ha una verifica delle cause. Questa operazione viene eseguita dopo aver svolto l'intervento per individuare le cause che hanno generato il guasto. Esse sono verificate attraverso la logica contraria del "OK/NOK".
4. Nella quarta parte si esplicitano le azioni correttive più idonee per risolvere quella particolare tipologia di danno.
5. Infine si descrivono le azioni necessarie per il mantenimento delle condizioni ottimali di funzionamento della macchina.

I *KPI* utilizzati per misurare i risultati ottenuti in ogni singolo *step* sono: l'*OEE*, il *MTBF (Mean Time Between Failure)*, il *MTTR (Mean Time to Repair)* ed il numero di guasti.

Per quanto riguarda i *KAI*, vengono considerati: la percentuale di manutentori coinvolti, il numero di componenti A/B/C della macchina, il numero di *EWO* compilati e il numero di *Kaizen* creati per allungare la vita dei componenti.

Riassumendo, il pilastro della Manutenzione Professionale si prefigge l'obiettivo di azzerare i guasti sulle macchine, di allungare la vita dei componenti critici e di creare in un primo momento un calendario di manutenzione preventivo (ciclico, basato sui dati statistici) per poi arrivare alla realizzazione di un calendario predittivo (che opera sul reale stato di funzionamento dei componenti). Si arriva così ad ottenere una massimizzazione dell'*OEE* e dell'*OLE*. Una corretta applicazione dei sette *step* metodologici porta ad una drastica riduzione dei costi di manutenzione, dato che vengono eliminati i costi per guasto ed i costi della manutenzione pianificata sono relazionati alle reali condizioni dei componenti.

I sette *step* caratteristici per il pilastro *Professional Maintenance* sono i seguenti:

1. Eliminazione e prevenzione del degrado accelerato;
2. Analisi dei guasti, recupero ed inversione del degrado;
3. Definizione di standard manutentivi;
4. Contromisure sui punti deboli delle macchine e allungamento della vita media dei componenti;
5. Costruzione di un sistema di manutenzione periodica;
6. Costruzione di un sistema di manutenzione predittivo (trend management);
7. Gestione dei costi di manutenzione, costruzione di un sistema di manutenzione pianificato.

1.5.7 Quality Control (QC)

Questo pilastro è generalmente progettato per fornire ai clienti prodotti di alta qualità ad un costo minimo, per sviluppare adeguate condizioni di esercizio dei sistemi di produzione ed aumentare la qualità delle competenze riguardo al *problem solving* dei membri del personale. Nella mentalità del *World Class Manufacturing* non viene considerata perdita per la qualità la sola generazione di uno scarto, ma anche le rilavorazioni che si devono effettuare su un prodotto per farlo rientrare nelle caratteristiche e tolleranze specifiche.

Nel pilastro del *Quality Control* viene fornito un approccio sistemico, logico e dettagliato per attaccare i difetti di qualità derivanti da macchina, metodo, uomo e materiale (4M – *Machine, Method, Man, Material*), che sono le cause della variabilità, cioè lo spostamento dalle condizioni ottimali di produzione.

- *Machine*. Si pongono quesiti sullo stato dei macchinari e sulle loro condizioni. Si verifica che i parametri impostati siano quelli corretti. Si individuano i componenti della

macchina che, se non correttamente funzionanti, possono causare difettosità sul prodotto.

- Method. Si verifica che una lavorazione non sia eseguita in modalità diverse, che porterebbero ad una alterazione del processo. Si creano quindi procedure standardizzate, nelle fasi di processo ove richiesto, e si verifica il corretto utilizzo. Si controlla, inoltre, che non vi siano imprecisioni e modalità scorrette di utilizzo delle attrezzature.
- Man. Si analizzano le caratteristiche, le condizioni fisiche e le abilità dell'operatore, per verificare se siano le più idonee per il tipo di lavorazione da svolgere e che non siano causa di difettosità sul prodotto.
- Material. Viene studiato il materiale utilizzato, la sua composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche, per valutare se alcuni difetti possano derivare da esso. Si analizza la struttura del materiale, la planarità, il grado di rugosità, l'impurità, ecc.

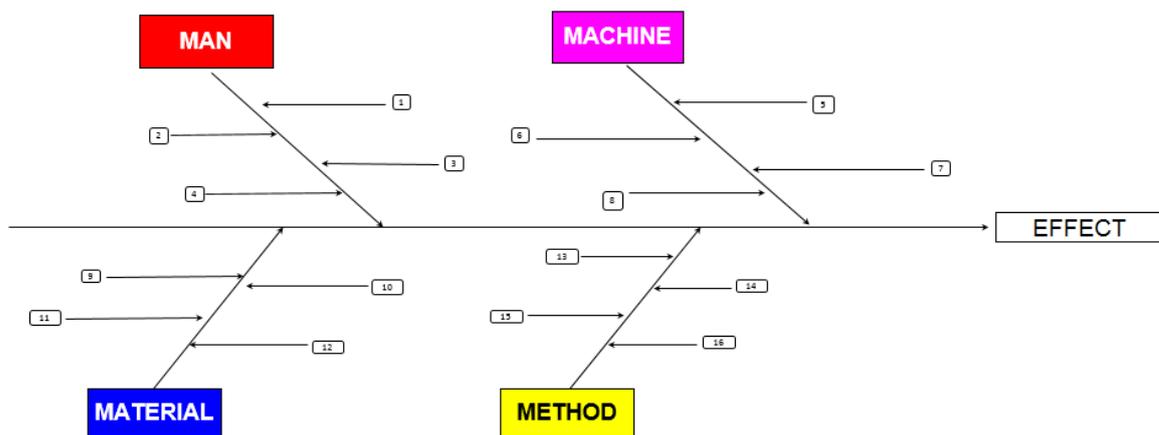


Figura 14. Diagramma di Ishikawa (4M)

Un altro principio fondamentale per garantire la qualità totale è il controllo della dispersione. Spesso i dati di determinate misurazioni sono dispersi in un specifico *range*. Per questa ragione diventa indispensabile effettuare uno studio per ridurle e farle rientrare entro limiti accettabili. Per far ciò è necessario conoscere la struttura della distribuzione, con il suo valore centrale e deviazione standard caratteristica. I valori che permettono di tenere sotto controllo una determinata dispersione sono l'indice di capacità (C_p) e l'indice di centratura del processo (C_{pk}). Il primo è un indice potenziale del processo mentre il secondo misura la capacità effettiva del processo (combinazione tra posizione e dispersione). In conclusione si ha un processo centrato solo quando l'indice di capacità risulta essere uguale all'indice di centratura del processo. Un processo centrato è caratterizzato da un *output* con valori di specifiche che variano in un *range* limitato rispetto alle specifiche di progetto.

Il pilastro del *Quality Control* è detentore ed utilizzatore di differenti strumenti statistici utili a risolvere i problemi relativi al controllo della qualità e riguardo la stabilizzazione e riduzione della variabilità di processo. Possono essere classificati in quattro tipologie: strumenti di base, strumenti di indagine del problema, strumenti di monitoraggio e strumenti avanzati. Nella tabella che segue sono indicati gli strumenti specifici per ogni categoria.

CLASSIFICAZIONE	STRUMENTI CARATTERISTICI
STRUMENTI DI BASE	<ul style="list-style-type: none"> • Foglio raccolta dati • Istogramma • Carte di controllo • Diagramma di Pareto • Diagramma causa effetto (Diagramma di Ishikawa) • Analisi di stratificazione • Diagramma di correlazione
STRUMENTI DI INDAGINE DEL PROBLEMA	<ul style="list-style-type: none"> • Metodologia 5S • 5W+1H • 5 Why
STRUMENTI DI MONITORAGGIO	<ul style="list-style-type: none"> • QA Matrix • QM Matrix • X Matrix • PPA • SMED
STRUMENTI AVANZATI	<ul style="list-style-type: none"> • FMEA • QFD • DOE

Tabella 3. Strumenti statistici del Quality Control

I *KPI* utilizzati per la verifica e la valutazione dei lavori sono: il rifiuto della linea interna (*PPM* – parti per milione), il costo della qualità e il rifiuto del cliente (*PPM* – parti per milione). I *KAI* usati risultano invece essere: il numero di *Kaizen* completati, il numero di contromisure attraverso l'utilizzo di *Poka-Yoke* e la percentuale per modalità di difetto per i quali sono state stabilite condizioni per zero difetti.

I sette *step* caratteristici per il pilastro *Quality Control* sono i seguenti:

1. Selezionare l'argomento;
2. Capire la situazione e gli obiettivi;
3. Pianificare le attività;
4. Analizzare le cause;
5. Definire ed implementare le contromisure;
6. Controllare i risultati;
7. Standardizzare e istituire il controllo.

1.5.8 Logistics and Customer Service (LOG)

L'obiettivo principale del pilastro logistico è l'ottimizzazione degli *stock*. Per far ciò è necessario creare le condizioni favorevoli per il flusso dei materiali all'interno dell'azienda, tra i fornitori e l'impianto. Si cerca di: ridurre il livello di inventario, ridurre al minimo la quantità di spostamento, ridurre il numero di chilometri e il tempo di transito all'interno dell'azienda e da fornitori diretti, integrando acquisti, produzione e rete di vendita.

Per far in modo di ottimizzare il servizio al cliente e minimizzare i costi logistici connessi, occorre che i processi produttivi e distributivi siano integrati tra loro, per consentire il più rapido ed efficace flusso dei prodotti dalle fonti di acquisizione fino al cliente. A questo scopo è necessario elaborare un'attenta definizione e descrizione dei compiti e delle funzioni coinvolte, seguita da una ricerca di ottimizzazione e di incremento di efficienza di ogni singolo elemento del sistema, per poi sviluppare tecniche mirate per minimizzare il costo globale, ed infine arrivare alla creazione di una cultura evoluta di tipo logistico affiancata ad un uso più efficiente dell'informazione.

Si cerca di creare un flusso controllato e continuo che permetta di operare in ottica *Just in Time* (il prodotto giusto, al momento giusto, nelle quantità giuste e nelle condizioni richieste), minimizzando le scorte intermedie tra le varie postazioni/reparti del sistema produttivo, che generano solamente l'aumento dei costi, e infine sviluppare il *One-Piece-Flow* (i prodotti si muovono attraverso il processo produttivo di un'unità alla volta, ad una percentuale determinata dalle esigenze del cliente). Per raggiungere gli obiettivi prefissati dal pilastro logistico è necessario attuare un bilanciamento e livellamento della domanda del cliente, che si può creare solo in caso di stabilità di processo (zero guasti, zero difetti, zero tempi di *set-up* e zero errori). Inoltre, risulta utile calcolare il *Takt Time* del cliente e quello del proprio sistema produttivo per poter valutare le possibilità di soddisfazione delle esigenze del consumatore.

Di seguito sono esposti alcuni strumenti utilizzati da questo pilastro:

- VSM (Value Stream Mapping). È una rappresentazione grafica, tramite simboli standard, del flusso di informazioni e dei materiali generati da un processo. Si ottiene una mappa dei flussi e dei consumi di risorse generati. L'obiettivo è l'identificazione del tempo di processo, al fine di eliminare tutte le attività a non valore aggiunto emerse dalla mappatura. Sono messi in evidenza i punti di miglioramento del processo da cui scaturiscono le ipotesi per le possibili contromisure. Importante è la stesura diretta della VSM sul campo (concetto di istantanea), nei luoghi di attuazione del processo.
- Milk Run. Nella Logistica possono esistere due tipi di *Milk Run*, quello che effettua rotte regolari d'indagini del materiale presso i fornitori e quello che invia i prodotti ai clienti, anche seguendo un percorso fisso.
- Kanban. È un sistema in ottica *pull* per la programmazione della produzione e di reperimento dei materiali. Fisicamente è costituito da un cartellino sul quale sono riportate varie informazioni: codice, nome particolare, caratteristiche del contenitore utilizzato e indicazioni sul posto di prelievo e di stoccaggio da reparto a reparto. Si possono distinguere quattro tipi di *Kanban*: *Kanban* prelievo, *Kanban* ordine di produzione, *Kanban* segnale e *Kanban* fornitore. È un sistema di gestione della produzione diretta, poiché usa strumenti semplici e manuali.
- Classificazione materiali. Le materie prime ed i semi lavorati vengono classificati in base al valore dell'indice di rotazione, all'incidenza che hanno sul capitale aziendale immobilizzato ed al volume occupato. Si crea così una scala di suddivisione che va da AA (costosi e ingombranti) fino a C (minuterie).

Per valutare i risultati ottenuti alla fine di ogni *step* vengono utilizzati i seguenti *KPI*: area occupata dalle materie prime e prodotti finiti in magazzino, volume occupato dalle materie prime e prodotti finiti in magazzino, indice di utilizzazione superficiale, indice di utilizzazione volumetrica, indice di selettività, coefficiente di utilizzo superficiale, *Freight Out – Premium Freight* e *ATR*. Per i *KAI* si prendono in considerazione il numero di progetti *Kaizen* (*Quick, Standard, Major* ed *Advanced*) conclusi, la percentuale di persone coinvolte e la percentuale di classificazione dei materiali.

I sette *step* caratteristici del pilastro *Logistics & Customer Service* sono:

1. Re-ingegnerizzare le linee per soddisfare il cliente;
2. Risistemare la logistica interna;
3. Risistemare la logistica esterna;

4. Livellare la produzione;
5. Raffinare la logistica interna ed esterna;
6. Integrare rete di vendita, produzione ed acquisti;
7. Adottare una programmazione a sequenza – tempo prefissato.

1.5.9 Early Equipment Management (EMM)

Lo scopo che si prefigge il pilastro *Early Equipment Management* è l'ottimizzazione dei tempi e dei costi al momento dell'installazione di una nuova macchina o linea di produzione. Esso deve assicurare il rispetto dei parametri imposti dal pilastro *Safety* e garantire una buona accessibilità ai particolari. Si richiede un'affidabilità eccellente ed un alto grado di manutenibilità (permettendo la facile identificazione dei problemi). Questo pilastro deve facilitare il lavoro degli operatori nello svolgimento delle azioni di *Autonomous Maintenance*. Infine è necessario che garantisca la prevenzione delle operazioni improprie e fornisca veloci contromisure alle anomalie. I tempi tra la realizzazione del macchinario o dell'impianto e il *set-up* per la messa in produzione devono essere i più brevi possibili. Per riuscire a soddisfare le esigenze di ogni pilastro (ottimizzazione dell'ergonomia per *WO*, creazione di zero difetti e rilavorazioni per *QC*, riduzione dei tempi di manutenibilità per *PM*, riduzione dei tempi *CILR* per *AM* e zero infortuni o incidenti per *SAF*) è necessario trasformare tutte le tipologie di *Kaizen* (*Quick, Standard, Major* ed *Advanced*) realizzati nello stabilimento in *MP-INFO*, che serviranno da linea guida al pilastro di *Early Equipment Management* per la realizzazione di una macchina/linea più ottimale ed efficiente possibile.

Semplici esempi di *MP-INFO* possono essere: adoperare ripari trasparenti che permettano una riduzione nel tempo di ispezione, dotare tutti i manometri di *range* colorati che garantiscano l'immediata individuazione di situazioni anomale, posizionare tutti i manometri in un unico pannello che permetta di controllare ogni singolo valore in un unico istante, utilizzare lampeggianti luminosi per segnalare anomalie, posizionati in modo da poter essere visualizzati da qualsiasi punto della linea e inoltre collocare tutti i comandi e le pulsantiere a livello dello sguardo degli operatori. Ogni pilastro fornisce il proprio sapere ad *EEM*, offrendo analisi ed esempi per eliminare errori e problemi riscontrati nei vecchi macchinari e linee di produzione.

I sette *step* caratteristici per il pilastro *Early Equipment Management* sono:

1. Pianificazione;
2. Impostazione progetto di massima;
3. Progetto di dettaglio;

4. Costruzione;
5. Installazione;
6. Verifiche e prove di produzione;
7. Avviamento.

1.5.10 People Development (PD)

Al pilastro *People Development* viene richiesto di attuare il miglioramento continuo delle conoscenze dei dipendenti e dei lavoratori. Deve assicurare e fornire, attraverso una dettagliata struttura e un adeguato sistema di formazione, le *skill* necessarie per ogni singola stazione di lavoro. Si sviluppa inoltre un sistema di documentazione di conoscenze e competenze operative in atto (test per valutare le conoscenze acquisite durante lo svolgimento delle operazioni di ogni singolo *step*, con relativa creazione di *radar chart*, individuazione delle persone più competenti per formare gli altri dipendenti).

Lo sviluppo di un buon sistema di comunicazione è fondamentale per innalzare i livelli di coinvolgimento all'interno dello stabilimento. Ciò permette di garantire che le persone siano pienamente consapevoli dell'attività *World Class Manufacturing* e del suo impatto, inoltre la comunicazione apre la strada per il coinvolgimento delle persone in tutte le attività di miglioramento prioritarie. Un altro importante compito svolto dal pilastro del *PD* è l'individuazione e la risoluzione degli errori umani. Al fine di minimizzare l'impatto di errori umani all'interno di ogni singola operazione è indispensabile capire le condizioni in cui si è più inclini a commettere errori. Il *Pillar Leader* di *PD* deve coinvolgere i responsabili degli altri pilastri, specialisti ed ingegneri nella realizzazione di *LUTI*, un metodo di istruzione, formazione e sviluppo delle competenze. La sua conclusione avviene attraverso la realizzazione di un documento che dimostri come sono state sviluppate le competenze nei confronti di un argomento specifico: esiste una sequenza precisa di attività che consiste in *Learning*, *Using*, *Teaching* ed infine *Inspection (LUTI)*.

I *KPI* utilizzati per valutare i risultati del pilastro del *People Development* sono: il tasso di assenteismo, la percentuale di gap di conoscenze del direttore di stabilimento, manager e *Pillar Leader* ed il rapporto beneficio/costo rispetto al lavoro svolto.

I *KAI* risultano essere: il numero di errori umani identificati e risolti, il numero di persone coinvolte, il numero di *Kaizen* sviluppati per persona ed infine il numero di *LUTI* creati.

I sette *step* caratteristici per il pilastro *People Development* sono:

1. Definire i principi e le priorità;
2. Istituire un sistema iniziale di formazione per lo sviluppo delle *skills*;
3. Realizzare progetti di miglioramento delle competenze dei team;
4. Istituire un sistema di formazione adeguato per lo sviluppo delle *skills* e per l'identificazione degli esperti;
5. Istituire un sistema per lo sviluppo e potenziamento;
6. *Skills* specifiche ed elettive;
7. Valutazione continua.

1.5.11 Environment (ENV)

Il decimo pilastro viene utilizzato per soddisfare i requisiti di gestione ambientale, in conformità con i requisiti e gli standard ambientali legislativi, ed il miglioramento continuo dell'ambiente di lavoro. Le attività principali sono: periodici *audit* interni per verificare l'impatto dell'impianto sull'ambiente circostante, identificazione dei rischi e prevenzione di essi, rispetto della norma standard ISO 14000. Si richiede una sensibilizzazione sugli sprechi energetici, con una relativa riduzione dei costi e delle perdite ad essa associate.

Il lavoro svolto da *Environment* è focalizzato sul rispetto delle normative locali, regionali, nazionali ed europee, con riduzione degli effetti sull'ambiente che circonda lo stabilimento, sulla la gestione e il riciclaggio dei rifiuti e sull'ottimizzazione dei vettori energetici utilizzati (energia elettrica, gas ed acqua). L'impegno che si prefigge *ENV* è quello di proteggere e mantenere l'ambiente, non alterando l'ecosistema presente intorno all'azienda, rispettando le persone, la flora e la fauna presente, minimizzando le emissioni ed i consumi energetici necessari per la produzione dei beni di consumo.

La valutazione dei risultati (*KPI*) si ottiene per mezzo dell'analisi dei dati relativi al consumo di energia elettrica per prodotto (kWh/prodotto), al rapporto di gas naturale consumato per prodotto (m³/prodotto), alla percentuale di rifiuti inviati alla discarica ed al tasso di consumo di acqua in ingresso (m³/prodotto).

I *KAI* utilizzati sono: numero di contromisure contro la contaminazione ambientale, numero di persone coinvolte, numero di audit ambientali sostenuti.

I sette *step* caratteristici del pilastro *Environment and Energy* sono i seguenti:

1. Comprendere la legislazione locale, i regolamenti sull'ambiente e le loro tendenze;
2. Prendere contromisure contro le sorgenti di contaminazione;

3. Preparare gli standard provvisori, espandere orizzontalmente la conoscenza creata allo *step 2*, istituire un sistema di audit da parte dell'alta direzione;
4. Controllare le sostanze chimiche, risparmiare risorse, risparmiare energia;
5. Istituire un sistema di gestione ambiente (EMS) unitamente a un sistema di supporto quale una contabilità ambientale, adottare un sistema operativo e di *reporting*;
6. Istituire un sistema per la riduzione dell'impatto ambientale e per la riduzione del rischio ambientale, ridurre l'impatto ambientale in logistica, perseguire acquisti a basso impatto ambientale (*Green Procurement*);
7. Utilizzare pienamente il sistema di gestione ambientale per la creazione di uno stabilimento modello in campo ambientale.

1.6 I pilastri manageriali

I pilastri manageriali che sono alla base del tempio del World Class Manufacturing sono dieci: Management Commitment, Clarity of Objectives, Route Map of WCM, Allocation of Highly Qualified People to Model Areas, Commitment of the Organization, Competence of the Organization toward Improvement, Time and Budget, Level of Detail, Level of Expansion e Motivation of Operators.

I pilastri manageriali sono applicati all'interno di ogni pilastro tecnico e si riflettono sul coinvolgimento dell'intero stabilimento. La loro funzione è quella di favorire l'impegno del team preposto ad ogni singolo pilastro per la realizzazione delle proprie attività. Guidano l'azienda verso il *World Class*.

1. **Management Commitment.** Il cambiamento verso il *WCM* deve partire dalla direzione che deve “sposare” appieno la filosofia e le idee di questa metodologia, mostrando un impegno attivo. I manager devono conoscere e saper utilizzare gli strumenti chiave di questa metodologia e devono essere in grado di individuare e trasmettere anche ai livelli più bassi gli obiettivi che l'azienda si prefissa, con le relative azioni da intraprendere. Inoltre, la direzione deve essere capace di delegare responsabilità ai dipendenti per facilitare la creazione di una mentalità propensa all'iniziativa e all'autonomia. Tutta la forza lavoro deve collaborare all'individuazione degli sprechi e delle perdite con la relativa identificazione della causa radice. In sintesi, la direzione deve mostrare una mentalità aperta, propensa al cambiamento ed alla delega verso i livelli più bassi.
2. **Clarity of Objectives (KPI).** Gli obiettivi prefissati dall'azienda devono essere S.M.A.R.T. (specifici, misurabili, raggiungibili, stimolanti e basati sul tempo). Tutti

all'interno dello stabilimento devono essere a conoscenza della strada intrapresa e del risultato che si vuole raggiungere. Per rendere la comunicazione degli obiettivi più efficace e diretta è necessario allestire specifiche aree nello stabilimento in cui vengano indicati i vari progetti intrapresi per eliminare le perdite e gli sprechi e i risultati ottenuti. I *KPI* sviluppati da ogni pilastro permettono di rendere noti ad ogni dipendente i miglioramenti ottenuti nel cammino verso il *World Class*.

3. **Route Map of WCM.** È necessaria per creare una linea di collegamento tra i vari pilastri verso il raggiungimento degli obiettivi comuni (medaglia di bronzo, argento, oro e *World Class*). Corrisponde ad una mappa temporale in cui vengono specificati i risultati che ogni singola area deve raggiungere. La *Route Map* di ogni pilastro deve essere direzionata, specifica, fattibile ed auspicabile.
4. **Allocation of Highly Qualified People of Model Areas.** È necessario, soprattutto nelle prime fasi dell'implementazione del *WCM*, saper scegliere e collocare le persone più qualificate. Queste risorse devono apprendere sul campo i concetti e gli strumenti della metodologia per poi trasferire questa conoscenza in tutto lo stabilimento. Sono da esempio per tutti i dipendenti, che imparano, attraverso il lavoro svolto sulle aree modello, come migliorare il lavoro svolto, attuando un cambiamento nella mentalità delle persone. In questo modo, ogni risorsa all'interno dell'azienda diventa proprietaria degli elementi necessari a creare il miglioramento continuo.
5. **Commitment of the Organization.** Si deve creare un coinvolgimento attivo dell'intero sistema organizzativo, che parta da un cambiamento di mentalità. L'organizzazione deve rendersi conto dei problemi esistenti e possedere una mentalità aperta, disposta a collaborare nelle attività del *World Class Manufacturing* e predisposta al miglioramento.
6. **Competence of Organization toward Improvement.** L'azienda deve saper diffondere gli strumenti necessari per l'implementazione, partendo da quelli base per poi passare a quelli più avanzati. Non sempre i problemi, anche se di natura simile, possono essere risolti con gli stessi mezzi. Bisogna pianificare programmi dettagliati e datati per sviluppare conoscenze e tecniche per risolvere i vari problemi.
7. **Time and Budget.** È molto importante quantificare economicamente e temporalmente i progetti di miglioramento in modo da fornire una chiara indicazione sulla direzione da prendere, sui mezzi da utilizzare e sulle risorse utili per raggiungere l'obiettivo.
8. **Level of Detail.** È necessario, per uno stabilimento in ottica *World Class Manufacturing*, possedere un ottimo livello di dettaglio nella raccolta dei dati per l'individuazione di

sprechi e perdite, permettendo così di focalizzare l'attenzione e le risorse sui costi che hanno un impatto più negativo sullo stabilimento. Si richiede il possesso di un alto livello di dettaglio ogni qualvolta è necessario risolvere un problema, in modo da eliminare la reale causa radice che lo ha scaturito e non il fenomeno che si è manifestato.

9. **Level of Expansion.** Le conoscenze e le nozioni apprese sulle aree modello devono essere implementate ed adattate a tutto il sistema produttivo. L'implementazione avrà fine solo quando tutti gli sprechi e le perdite saranno eliminati.
10. **Motivation of Operators.** Gli operatori devono essere i proprietari dei macchinari e delle attrezzature, partecipando attivamente al miglioramento continuo. Sono forniti gli strumenti e le conoscenze necessarie per riconoscere le anomalie e risolverle in modo tempestivo. In questo modo si crea negli operatori una motivazione che li spinge a dare sempre il massimo.

1.7 Il sistema di audit

Il metodo di valutazione dei risultati ottenuti, per uno stabilimento che ha intrapreso un percorso verso il *World Class*, avviene attraverso audit periodici tenuti da persone certificate esterne all'impresa. Durante le giornate dell'audit vengono verificati i miglioramenti raggiunti. Il sistema di valutazione è suddiviso in due fasi.

Nella prima parte, tenuta in aula, ogni *Pillar Leader* dei pilastri tecnici mostra, tramite presentazioni, il metodo con cui sono state individuate le perdite e la priorità ad esse associata, per poi illustrare la logica e le azioni intraprese per eliminarle con il relativo stato di implementazione ed i benefici così acquisiti. Una volta conclusa questa fase si passa ad una verifica operativa nella quale, tramite una visita lungo l'intero processo produttivo, vengono presentati sul campo i lavori svolti. In questa fase gli auditors verificano in dettaglio i progetti realizzati da ogni pilastro valutando i reali miglioramenti ottenuti, la fase in cui si trovano ed il livello di conoscenza e coinvolgimento dei vari team preposti nelle differenti aree.

Terminato l'audit, gli auditors assegnano allo stabilimento un punteggio compreso tra zero e cento, indice di implementazione metodologie ($0 \leq IMM \leq 100$). Il risultato ottenuto complessivamente dal sistema logistico-produttivo è ricavato dalla sommatoria dei valori acquisiti da ogni singolo pilastro tecnico e manageriale. Ognuno di essi è valutato con un punteggio che varia da zero a cinque, la cui assegnazione dipende dallo *step* raggiunto sulla macchina/area modello e dal livello di implementazione acquisito per i pilastri tecnici, mentre per quelli manageriali dal grado di coinvolgimento verso il *WCM* che si ha all'interno dello

stabilimento a qualsiasi livello aziendale e dalla logica e il livello di dettaglio del percorso intrapreso verso il *World Class Manufacturing*.

La struttura ufficiale che si occupa di certificare le aziende come “*Best in Class Manufacturing*” è la *World Class Manufacturing Association*, un’associazione no-profit nata nel 2006, sotto la guida e la leadership del Presidente Onorario Prof. H. Yamashina. In base al punteggio ottenuto, la *WCMA* assegna una medaglia agli stabilimenti membri (bronzo, argento, oro e solo infine *World Class*). Il punteggio minimo necessario per l’ottenimento dei riconoscimenti è mostrato nella figura seguente.

MEDAL	BRONZE
Ranking	≥ 50 POINTS
	SILVER
	≥ 60 POINTS
	GOLD
	≥ 70 POINTS
	WORLD CLASS
	≥ 85 POINTS

Figura 15. Medaglie e punteggi del *WCM*

È opportuno ricordare che il risultato ottenuto a livello di stabilimento e quello relativo ai singoli pilastri può essere messo in discussione negli *audit* successivi anche dopo aver assegnato un riconoscimento. Questo a sottolineare come la metodologia richieda un miglioramento continuo anche dopo aver raggiunto risultati eccellenti, ricercando il raggiungimento della perfezione e mai la stabilità del sistema. Qui di seguito sono riportati i punteggi necessari per ogni pilastro tecnico per il raggiungimento dei vari riconoscimenti.

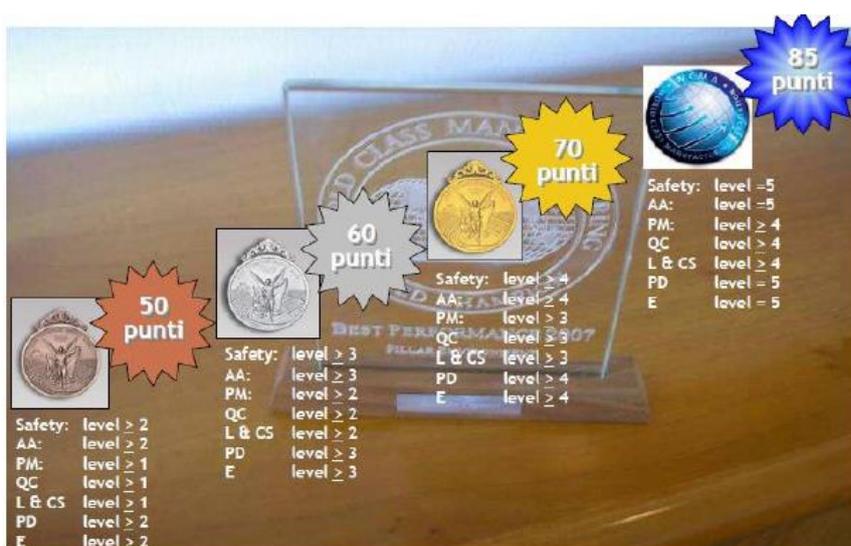


Figura 16. I riconoscimenti della *WCMA* agli stabilimenti membri

2 Il pilastro AM (Autonomous Maintenance)

2.1 Obiettivi e strategie della Manutenzione Autonoma

Come introdotto nel capitolo precedente, la Manutenzione Autonoma è la manutenzione “indipendente” eseguita dagli operatori delle macchine invece che da tecnici di manutenzione dedicati. A differenza dei programmi di manutenzione tradizionale, in cui gli operatori fanno funzionare le macchine fino a quando non si rompono o sono in scadenza per la manutenzione e poi le consegnano al reparto manutenzione, la Manutenzione Autonoma vede gli operatori eseguire le routine di manutenzione più semplici come la lubrificazione, il serraggio dei bulloni, la pulizia, l’ispezione e il monitoraggio. Le persone che hanno un contatto quotidiano con le macchine sono le più familiari con le operazioni svolte da ogni macchina e questo permette loro di avere una maggiore padronanza del loro lavoro e di assumere il controllo delle attività e dei progetti di miglioramento.

Nell’evoluzione della *TPM* in Giappone, l’*AM* è nata dalle attività 5S dei team di produzione, poiché hanno realizzato che, al fine di abbattere le barriere della qualità, consegna e in particolare performance di costo, avevano bisogno di migliorare le condizioni delle attrezzature, applicando inizialmente i principi delle 5S. Quindi l’*AM* non è stato il risultato di una riduzione dei costi di manutenzione o dei reparti di manutenzione che desideravano delegare attività alla produzione, ma è stato il risultato del desiderio del team di produzione di controllare e migliorare le proprie attrezzature.

Gli obiettivi del pilastro AM sono essenzialmente due:

- **Obiettivo sugli impianti:** si propone di trasformare gli impianti e le attrezzature, al fine di renderli e mantenerli sicuri, puliti, affidabili, ispezionabili e manutenibili;
- **Obiettivo sulle persone:** si propone di trasformare gli operatori e renderli capaci di:
 - scoprire le anomalie;
 - risolvere le anomalie e ripristinare le normali condizioni di funzionamento dei macchinari;
 - definire le corrette condizioni operative per evitare guasti e scarti;
 - curare e gestire gli impianti in autonomia.

2.2 I sette step dell'AM

La Manutenzione Autonoma si articola in sette *step*.

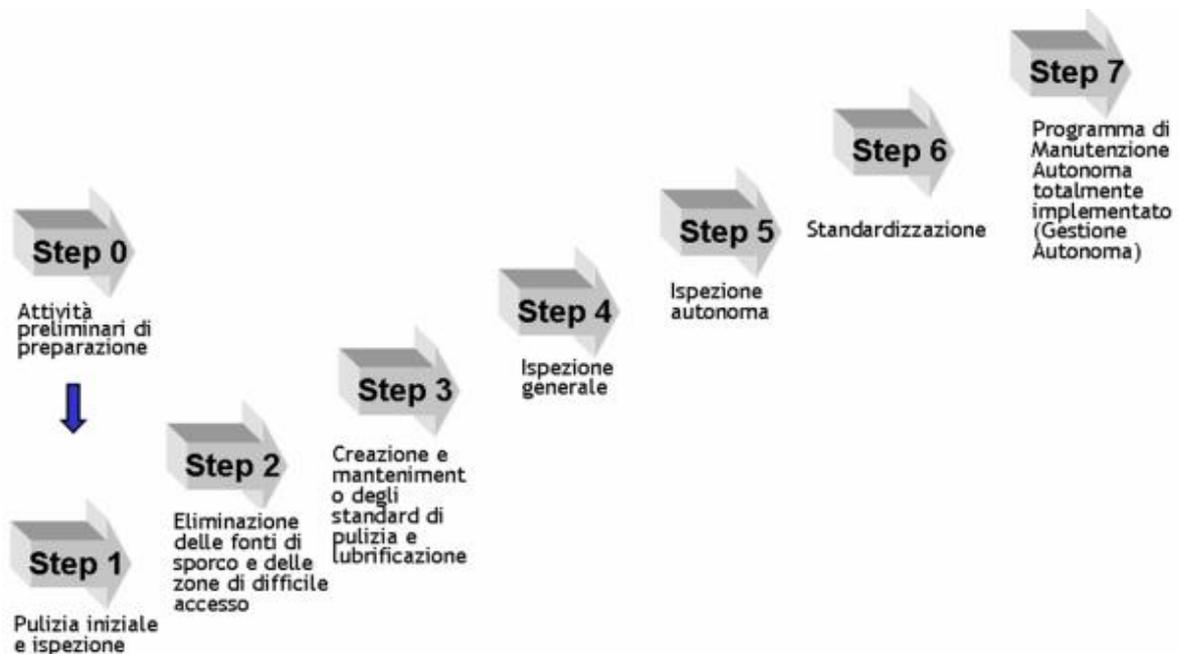


Figura 17. I sette *step* dell'AM

I sette *step* dell'AM seguono tre fasi. La prima fase riguarda il ripristino e il miglioramento delle condizioni di base della macchina e comprende i primi tre *step* di pulizia iniziale e ispezione, eliminazione delle fonti di sporco e zone di difficile accesso, e creazione di standard provvisori di pulizia ed ispezione.

2.2.1 Step 1: Pulizia iniziale e ispezione

Per mettere in pratica lo *step* 1, i team di produzione, manutenzione e lo staff tecnico si fermano e bloccano le attrezzature, eseguendo una pulizia ed un'ispezione profonde e cercando qualsiasi segno di deterioramento. Anche la direzione è spesso coinvolta in questi esercizi pilota.

Solo identificando e ripristinando tutti i segni di deterioramento è possibile garantire che la performance delle attrezzature è stata totalmente ristabilita.

Una scarsa pulizia può generare diverse perdite produttive, come ad esempio:

- Guasto: Lo sporco e l'infiltrazione di corpi estranei nelle parti rotanti, nelle parti scorrevoli, nei sistemi pneumatici e idraulici, nei sistemi elettrici e di controllo, nei sensori determinano una scarsa precisione, un funzionamento scorretto e guasti dovuti a usura, ostruzione, resistenza e alimentazione di corrente inadeguata.

- Deterioramento forzato: La polvere e gli spargimenti rendono difficoltosi i controlli e l'individuazione di allentamenti, crepe, giochi, esaurimento dell'olio, con conseguente deterioramento forzato continuo della macchina.
- Difetti: L'infiltrazione di corpi estranei nei prodotti e il funzionamento scorretto dei macchinari provocano difetti.
- Cali di velocità: La scarsa pulizia aumenta la resistenza allo scorrimento, con conseguente riduzione di capacità, fermi macchina e altri cali di velocità.

Di seguito sono elencate le azioni di compiere per la corretta implementazione dello *step 1*:

- Pulire (rimuovere completamente le tracce di sporco da tutte le parti dell'impianto);
- Ispezionare (segnalare, applicando il cartellino TAG, tutte le anomalie, le sorgenti di sporco e le zone di difficile accesso);
- Individuare i punti in cui solo i manutentori possono intervenire e lasciar loro il compito di intervenire in quelle aree;
- Intervenire e/o riparare componenti, anche in modo provvisorio, ove sia possibile (*Quick Kaizen*);
- Staccare il cartellino TAG, solo dopo la realizzazione dell'intervento risolutivo;
- Compilare l'elenco anomalie (a cura del Team Leader);
- Valutare l'avanzamento delle attività tramite una *check-list*;

Poiché le questioni sollevate durante l'esercizio iniziale di ripristino dovrebbero essere affrontate entro otto settimane, è sempre consigliabile ispezionare una sola macchina in profondità, invece di cercare di implementare l'AM su tutte le macchine contemporaneamente.

Questo permette allo stabilimento di scoprire rapidamente l'entità e l'estensione del deterioramento delle attrezzature e le risorse richieste per eliminarlo.

Gli aspetti su cui deve essere posta maggiore attenzione sono:

- Corpo macchina
- Presenza di sporcizia, olio e residui
- Usure indesiderate
- Vibrazioni
- Surriscaldamenti
- Allineamento delle parti
- Serraggi di viti e bulloni
- Presenza di corpi estranei



- Accessibilità
- Facilità di intervento

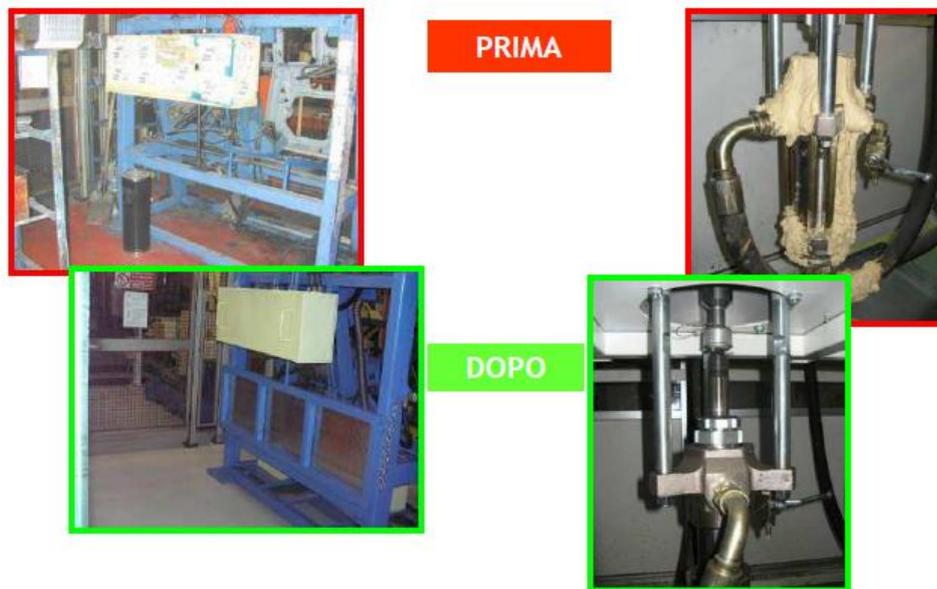


Figura 18. Risultati dello *step 1*

2.2.2 Step 2: Eliminazione delle fonti di sporco e zone a difficile accesso

Una volta che l'attrezzatura è stata ripristinata, è necessario garantire che non si deteriori di nuovo controllando tutte le possibili contaminazioni e migliorando l'accessibilità per la pulizia e la manutenzione. Durante lo *step 2* i team vengono stimolati a pensare in modo creativo e a cercare le cause originali di contaminazione, controllandole alla fonte, evitando così di restare "bloccati" in un ciclo infinito di pulizia e ripristino. Una volta eliminate le fonti di sporco, anche il tempo di pulizia deve essere ottimizzato. Lo stesso vale per la lubrificazione e l'ispezione. In questo modo si possono ottenere riduzioni anche di oltre il 90%.

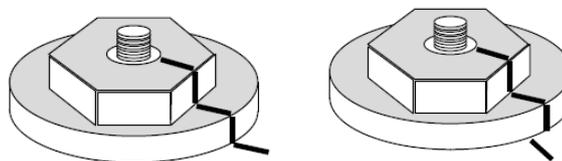


Figura 19. Marcatura dei bulloni

Alcuni esempi di attività che vengono svolte durante questo *step* sono: rendere visibili i punti di ispezione nascosti e collocarli all'altezza degli occhi, marcare i bulloni più significativi in modo da rilevare immediatamente un eventuale allentamento, realizzare coperture facili da rimuovere per eliminare le zone di difficile pulizia, introdurre coperture trasparenti per facilitare le ispezioni visive, ecc...

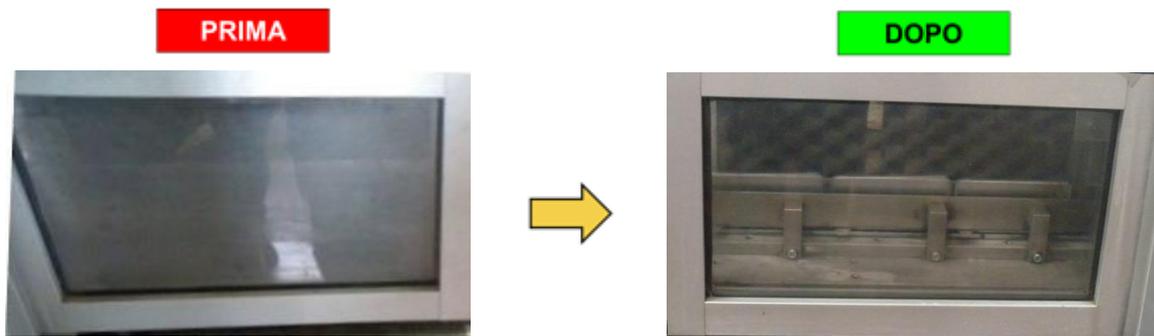


Figura 20. Esempio di coperture trasparenti

Come per lo *step* precedente, anche a chiusura dello *step 2*, occorre certificare il corretto e completo svolgimento delle attività attraverso l'auto-compilazione di una *check-list* di verifica.

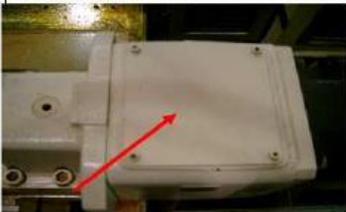
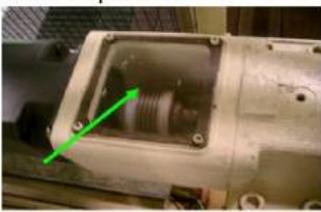
PROBLEMA	SOLUZIONE
<p>Difficoltà di ispezione cinghia: finestra piccola e visibilità ridotta dalla mancanza di luce</p> 	<p>Aumentate le dimensioni della finestra rendendo più semplice l'ispezione della cinghia</p> 
<p>Ispezione della frizione difficoltosa</p> 	<p>Finestra ispettiva</p> 

Figura 21. Esempio: eliminazione zone di difficile ispezione

2.2.3 Step 3: Creazione e mantenimento degli standard di pulizia e lubrificazione

A questo punto si passa allo *step 3*, ovvero stabilire standard provvisori di pulizia, ispezione e lubrificazione. Il team *AM* segue la programmazione della lubrificazione e ispezione, notando ogni problema di accessibilità, flusso di lubrificazione, ecc... e sviluppa il proprio standard indicando gli elementi da pulire, controllare, lubrificare, i metodi da utilizzare, la frequenza e le responsabilità.

Nella documentazione viene inoltre specificato se alcuni controlli tecnici ricadono sotto la responsabilità della manutenzione invece che della produzione. Questo *step* coinvolge anche la gestione visuale delle attrezzature e del processo di ispezione – per esempio la marcatura di calibri e la presenza di indicatori visivi.

Gli standard dello *step 3* sono un'evoluzione degli standard provvisori creati durante i precedenti *step 1* e *2*. Nello *step 3* gli standard vengono modificati grazie a:

- modifiche in seguito a sperimentazione: i cicli vengono testati dagli operatori e, raccogliendo i loro suggerimenti, vengono modificati per renderli più pratici o più efficaci;
- ottimizzazione dei cicli: con l'applicazione delle contromisure contro le cause di sporco e le zone di difficile accesso, il numero di cicli viene ridotto e così anche le frequenze e le durate;
- *visual management*: si tracciano sul terreno i percorsi delle attività di pulizia, ispezione e lubrificazione e si utilizzano in modo esteso i dispositivi visivi per ridurre i tempi degli standard CILR.

I cicli CILR sono strumenti utilizzati da differenti pilastri del *WCM* per definire i corretti cicli di pulizia, controllo, lubrificazione e serraggio per il mantenimento delle condizioni di base di macchine ed impianti. La scheda CILR è un documento del Pilastro *AM* e nasce dall'acronimo: *Cleaning, Inspection, Lubrication e Refastening*.

Essa garantisce il mantenimento degli standard manutentivi che hanno come obiettivo zero guasti a causa di mancate condizioni di base della macchina. Nella scheda CILR ci sono riportate le sequenze con le descrizioni dettagliate e gli strumenti necessari per eseguire correttamente le attività da svolgere. Le schede CILR sono suddivise in Sicurezza (Verde), Pulizia (Blu), Ispezione (Rosso) e Lubrificazione (Giallo), e si configurano come un'evoluzione dei cicli provvisori compilati al termine del secondo *step*.

Nelle schede, oltre all'attività da svolgere, l'esecutore, la frequenza, il tempo e il risultato atteso, è presente l'informazione sui Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) da utilizzare e il riferimento alla *Standard Maintenance Procedure (SMP)* corrispondente. In fondo alla scheda è riportata l'indicazione sul tempo totale necessario per svolgere le attività elencate, suddiviso in tempo lavoro con macchina ferma e tempo con macchina in funzione.

MANUTENZIONE AUTONOMA: CICLO DI ISPEZIONE E SERRAGGI										
Linea: L 05							MACCHINA: BANCO DI COLLAUDO GRUPPI GAS P 52			
N°	ATTIVITA' DA ESEGUIRE	CHI	QUANDO	STATO MACCH	TEMPO MIN.	ZONA LAY-OUT	FOTO	COME	DISPOSITIVI DI SICUREZZA	RISULTATO ATTESO
II	VERIFICARE INTEGRITA' TUBI ALIMENTAZIONE PNEUMATICA PROVA DI TENUTA	OPERATORE	MENSILE	LAVORA	1	A		VISIVAMENTE E MANUALMENTE SCHEDA SMP 365		TUBI INTEGRATI
D	VERIFICARE INTEGRITA' CONTATTI ALIMENTAZIONE VALVOLA GAS	OPERATORE	SETTIMANALE	FERMA	1	A		VISIVAMENTE E MANUALMENTE SCHEDA SMP 366		CONTATTI NON DANNEGGIATI
ES	VERIFICARE INTEGRITA' GOMMINI CHIUSURA UGELLI	OPERATORE	SETTIMANALE	FERMA	1	A		VISIVAMENTE E MANUALMENTE SCHEDA SMP 367		GOMMINI NON DANNEGGIATI
H	VERIFICARE INTEGRITA' GOMMINI CHIUSURA VALVOLA GAS	OPERATORE	SETTIMANALE	FERMA	1	A		VISIVAMENTE E MANUALMENTE SCHEDA SMP 368		GOMMINI NON DANNEGGIATI
Tempo totale per settimana per le attività di ISPEZIONE [min/settimana]								TEMPO TOTALE (min / settimana)	MACCHINA FERMA (min / settimana)	MACCHINA LAVORA (min / settimana)
								52,72	24,00	28,72

Figura 22. Esempio di scheda CILR

Le SMP (*Standard Maintenance Procedure*), come suggerisce il nome stesso, sono documenti in cui viene dettagliata la sequenza delle singole operazioni e degli strumenti da utilizzare per eseguire ogni attività contenuta nelle schede CILR.

Tali documenti sono di cruciale importanza, poiché in essi sono racchiuse tutte le informazioni sulla manutenzione autogestita dagli operatori. Per rendere chiara la descrizione si possono utilizzare anche foto e disegni che aiutino a rendere il lavoro da svolgere il più possibile oggettivo e privo di iniziative personali.

Il livello di dettaglio nell'elencare le operazioni dovrà quindi essere scelto in modo da non risultare troppo focalizzato (es. alza il braccio – abbassa il braccio), ma neanche troppo generico (es. smontare il cuscinetto e ripulirlo). L'informazione è completata con il dettaglio sulla durata prevista dell'attività, la frequenza, la macchina, il sottogruppo e il componente interessati.

ARISTON THERMAGROUP		Manutenzione preventiva			362
<input type="checkbox"/> ELETTRICA <input type="checkbox"/> MECCANICA <input type="checkbox"/> FLUIDICA <input type="checkbox"/> PULIZIA <input type="checkbox"/> LUBRIFICAZIONE <input type="checkbox"/> ISPEZIONE					
WAM MP 9000r_00 - 362 PULIRE PARTE INFERIORE MACCHINA.docx					
Macchina:	Banco di cella Craggi Gas				
Linea:	LCS				
Sottogruppo:	Parte inferiore banco	Componente:	Parte inferiore macchina		
Attività:	Pulire parte inferiore macchina				
Frequenza:	Mensile	Durata:	5 Min.	Macch. Ferma	<input checked="" type="checkbox"/> Lavoro
Esecutori:	n° addetti <input type="text" value="1"/>				
Punti d'intervento					
					
	Per arrestare la macchina premere il pulsante di emergenza.				10 sec
	Rimuovere il pannello in plexiglas frontale al banco, svitando a mano in senso antiorario le 4 manopole situate ai lati del pannello.				30 sec
	Pulire cavi, tubi, raccordi e manometri utilizzando stracci e pennelli per le zone difficilmente accessibili. Aspirare la parte interessata.				140 sec
	Rimontare il piano in plexiglas inserendolo nel proprio alloggiamento, ed avvitando in senso orario le 4 manopole poste ai lati del pannello.				30 sec
	Spingere la slitta verso l'interno del banco fino a battuta.				10 sec
	Premere contemporaneamente i 2 pulsanti blu RESET (Foto1) ed attendere l'accensione della spia luminosa gialla MUTING (Foto2).				10 sec
	Estrarre completamente la slitta dall'interno del banco verso l'esterno				10 sec
 <p>Se si riscontrano delle anomalie compilare il cartellino TAG.</p>					
Ricambi eventuali:			Attrezzatura specifica:		
			<input type="checkbox"/> Macchine <input type="checkbox"/> Pannello <input type="checkbox"/> Strumenti		
VERSIONE	DATA ATTORE	REVISIONE	APPROVATO DA	VERIFICATO	

Figura 23. Esempio di SMP

Una volta elencate le attività da svolgere, e una volta descritto come svolgerle, resta da definire il percorso che meglio si addice alla loro esecuzione; infatti, se mal impostato, il giro delle attività può dar vita ad un notevole spreco di tempo per spostamenti ripetuti.

La scheda Layout attività si configura proprio per permettere all'operatore di effettuare tutte le attività a calendario, in un unico giro della macchina, ottimizzando di fatto il percorso intrapreso. Come SMP e schede CILR, anche questo documento è suddiviso in attività di pulizia, ispezione, lubrificazione e sicurezza.

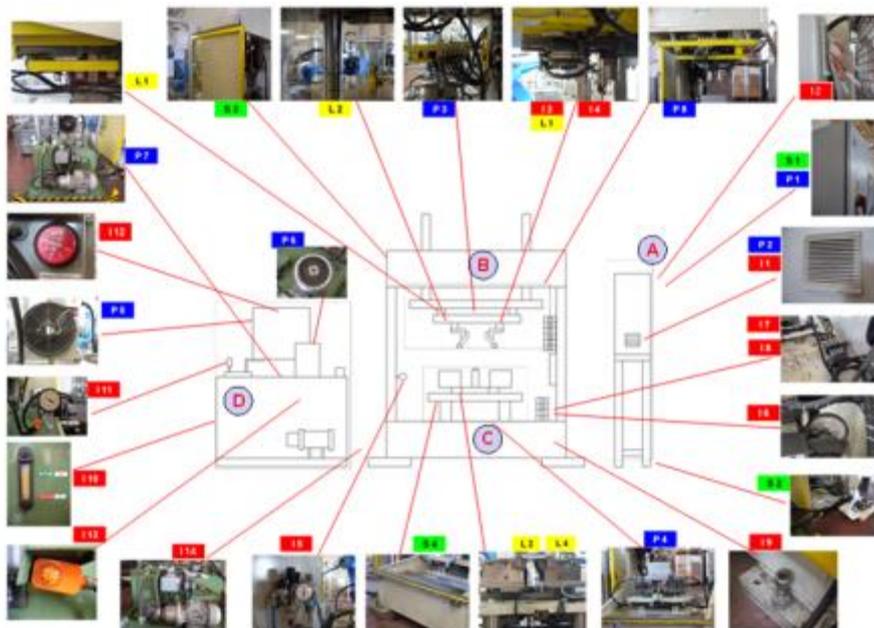
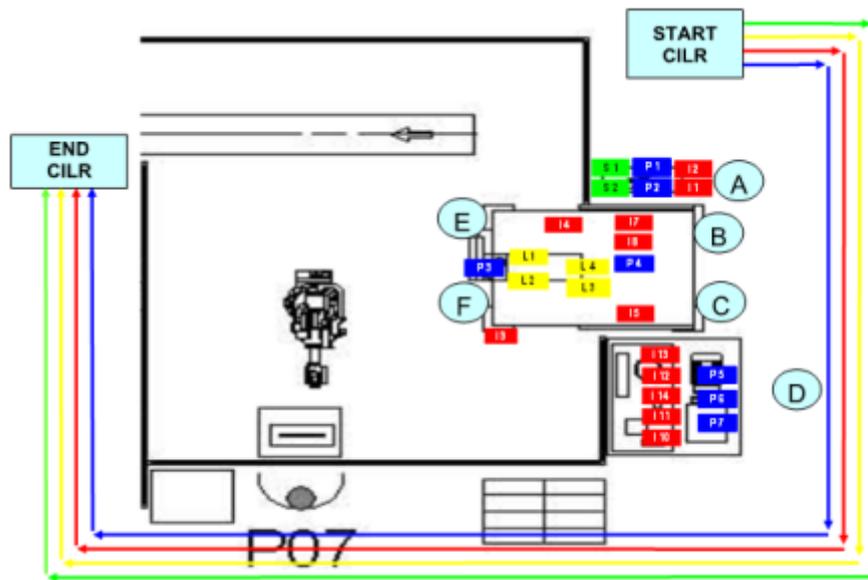


Figura 24. Esempio di Scheda Layout attività

Una volta individuate tutte le attività che compongono il ciclo CILR, si passa alla stesura del cosiddetto *AM Calendar*, un vero e proprio calendario che scandisce la frequenza e la durata di ogni singola attività. L'informazione aggiuntiva che tale documento fornisce alle schede CILR è proprio la pianificazione temporale della manutenzione.

Per indicare lo svolgimento delle singole attività, viene inserito un triangolo giallo in corrispondenza del turno/giorno/settimana/mese in questa dovrà essere svolta; una volta terminato il lavoro relativo a ciascuna voce viene contrassegnato in nero il triangolo corrispondente.

MACCHINA BANCO DI COLLAUDO GRUPPI GAS L05 P 52																					
PLANNING																					
IMP. / PARTI	GRUPPO	COMPONENTE	PROG.	ATTIVITA'	CICLO STR.	FREQUENZA	ORIGINE ATTIVITA'	ORIGINE ATTIVITA'	ANNUALE	RIF. LAT. 487											
L05 - BANCO DI COLLAUDO GRUPPI GAS	PARTE SUPERIORE BANCO	PORTA DI ACCESSO BANCO	S1	VERIFICARE CORRETTO FUNZIONAMENTO DELLA PORTA	100% / VERTE	GIORNO	1	240	A												
		BARRIERA INFRAROSSI	S2	VERIFICARE CORRETTO FUNZIONAMENTO BARRIERA INFRAROSSI	100% / VERTE	GIORNO	1	240	A												
		PULSANTE EMERGENZA	S3	VERIFICARE CORRETTO FUNZIONAMENTO PULSANTE	100% / VERTE	GIORNO	1	240	A												
		PORTA DI ACCESSO QUADRO	S4	VERIFICARE CORRETTA CHIUSURA DELLA PORTA	100% / VERTE	GIORNO	1	240	C												
	PARTE SUPERIORE BANCO	ZONA DI CARICO VALVOLA	P1	PULIRE LA ZONA DI CARICO VALVOLA	100% / VERTE	SETTIMANA	2	96	A												
		PIANO INTERNO DEL BANCO	P2	PULIRE IL PIANO INTERNO DEL BANCO	100% / VERTE	MESE	4	48	A												
		TUBI ALIMENTAZIONE PNEUMATICA	P3	PULIRE I TUBI ALIMENTAZIONE PNEUMATICA	100% / VERTE	SETTIMANA	3	144	A												
		MONITOR PC	P4	PULIRE IL MONITOR PC	100% / VERTE	MESE	2	24	A												
	PARTE INFERIORE BANCO	PARTE INFERIORE BANCO	P5	PULIRE LA PARTE INFERIORE DEL BANCO	100% / VERTE	MESE	5	60	B												
	BOX QUADRO ELETTRICO	BOX QUADRO ELETTRICO	P6	PULIRE A LIVELLO GENERALE IL QUADRO ELETTRICO	100% / VERTE	MESE	5	60	C												
		VENTOLA DI RAFFREDDAMENTO	P7	PULIRE IL FILTRO DELLA VENTOLA DI RAFFREDDAMENTO	100% / VERTE	SETTIMANA	5	240	C												
	PARTE SUPERIORE BANCO	TUBI ALIMENTAZIONE PNEUMATICA	I1	VERIFICARE INTEGRITA' TUBI ALIMENTAZIONE PNEUMATICA PROVA DI TENUTA	100% / VERTE	MESE	1	92	A												
		CONTATTI ALIMENTAZIONE VALVOLA GAS	I2	VERIFICARE INTEGRITA' CONTATTI ALIMENTAZIONE VALVOLA GAS	100% / VERTE	SETTIMANA	1	48	A												
		GOMMINI CHIUSURA USCELLI	I3	VERIFICARE INTEGRITA' GOMMINI CHIUSURA USCELLI	100% / VERTE	SETTIMANA	1	48	B												
		GOMMINI CHIUSURA VALVOLA GAS	I4	VERIFICARE INTEGRITA' GOMMINI CHIUSURA VALVOLA GAS	100% / VERTE	SETTIMANA	1	48	B												
	PARTE INFERIORE BANCO	GRUPPO ELETTROVALVOLE	I5	VERIFICARE INTEGRITA' TUBI ARIA COLLEGAMENTO GRUPPO ELETTROVALVOLE - CILINDRI	100% / VERTE	SETTIMANA	1	48	C												
		TUBI ARIA	I6	VERIFICARE CORRETTO SERRAGGIO E INTEGRITA' TUBI IDRAULICI	100% / VERTE	SETTIMANA	2	96	C												
		MANOMETRI	I7	VERIFICARE FUNZIONALE MANOMETRI	100% / VERTE	SETTIMANA	1	48	C												
	BOX QUADRO ELETTRICO	VENTOLA DI RAFFREDDAMENTO	I8	VERIFICARE FUNZIONALE VENTOLA DI RAFFREDDAMENTO	100% / VERTE	SETTIMANA	1	48	C												
								PREVISTO MEDIO GIORNO	4,45	4,00	8,45	Consuntivo SETTIM.	Max. Forno								



Figura 25. Esempio di AM Calendar

Come mostrato nella figura sopra, il significato dei simboli varia in base al colore:

- **TRIANGOLO NERO:** attività eseguita;
- **TRIANGOLO AZZURRO:** attività eseguita in seguito a lavori extra;
- **TRIANGOLO ROSSO:** attività eseguita in seguito a guasto;
- **TRIANGOLO BIANCO:**
 - GIALLO: attività pianificata per mantenimento delle condizioni base;
 - VIOLA: attività pianificata per prevenzione problemi di qualità;
 - VERDE: attività pianificata per prevenzione microfermate;

A conclusione dello *step 3* l'operatore è in grado di svolgere la propria attività di mantenimento della macchina, senza l'ausilio di interventi tecnici da parte di personale specializzato. Ovviamente il *training* su come utilizzare gli strumenti sopra citati è fondamentale per il raggiungimento dell'obiettivo di zero guasti per mancanza di condizioni base.

Il *Pillar Leader* oltre a descriverne la funzione, ha il compito di elencare il flusso logico con cui detti documenti devono essere utilizzati:

1. L'operatore consulta l'*AM Calendar* e individua le attività da eseguire durante il turno;
2. L'operatore consulta le schede CILR in cui è presente l'indicazione su DPI da utilizzare, risultati attesi e numero della *SMP* di riferimento;
3. Una volta prelevate le *SMP*, l'operatore reperisce eventuali attrezzature necessarie (chiavi, cacciaviti, stracci) e consulta il Layout delle attività, effettuando il giro di manutenzione in base al numero progressivo indicato;
4. terminate tutte le pulizie, ispezioni e lubrificazioni, l'operatore ripone i documenti e le attrezzature utilizzate.

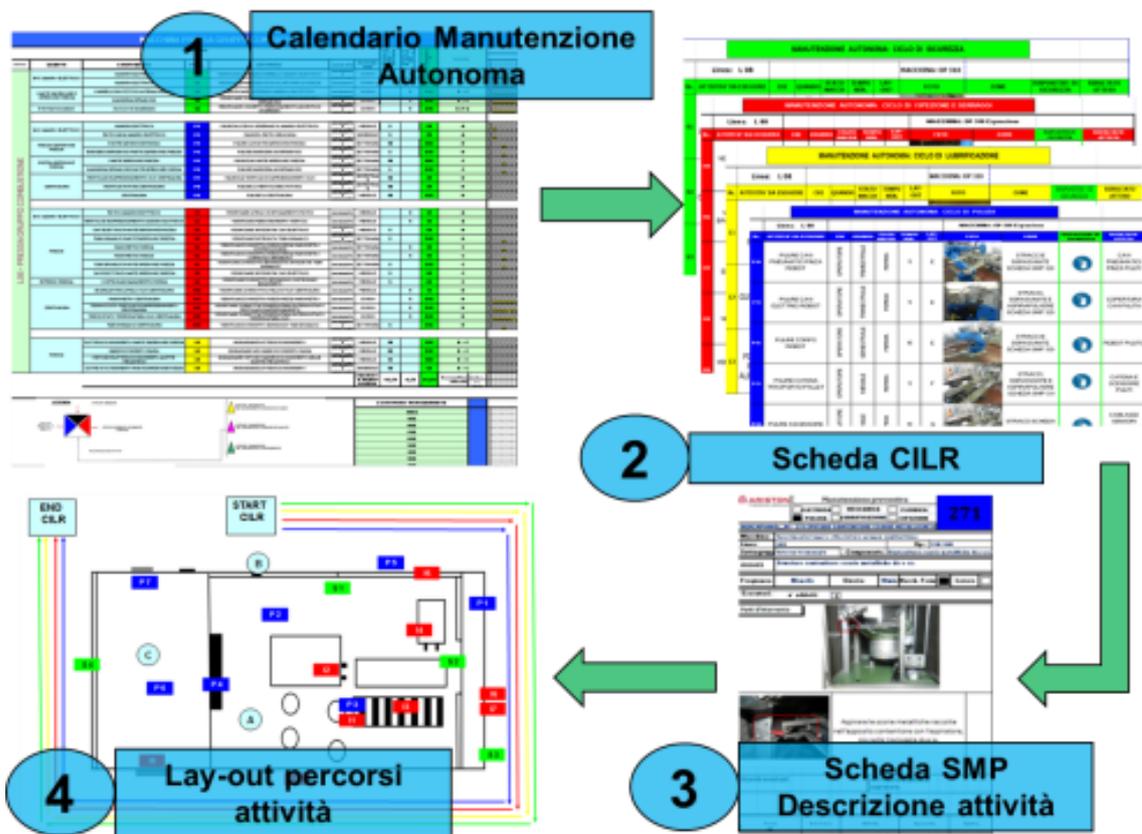


Figura 26. Flusso logico dello step 3

Il risultato finale degli *step* 1-3 è il ripristino e il miglioramento di una parte di attrezzatura, ottenuti attraverso uno standard per la pulizia, ispezione e lubrificazione gestito in modo visuale.

La seconda e la terza fase riguardano la prevenzione del deterioramento delle macchine e l'ottimizzazione della manutenzione autonoma e comprendono gli *step* 4-7. Queste fasi consolidano la fase iniziale migliorando le abilità e la conoscenza della produzione e

sviluppando un'autonomia di team, in modo che il team produttivo sviluppi la responsabilità delle proprie attrezzature, impari a stabilire i propri obiettivi in linea con le regole aziendali e gestisca le proprie attività di miglioramento. Da qui si evince il duplice aspetto dell'*AM*, ovvero ripristinare le attrezzature ma anche sviluppare le persone e le attività di gruppo.

2.2.4 Step 4: Ispezione generale

Dopo avere azzerato i guasti dovuti alla mancanza di condizioni di base con il completamento dello *step 3*, occorre individuare le perdite residue da attaccare secondo quanto indicato dall'*OEE*. In ciascuna delle perdite, intervengono i quattro fattori del processo "*Machine*", "*Man*", "*Material*", "*Method*":

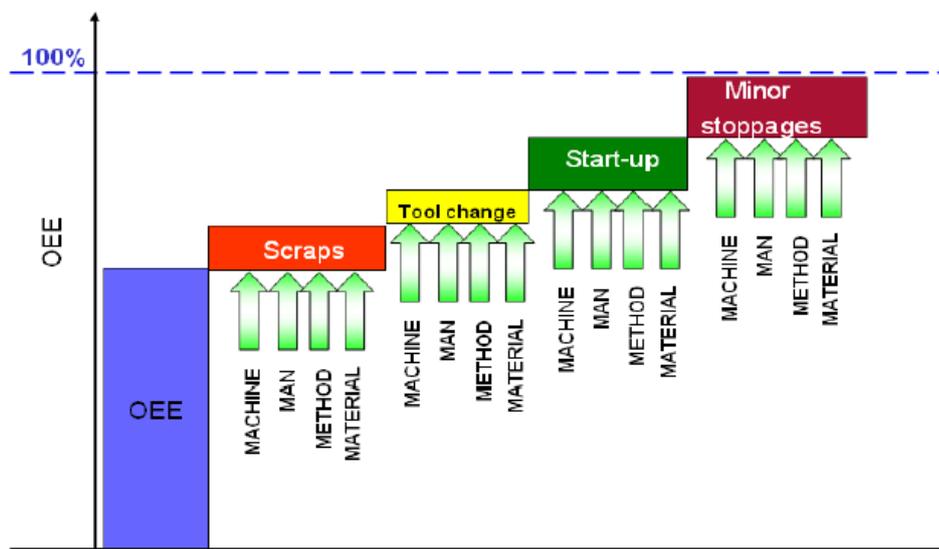


Figura 27. Individuazione delle perdite

In particolare, obiettivo dello *step 4* è quello di ottimizzare l'efficienza, attraverso la risoluzione di tutte le criticità che compongono la voce "*Machine*" nell'analisi delle 4M. Il *training* in questa fase è fondamentale: infatti soltanto conoscendo le proprietà della macchina e dei materiali utilizzati, e le ripercussioni che settaggi e regolazioni possono avere sul prodotto finito, si può procedere ad un'analisi tecnica e dettagliata delle criticità presenti.

In questo *step*, non esiste un piano definito d'azione, vista la natura sempre diversa delle perdite da attaccare, tuttavia esiste una serie di passi che possono fornire al team la giusta sequenza logica delle azioni da eseguire:

1. Identificare il problema da risolvere, attraverso un'attività di brainstorming, sulla base delle perdite misurate dall'*OEE*;
2. Identificare le parti della macchina interessate in base alla tipologia di problema;

3. Identificare la formazione necessaria all'operatore, focalizzata sulle parti della macchina coinvolte;
4. Effettuare una valutazione economica B/C a priori in base ai costi previsti per la formazione e ai benefici attesi dalla risoluzione del problema;
5. Analizzare e risolvere il problema con il contributo dell'operatore ricorrendo a strumenti di *problem solving* (*Standard Kaizen*, *Major Kaizen*, *Process Point Analysis*, ecc.);
6. Effettuare la formazione;
7. Effettuare una valutazione economica B/C a consuntivo in base ai costi della formazione sostenuti e ai benefici ottenuti dalla risoluzione del problema.

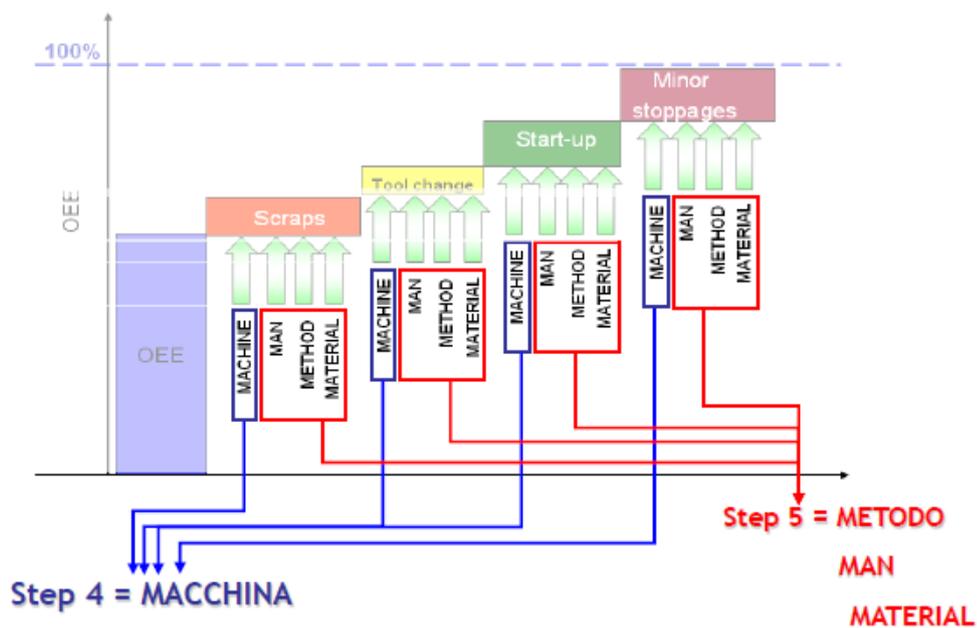


Figura 28. Step 4 e 5 dell'AM

2.2.5 Step 5: Ispezione autonoma

Analogamente allo *step 4*, lo *step 5* mira a risolvere le problematiche legate ai fattori “*Man*”, “*Method*” e “*Material*”, andando così ad influire sulla qualità del prodotto, attraverso il miglioramento continuo del controllo e dell'operabilità. In questo *step* vengono modificati gli standard e le istruzioni individuati durante i primi tre *step* della Manutenzione Autonoma.

Le perdite maggiormente attaccate sono:

- Il *Tools change* (cambio tipo), ovvero il tempo necessario al settaggio della macchina per il passaggio alla produzione di un nuovo codice;

- Lo *start-up*, ovvero il tempo necessario all'avvio della macchina. Solitamente si ha una volta al giorno nel primo turno di lavoro, mentre è inesistente negli stabilimenti che lavorano a ciclo continuo;
- Gli scarti e le rilavorazioni dovute ad errori umani, errori nel metodo di lavorazione e non conformità dei materiali in accettazione;
- Micro-fermate, ovvero fermate di entità minore rispetto ai guasti (nell'ordine dei 5 minuti), dovute a difetti o errori del sistema automatico di movimentazione, lavorazione o assemblaggio delle parti oppure problemi di qualità.

La natura delle azioni da eseguire fa sì che, a differenza degli altri *step*, non esista una sequenza logica di passi da seguire. Ogni problema può essere attaccato in maniera indipendente o meno, utilizzando gli strumenti del *Problem Solving* già descritti, ovviamente aumentando il livello tecnico e di analisi richiesto per la risoluzione dei problemi. È compito del *Pillar Leader* formare tutti i membri del team, coinvolgendo eventualmente anche ditte esterne specializzate.

2.2.6 Step 6: Standardizzazione

Lo *step 6* della Manutenzione Autonoma si pone l'obiettivo di aumentare l'*OEE* della macchina e/o della linea. È necessario individuare le perdite residue non attaccate negli *step* precedenti quali il mancato carico/scarico, *Muri*, *Muda*, *Mura*, *WIP*, utilizzando strumenti del *Focused Improvement*.

I passi da seguire nell'implementazione di questo *step* sono simili alla sequenza di azioni tipica dello *step 4*:

1. Identificare la perdita da attaccare (mancato carico/scarico, *WIP*, disposizione dei ricambi ed attrezzature, movimentazione dei sistemi di trasporto, gestione del flusso prodotto, *OEE* in tempo reale, ecc.);
2. Identificare l'eventuale formazione necessaria all'operatore, focalizzata sulle parti del processo coinvolte;
3. Effettuare una valutazione economica B/C preventiva;
4. Effettuare la formazione;
5. Analizzare e risolvere il problema con il contributo dell'operatore ricorrendo a strumenti di *Problem Solving* (*Standard Kaizen*, *Major Kaizen*, ecc.);
6. Effettuare la valutazione economica B/C a consuntivo.

L'obiettivo principale dello *step 6* è, dunque, quello di finalizzare tutti gli standard provvisori e stabilire un processo per la Manutenzione Autonoma.

2.2.7 Step 7: Programma di Manutenzione Autonoma totalmente implementato (Gestione Autonoma)

L'ultimo *step* dell'*AM* consiste nell'implementazione di un programma di Manutenzione Autonoma valido non solo per l'area modello, ma estensibile a tutto lo stabilimento.

Una volta giunto allo *step* 7, il team di produzione può affermare di aver raggiunto la totale autonomia nell'utilizzo, nella gestione e nella manutenzione delle attrezzature. Questo *step* permette agli operatori di linea di diventare i veri "proprietari" delle macchine, considerato il *know-how* acquisito durante gli *step* precedenti.

Il processo a sette *step* della Manutenzione Autonoma può presentare una sfida in aziende in cui sono presenti un gran numero di attrezzature e un basso numero di persone che lavorano 24 ore su 24 su turni rotanti. In questi casi concentrare l'attività *AM* è molto importante e spesso viene usata una classificazione delle attrezzature per identificare le quelle che necessitano maggiore attenzione e che risultano prioritarie per l'*AM*. L'approccio raccomandato è quello di pilotare le attività *AM* ed imparare dall'area pilota prima di tentare di distribuire le metodologie in tutto l'impianto.

Gli errori più comuni che le aziende commettono nell'implementazione della Manutenzione Autonoma sono di iniziare dal punto finale – lo standard provvisorio – senza passare attraverso il processo graduale (*step by step*) di ripristino e miglioramento, e anche di iniziare con un'implementazione troppo grande prima di imparare le condizioni dell'attrezzatura e la richiesta di risorse attraverso le attività pilota.

2.3 I livelli di abilità dell'operatore

In riferimento ai sette *step* di *AM* si possono distinguere quattro livelli di abilità dell'operatore, che dovranno essere acquisiti attraverso attività di formazione e addestramento:

- **Livello 1:** si ottiene con la chiusura degli *step* 1-3. L'operatore diventa abile nel:
 - Saper scoprire le anomalie nel funzionamento della macchina e dei componenti;
 - Capire l'importanza di una lubrificazione adeguata che comprenda corretti metodi di lubrificazione e controllo;
 - Capire l'importanza della pulizia e conoscerne i metodi;
 - Collaborare nella riparazione delle anomalie scoperte.



- **Livello 2:** si ottiene con la chiusura degli *step* 4-5. L'operatore diventa abile nel:
 - Capire cosa guardare quando si controlla un meccanismo;
 - Avere capacità di diagnosi e capire le relazioni causa-effetto delle anomalie;
 - Saper giudicare quando è il momento di fermare la macchina;
 - Capire le relazioni tra il funzionamento della macchina e la qualità del prodotto.
- **Livello 3:** si ottiene con la chiusura dello *step* 6. L'operatore diventa abile nel:
 - Analizzare i fenomeni fisici legati ad un problema;
 - Comprendere i livelli di tolleranza statici e dinamici e come misurarli;
 - Capire le cause dei difetti.
- **Livello 4:** si ottiene con la chiusura dello *step* 7. L'operatore diventa abile nel:
 - Essere capace di sostituire i componenti;
 - Essere capace di valutare la vita utile dei componenti;
 - Essere capace di dedurre le cause dei guasti;
 - Essere capace di effettuare interventi di emergenza.

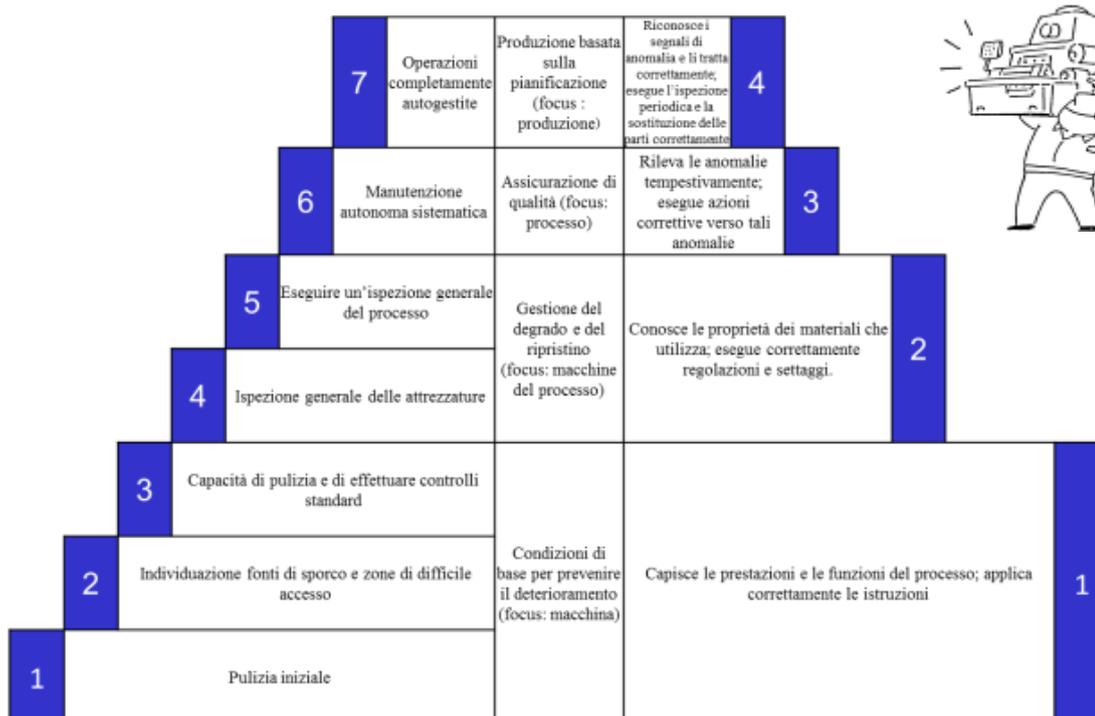


Figura 29. I quattro livelli di abilità dell'operatore

2.4 Gli indicatori di performance

Nella seguente tabella sono elencati gli indicatori di performance del pilastro *AM*, divisi in *KPI* (*Key Performance Indicators*) e *KAI* (*Key Activity Indicators*).

	KPI	KAI
Macchina Modello, Classe AA e Classe A	Numero di guasti per mancate condizioni base	Numero di cartellini Tag (Evasi / Emessi)
	Tempi di Pulizia	Persone coinvolte in attività AM
	Tempi di Ispezione	
	Scarti (%)	
	OEE	
Plant	Saving (€)	

Tabella 4. *KPI* e *KAI* del pilastro *AM*

3 Il WCM in Ariston Thermo Group

3.1 L'azienda

Ariston Thermo Group è un'azienda conosciuta in tutto il mondo nel settore del comfort termico per ambienti domestici, commerciali e industriali. Il Gruppo si è distinto grazie ai suoi prodotti ad alta efficienza, agli stabilimenti allineati agli standard produttivi più avanzati ed un servizio di assistenza pre e post-vendita.

Ariston Thermo è presente in tre settori principali, con marchi leader e un'offerta completa di prodotti e servizi:

- Comfort termico (89%)
- Bruciatori (7%)
- Componenti (4%)

L'Azienda ha subito una crescita esponenziale nel tempo, sia grazie alla sua politica di espansione e acquisizione di aziende già affermate nel settore, sia per la scelta di canali distributivi dedicati. Nel 2017 il Gruppo ha totalizzato ricavi per 1,57 miliardi di Euro, +10% rispetto al 2016. L'89% del fatturato aziendale viene generato fuori dall'Italia.

La *vision* del Gruppo è “Comfort sostenibile per tutti”, ovvero garantire a tutti, in ogni angolo del mondo, soluzioni di qualità per il riscaldamento dell'acqua, sempre nel rispetto dell'ambiente.

In linea con la *vision*, l'Azienda si prefigge la seguente *mission*: “Essere il partner di riferimento globale con l'offerta più completa di soluzioni efficienti e sostenibili per il riscaldamento di acqua e ambienti”. A questo scopo, Ariston Thermo cerca di comprendere e soddisfare i bisogni dei consumatori, con marchi leader e un'ampia offerta di prodotti e servizi nei settori del comfort termico, dei bruciatori e dei componenti.

L'obiettivo di Ariston Thermo è “Efficienza sostenibile”. Infatti, la cultura aziendale si fonda sulla convinzione che prodotti e processi efficienti possono dare un contributo determinante nel ridurre i consumi energetici e l'impatto ambientale senza sacrificare il comfort. L'Azienda intende giocare un ruolo di primo piano in questo scenario. Per questo motivo ha posto l'efficienza energetica alla base della sua strategia di crescita sostenibile, consapevole

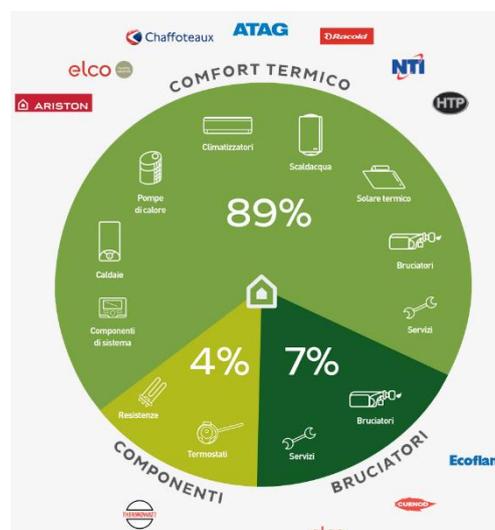


Figura 30. I settori principali del Gruppo

dell'impatto che il proprio settore produce in termini di consumi energetici e di emissioni nell'atmosfera.

Ariston Thermo produce 7 milioni di prodotti e 36 milioni di componenti all'anno, venduti in oltre 150 Paesi nel mondo. L'Azienda ha oltre 7000 dipendenti e vanta un'alta percentuale (80,5%) di posizioni manageriali occupate da risorse di provenienza locale. Il Gruppo è il partner globale di riferimento nel comfort ad alta efficienza energetica, con una forte presenza in Europa e nei Paesi emergenti, mantenuta e consolidata nel tempo. In particolare, il Gruppo possiede: 65 società operative e 8 uffici di rappresentanza in 36 paesi; 27 siti produttivi in 13 paesi; 23 centri di competenza e R&D in 12 paesi.



Figura 31. La presenza di Ariston Thermo nel mondo

3.1.1 I prodotti

Ariston Thermo offre un'ampia gamma di prodotti ad alta efficienza energetica. Oltre ai sistemi di riscaldamento tradizionali, il Gruppo sviluppa e produce soluzioni che utilizzano l'energia delle fonti rinnovabili: il solare termico e le pompe di calore. Essi traggono dal sole e dall'aria energia pulita per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda.

Inoltre, l'Azienda crede nell'innovazione al servizio della tecnologia domestica e si impegna nello sviluppo di soluzioni di connettività sempre più avanzate e *user-friendly* per offrire ai propri clienti massimo comfort, risparmio e un servizio assistenza efficace.

Ariston Thermo propone prodotti, sistemi e servizi connessi per la gestione di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda, tra i quali si distinguono termostati *smart* e prodotti con tecnologia wi-fi integrata al servizio del comfort termico. Tramite lo strumento della connettività, l'Azienda mira alla creazione di un ecosistema domestico, cioè un unico ambiente in cui gli oggetti comunicano tra di loro, con i clienti e con il servizio di assistenza, per offrire un'esperienza d'uso in linea con le aspettative e i bisogni del cliente.

Uno degli obiettivi futuri è la gestione in rete di un ecosistema, tramite soluzioni di connettività con un'unica interfaccia semplice e intuitiva, che permetta non solo il controllo dei singoli impianti, ma anche un monitoraggio integrato dell'intero sistema per massimizzare l'efficienza e ridurre i consumi e l'impatto sull'ambiente. Per Ariston Thermo la grande sfida del risparmio energetico è un'opportunità di crescita e innovazione.

La strategia di commercializzazione e distribuzione del prodotto consiste nella stretta collaborazione con partner commerciali, che fanno da intermediari con gli installatori e i clienti finali, offrendo canali dedicati o condivisi in base al mercato geografico di appartenenza.

Il prodotto viene quindi pubblicizzato attraverso una logica *pull*: rivenditori e installatori dei vari sistemi di riscaldamento sono invitati a meeting organizzati in apposite *Show Rooms* direttamente presso gli stabilimenti produttivi, permettendo così una presentazione completa del prodotto sin dalla sua produzione.

3.1.2 I processi

Ariston Thermo investe nella gestione efficiente e responsabile dei propri processi produttivi, migliorando le prestazioni ambientali attraverso una verifica dell'impatto che le sue attività e i suoi servizi hanno sull'ambiente circostante. Il Gruppo è impegnato nella costante ottimizzazione dei consumi energetici e nel riutilizzo degli scarti di lavorazione. La formazione delle persone e la massima attenzione alla sicurezza sono priorità dell'Azienda in tutte le sue attività.

Gli impianti di fabbricazione del Gruppo sono sottoposti ad una verifica continua delle performance, permettendo in questo modo di migliorare ogni aspetto della produzione e manutenzione dell'impianto. L'implementazione del programma *World Class manufacturing (WCM)*, sviluppato per integrare flessibilità, controllo dei tempi di processo e riduzione dei costi di fabbricazione, è ora più ampia che mai e consente di raggiungere risultati sempre più sfidanti. Allo stesso modo, la metodologia *Lean Six Sigma* permette di ridurre la variabilità dei processi produttivi attraverso il training e l'identificazione di specifiche figure professionali.

3.1.3 La storia

Le Industrie Merloni nascono nelle Marche negli anni '30 ad opera di Aristide Merloni. L'attività si occupa inizialmente della produzione di bilance. Dopo la Seconda Guerra Mondiale l'Azienda, che rischia la chiusura, decide di riorganizzare la propria attività ed entra nel settore termosanitario.

Così negli anni '60, con quasi 600 dipendenti e 5 stabilimenti, inizia la produzione di bombole per gas e scaldacqua elettrici. È in questa fase di intensa crescita che nasce il marchio *Ariston*.

Negli anni '70 l'Azienda diventa leader in Italia nel settore degli scaldacqua e si diffonde nei principali mercati dell'Europa Occidentale. Nella seconda metà degli anni '80, la Merloni Termosanitari S.p.a. (MTS) si divide dal resto delle

Industrie Merloni, divenendo di fatto autonoma e indipendente dal settore elettrodomestici (che poi diverrà il marchio Indesit). Negli stessi anni l'Azienda, entra nel settore del riscaldamento degli ambienti e inizia la produzione di caldaie. È in questi anni che iniziano le politiche di espansione, prima con l'acquisizione della Rheem Radi nel 1985, noto marchio di scaldabagni già affermato in Italia, poi con la New Far S.r.l. nel 1988, la quale permette al gruppo Merloni di acquisire tutte le competenze e il *know-how* maturati in 40 anni di attività nel campo del riscaldamento degli ambienti.

Negli anni '90, con l'apertura di filiali in Europa Orientale e in Asia, l'Azienda è ormai uno dei protagonisti mondiali nel riscaldamento dell'acqua e degli ambienti: è in questi anni, infatti, che acquisisce Racold, la più grande società di scaldacqua in India, e inaugura il primo stabilimento interamente di proprietà in Cina. Nel decennio successivo il Gruppo acquisisce società e marchi storici nel settore del riscaldamento e dei bruciatori.

In particolare, nel 2001 viene acquisita Chaffoteaux & Maury, un'azienda francese specializzata nelle caldaie murali e nei sistemi di riscaldamento: attivo sul mercato francese fin dal 1914, il marchio è divenuto nel tempo un punto di riferimento per i professionisti del settore, distinguendosi per la sua continua innovazione tecnologica. Sempre nel 2001 viene acquisito Elco, storico marchio tedesco specialista nelle "*heating solutions*" e nella fornitura di sistemi complessi. Seguono le acquisizioni di altre aziende, quali Cuenod, Ecoflam e Termogamma SA, e viene inaugurato un nuovo stabilimento a San Pietroburgo, Russia.



Figura 32. Aristide Merloni, fondatore del Gruppo

In seguito a questa crescita il Gruppo - fino a questo momento MTS Group - adotta il nome *Ariston Thermo* e diventa tra i leader mondiali nel settore del riscaldamento dell'acqua e degli ambienti con una gamma ormai completa di prodotti, sistemi e servizi. A partire dal 2002, forte dei Brand in portafoglio, il gruppo inizia una forte riorganizzazione degli *asset* produttivi, nonché una radicale rivisitazione e reingegnerizzazione della gamma dei prodotti offerti, al fine di coprire ogni segmento di mercato e allo stesso tempo garantire una standardizzazione a livello progettuale e componentistico.

Nel 2011, con l'acquisizione di Cipag SA e Domotec AG, Ariston Thermo si conferma leader in Svizzera nella produzione, distribuzione e manutenzione di sistemi per il riscaldamento dell'acqua. Nello stesso anno il Gruppo decide di intraprendere il percorso del *World Class Manufacturing (WCM)*, seguendo l'esempio del settore *automotive*, con lo scopo di migliorare il proprio sistema produttivo e gestionale. Il progetto viene avviato negli stabilimenti pilota di Osimo, Genga ed Arcevia, con l'obiettivo di estenderlo a tutti gli altri stabilimenti in futuro.

Nel 2013 Ariston Thermo acquisisce DHE, una società italiana nel settore delle resistenze elettriche per applicazioni commerciali e industriali, e costituisce una *joint venture* per la produzione e la commercializzazione in Uzbekistan di sistemi di riscaldamento per uso domestico ad alta efficienza energetica. L'anno successivo entra in Ariston Thermo l'olandese ATAG Heating, brand di fascia alta nel settore del riscaldamento. Sono di quest'anno anche due importanti operazioni nei mercati a maggior crescita: l'acquisizione di Heat Tech Geysers, secondo player nel mercato sudafricano degli scaldacqua, e l'inaugurazione di un nuovo stabilimento in Vietnam, all'avanguardia nella produzione di scaldacqua elettrici.

Nel 2015 il Gruppo costituisce la nuova consociata Ariston Thermo Indonesia ed entra nel mercato danese con l'acquisizione di Gastech-Energi A/S. Acquisisce anche SPM, azienda francese di bruciatori e componenti. In occasione dei 20 anni di presenza in Russia viene inaugurato un nuovo polo logistico a San Pietroburgo. Nel 2016 Ariston Thermo continua a crescere, sia tramite acquisizioni, sia con il raggiungimento di traguardi importanti in siti storici: il marchio NTI, leader in Canada e tra i leader negli USA nel settore delle caldaie a condensazione, entra a far parte del Gruppo con prodotti e servizi rinomati per qualità e affidabilità; mentre in Italia, gli stabilimenti di Arcevia e Osimo ottengono l'ambita medaglia di bronzo del *World Class Manufacturing*.

Oggi Ariston Thermo continua il suo percorso di crescita sia nei mercati emergenti sia nei mercati maturi, non solo con la distribuzione dei propri prodotti, ma anche con stabilimenti produttivi che rispondono agli standard di Qualità del Gruppo.

3.2 Lo stabilimento di Osimo

3.2.1 La storia dello stabilimento

Nel 1972 nasce la SIMAT, produttrice di caldaie a gasolio, serbatoi per gasolio e generatori d'aria calda con una produzione iniziale di 500 pezzi/anno. Nel 1989, anno in cui la SIMAT raggiunge una produzione di 19.000 pezzi/anno, la società viene acquistata dalla Merloni Termosanitari S.p.a. (MTS Group) – nome originario del Gruppo. Nel 1995, nel vecchio stabilimento, si arriva alla produzione di 100.000 pezzi.



Figura 33. Stabilimento di Osimo

Due anni dopo viene costruito un nuovo stabilimento di 20.000 m² e si arriva alla produzione di 200.000 pezzi. Nel 1999 vengono costruiti 5.000 m² di coperture mobili per stivare i condizionatori d'aria; nello stesso anno vengono collaudati, nel vecchio stabile, 15.000 pezzi. Nel 2000 vengono collaudati 50.000 condizionatori e sono prodotte 200.000 caldaie murali. Nel 2002, dopo l'acquisizione di Chaffoteaux e Elco-Ecoflam da parte di MTS Group, lo stabilimento di Osimo vede un aumento vertiginoso della produzione. Nel 2006 vengono prodotti 323.000 pezzi e inizia la produzione della piattaforma Galileo, che si estende a tutti gli stabilimenti del Gruppo e che di fatto segna l'ascesa dell'Azienda ai vertici del mercato. Nel 2007, infatti, vengono prodotte 260.000 caldaie murali di cui 136.000 Galileo. Negli anni 2008-2010 lo stabilimento è coinvolto nel progetto di revisione *Footprint* industriale, con la razionalizzazione delle strutture produttive tra Osimo e Saint Brieuc che porta alla localizzazione in Italia delle linee di assemblaggio di caldaie murali. Nel 2011 lo stabilimento di Osimo è incluso come *plant* pilota di Ariston Thermo nel programma *World Class Manufacturing*.

Nel 2012 parte il rinnovo della piattaforma delle caldaie murali: Galileo Evolution (GALEVO). Il totale di caldaie prodotte nel 2012 è di 458.000. Nel 2014, per la prima volta nella sua storia, il budget del *plant* di Osimo prevede il superamento delle 500.000 unità di prodotto finito.

Nel 2015 viene avviato il progetto di “alimentazione frontale” del materiale sulle linee di montaggio della piattaforma standard (progetto “*Frontal Feeding*”). Nello stesso anno, si assiste ad un cambiamento del mix di fabbrica (Prodotti SE→HE, ovvero da *Standard Efficiency* a *High Efficiency*). Nel 2016 viene introdotto il concetto di flusso teso con l’investimento su una nuova linea di pre-montaggio di gruppi idraulici, l’estensione

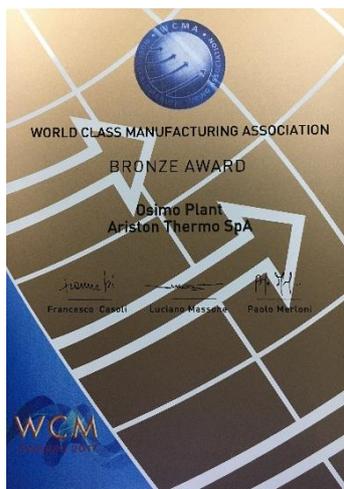


Figura 34. Medaglia di bronzo del WCM

dell’alimentazione frontale sulla linea di assemblaggio delle caldaie a condensazione e un nuovo ed innovativo collaudo senza acqua con approcci automatici, che non richiedono più l’assistenza dei collaudatori. Inoltre nel 2016 il *plant* di Osimo conquista la Medaglia di Bronzo (punteggio di 50/100) nel programma *WCM*.

Nel 2017 viene costruito un magazzino di materie prime di *plant* a flusso di 3300 m², riducendo fortemente le movimentazioni dei materiali dal vecchio magazzino (posizionato a circa 800 m di distanza dal *plant*). Nello stesso anno viene avviato anche un innovativo sistema di collaudo delle caldaie a condensazione ad

aria, che migliora la qualità e l’efficacia del prodotto (non ci sono residui di acqua nel prodotto e il consumo di gas è limitatissimo, oltre ad un’affidabilità nel rilevare le perdite estremamente elevata).

Oggi lo stabilimento di Osimo rappresenta un sito fondamentale per il Gruppo, poiché comprende tutte le funzioni principali del business, tra cui:

- Product Management
- Marketing
- Ricerca e Sviluppo (R&D)
- Qualificazione e test
- Prototipazione
- Produzione
- Logistica prodotti finiti
- Pre-vendite e post-vendite

3.2.2 Localizzazione, descrizione e layout

Lo stabilimento è situato a Passatempo di Osimo, in via Cola n° 27, località periferica di Osimo (AN). Lo stabilimento di Osimo appartiene al Gruppo Ariston Thermo Group e si occupa principalmente della produzione di caldaie a gas murali.

Il sito si pone come centro di competenza per il comfort domestico: oltre alla Produzione e ai reparti ad essa correlati (Qualità, Manutenzione, ecc..), ospita l'R&D, il Laboratorio ed altre Funzioni di Staff.

Il *plant* di Osimo si estende su un'area di 31 km². Il sito è collocato su uno stabile così strutturato:

- una palazzina che ospita gli uffici (circa 600 m²);
- un'area produttiva a cui sono destinati circa 20.000 m²;
- il magazzino Prodotto Finito situato a valle del processo produttivo, ma che ricade sotto una gestione esterna.

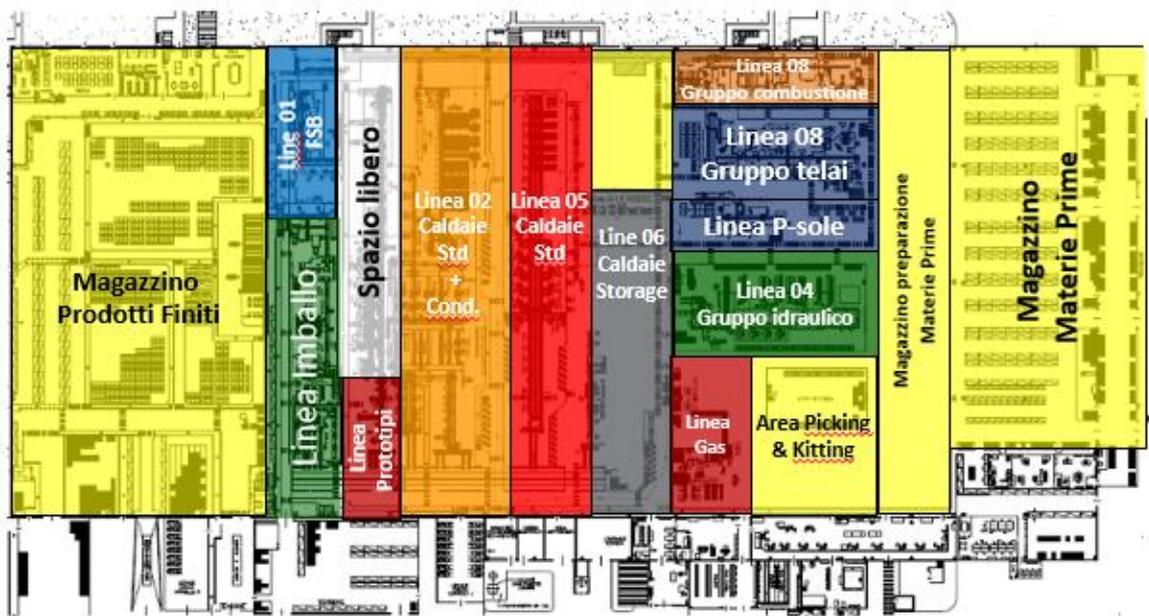


Figura 35. Layout del *plant* di Osimo

L'area preposta alla produzione si divide in: cinque linee di produzione di semi-lavorati, quattro linee di assemblaggio, una linea di imballaggio e due magazzini.

Il layout del *plant* segue fedelmente il flusso dei materiali, che va da destra a sinistra (guardando la Figura 35): le materie prime che arrivano dai fornitori vengono stoccate all'interno del magazzino Materie Prime, gestito direttamente dalle risorse di *plant*.

Il materiale che esce dal magazzino viene preparato dal personale logistico in un'area destinata allo smistamento e successivamente viene consegnato alle varie linee di produzione di semi-lavorati, che fungono da clienti interni.

Una volta terminata la realizzazione dei semi-lavorati - ovvero il gruppo combustione, il gruppo idraulico e il telaio della caldaia - questi vengono trasferiti sulle linee di assemblaggio che danno vita al prodotto finito.

L'ultimo processo di competenza del plant è l'imballaggio, che avviene sulla linea L07 situata in un'area adiacente al magazzino Prodotti Finiti, gestito da una ditta esterna.

3.2.3 I prodotti

Nello stabilimento di Osimo avviene la produzione di accessori e caldaie.

In particolare, vengono prodotti 473 codici di accessori per un totale di 630.000 pezzi all'anno.



Lo stabilimento ha prodotto nel 2017 più di 500.000 caldaie, con un'importante rilevanza e marginalità per il business. I prodotti sono divisi essenzialmente in due macro famiglie che servono diversi mercati (Condensazione e Convenzionale).

Il focus del sito è fortemente spostato sulla condensazione, viste le ultime normative che non permettono più la commercializzazione dei prodotti STD.

Le caldaie prodotte si dividono in diverse tipologie:

- Caldaie murali convenzionali: 51 codici prodotti per un totale di 220 mila pezzi all'anno.
- Caldaie murali a condensazione: 103 codici prodotti per un totale di 352 mila pezzi all'anno.
- Caldaie murali *Specialty*: 13 codici prodotti per un totale di 26 mila pezzi all'anno.
- Caldaie a basamento (a condensazione e solari): 21 codici prodotti per un totale di 700 pezzi all'anno.¹



¹ Dati riferiti all'anno 2017.

Le caldaie prodotte nel *plant* di Osimo sono a marchio Ariston, Chaffoteaux e Elco.

Lo stabilimento lavora seguendo le esigenze dei vari mercati, quindi ha una variabilità di output importante che porta la forza lavoro a passare da un minimo di 140 ad un massimo di circa 300 dipendenti nei periodi di “alta stagione”. Il *plant* di Osimo serve più di 150 paesi in tutto il mondo visto che è praticamente l’unico produttore di caldaie del Gruppo Ariston Thermo a meno del *plant* cinese di Wuxy per vendite locali.

3.2.4 I processi

Di seguito sono elencati gli *step* che costituiscono il processo produttivo del *plant* di Osimo:



Figura 36. Processo produttivo del *plant*

1. Processamento dell'ordine: è una funzione importante che si svolge nella sede centrale di Fabriano (AN). Gli ordini a livello mondiale vengono analizzati e raggruppati per definire la quantità settimanale di richieste di mercato delle caldaie.
2. Pianificazione della produzione: questa funzione avviene all'interno del *plant* e si occupa di decidere e pianificare quanti e quali codici devono essere prodotti giornalmente per soddisfare la richiesta di mercato.
3. Approvvigionamento – Ricezione materiale: questa funzione è responsabile della ricezione di gruppi funzionali e componenti dai fornitori. Si occupa, inoltre, della registrazione e del controllo qualità delle materie prime e semi-lavorati forniti dai fornitori (interni ed esterni).

4. Produzione: comprende la produzione e il collaudo dei semi-lavorati e dei prodotti finiti. Inoltre, viene effettuato un controllo statistico sul 2% delle caldaie dai prodotti finiti.
5. Imballaggio: le funzioni di imballaggio includono, oltre all'inscatolamento dei prodotti finiti, la personalizzazione delle caldaie con manuali di istruzioni, kit e accessori relativi al prodotto specifico.
6. Magazzino: a valle della produzione, le caldaie vengono stoccate all'interno del magazzino Prodotti Finiti.
7. Spedizione: questa funzione si occupa della consegna dei prodotti finiti ai mercati. Vedendo il mercato esterno come un unico grande cliente, non risulta necessario implementare strategie di logistica distributiva.

Occorre specificare che le attività di processamento dell'ordine, magazzino e spedizione (numeri 1, 6 e 7) vengono svolte al di fuori del perimetro dello stabilimento di Osimo, mentre le restanti attività vengono svolte all'interno.

3.2.5 Il flusso produttivo delle linee di assemblaggio

Le quattro linee di assemblaggio del *plant* si distinguono in:

- L06: caldaie Storage con vaso di accumulo
- L05: caldaie convenzionali o Standard
- L02: caldaie convenzionali o Standard e caldaie a condensazione
- L01: caldaie a basamento o Colonna

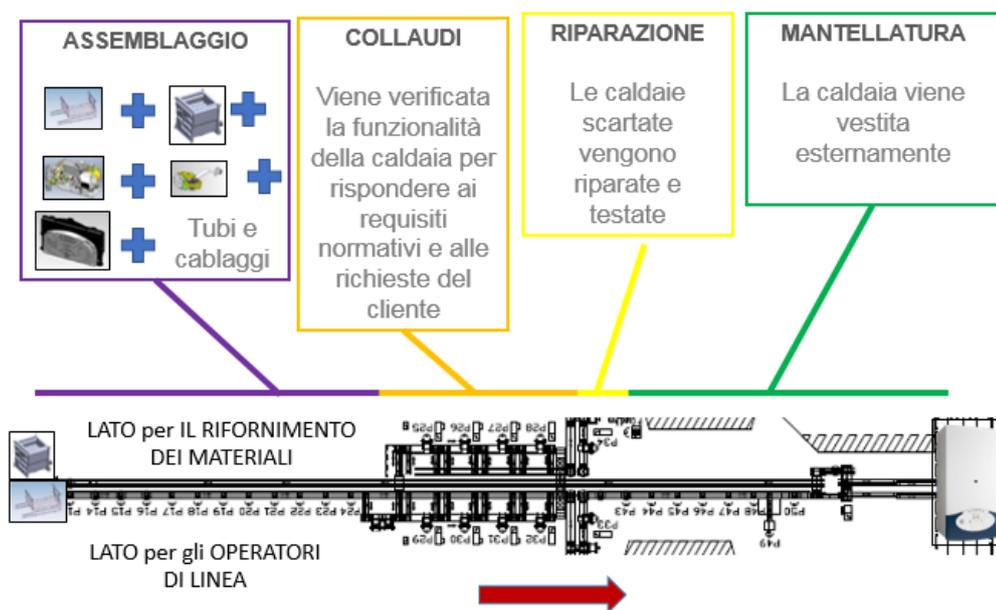


Figura 37. Flusso produttivo linee assemblaggio

Tutte le linee di assemblaggio presenti nello stabilimento sono costituite da quattro fasi principali (Assemblaggio, Collaudi, Riparazione e Mantellatura), come illustrato nella Figura 37. Queste linee sono caratterizzate da un sistema di approvvigionamento di tipo frontale, chiamato “*frontal feeding*”, che permette agli operatori di avere tutto il materiale necessario all’interno della loro *Golden zone*, come anticipato nel paragrafo “1.3.5 Autonomous Activities: Workplace Organization (WO)” di questo elaborato. Tale sistema rende il processo di assemblaggio molto più rapido, ordinato ed efficiente, con evidenti conseguenze positive sull’indicatore *OEE* di linea e sul rendimento dell’intera fabbrica.

3.2.6 La concorrenza

I principali concorrenti di Ariston Thermo Group per quanto riguarda la produzione di caldaie sono: Vaillant, Bosch, Baxi, Viessmann, Ideal Boilers, Riello, Immerfin, Ferroli, Elginkan. Nella seguente tabella è indicata la posizione del Gruppo in relazione ai suoi concorrenti all’interno del mercato:

Volume di mercato totale (ku)		8.500	
Posizione	Azienda	Volume	MS
1°	VAILLANT	1.595.900	18,98%
2°	BOSCH	1.418.410	16,87%
3°	BAXI	1.092.205	12,99%
4°	ARISTON THERMO GROUP	489.970	5,83%
5°	VISSMANN	415.620	4,94%
6°	IDEAL BOILERS	321.130	3,82%
7°	RIELLO	279.090	3,32%
8°	IMMERFIN	256.095	3,05%
9°	FERROLI	238.945	2,84%
10°	ELGINKAN	181.400	2,16%

Figura 38. Posizione di Ariston Thermo sul mercato

Osimo è uno dei siti più competitivi in Europa. Il *plant* si prefigge tre obiettivi principali per mantenere la sua competitività nel tempo:

1. Soddisfazione dei clienti;
2. Supporto all’innovazione (con il controllo remoto dei sistemi di riscaldamento tramite smartphone – Figura 39) e lancio di nuovi prodotti (nuova estetica e nuove tecnologie);
3. Riduzione dei costi di trasformazione dei prodotti con il supporto e la guida del programma WCM e il nuovo design dei prodotti.



Figura 39. Controllo remoto tramite smartphone

3.2.7 Approccio al WCM

Ariston Thermo applica la metodologia *WCM* nei suoi stabilimenti per migliorare costantemente la produttività e la Qualità dei prodotti e dei servizi, garantendo sicurezza e rispetto per l'ambiente.



I principali vantaggi del WCM in Ariston Thermo sono:

- Prodotti e servizi di qualità con risposte immediate ai clienti;
- Migliore formazione degli operatori e un ambiente più confortevole e sicuro;
- Sensibile riduzione dell'impatto ambientale degli stabilimenti;
- Monitoraggio sistematico dell'efficienza energetica degli stabilimenti;
- Ottimizzazione dell'approvvigionamento delle materie prime, delle rotazioni di magazzino e dei turni di lavoro;
- Movimentazione interna delle materie prime più efficace e trasporti esterni più efficienti;

La metodologia *World Class Manufacturing*, introdotta a partire dal 2010, è oggi operativa in 13 stabilimenti: offre un sistema integrato di strumenti standardizzati, progettato per uniformare i processi eliminando gli sprechi e migliorando la qualità, la sicurezza, il rispetto per l'ambiente e il coinvolgimento delle persone.

Il *World Class* è un programma in continua evoluzione e consente non solo di migliorare il livello di servizio attuale, ma anche di avere una visione e delle prospettive di medio e lungo termine, in sintonia con le future sfide industriali. L'applicazione del *WCM* passa attraverso un uso efficace dell'automazione e il miglioramento costante di tutti i processi, all'insegna della qualità, dell'ambiente e della sicurezza.

Gli stabilimenti Ariston Thermo di Arcevia e Osimo hanno conquistato la medaglia di bronzo, che corrisponde a 50 punti della scala *World Class Manufacturing*: un riconoscimento importante, se si considera che, al di fuori del settore *automotive*, solo poche fabbriche al mondo possono vantare questo risultato.

Allo stato attuale, il livello di sviluppo dei pilastri (tecnici e manageriali) del *WCM* nel *plant* di Osimo, è il seguente:²

	2011	2012	2013	July 14	Dec 14	July 15	Dec 15	July 16	Dec 2016	May 2017	Dec 2017	TARGET Jun 2018	TARGET Dec 2018	ott-19	TARGET 2019	TARGET 2020
PILLAR																
SAF	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3
CD	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3		3	4
FI	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3		3	3
AA	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3		3	3
PM	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3
QC	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3		3	3
LOG	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3
EEM/EPM	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3		3	3
PD	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3		3	3
ENV/ENE	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3
TOT	8	12	17	19	21	21	22	23	25	25	25	27	28		30	31
TECNICI																
MANAGERIAL PILLAR																
MANAGEMENT COMMITMENT	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3
CLARITY OF OBJECTIVES - KPI	1	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	3	3		3	4
ROUTE MAP TO WCM	0	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3		3	3
ALLOCATION OF HIGHLY QUALIFY	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3		3	3
COMMITMENT OF THE ORGANIZ	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3		3	3
COMPETENCE OF ORGANIZATION	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3		3	3
TIME AND BUDGET	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3		3	3
LEVEL OF DETAIL	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3
LEVEL OF EXPANSION	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3
MOTIVATION OF OPERATORS	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3		3	3
TOT	8	12	17	21	22	22	22	23	25	26	27	28	29		30	31
OPERAI																
GRAND TOTAL	16	24	34	40	43	43	44	46	50	51	52	55	57		60	62

Figura 40. Punteggio assegnato ai pilastri (Osimo)

Rispetto alla figura sopra riportata, risalente al periodo precedente all'audit di giugno 2018, è opportuno notare che il target prefissato dall'azienda, rappresentato dai numeri in rosso, è stato rispettato solo in parte. In particolare, durante l'ultimo audit *WCM* tenutosi il 6 e 7 giugno 2018 è stato assegnato un punto al pilastro *PD*, che è passato da un punteggio di 2 a 3, diversamente

² Dati riferiti a maggio 2018.

da quanto previsto dall'azienda, che "richiedeva" anche un punto per il pilastro tecnico *QM* e un punto per il pilastro manageriale *Time & Budget*. Dunque, il punteggio del *plant* di Osimo allo stato attuale è di 53 punti.

Di seguito viene riportato l'organigramma funzionale dello stabilimento (Figura 41); da notare come la figura di *WCM Support*, ovvero di coordinatore al livello di impianto del programma *WCM*, sia di fatto affiancata al *Plant Manager*, per l'impatto che tale modello produttivo ha sulla gestione degli *asset* e sull'organizzazione aziendale.

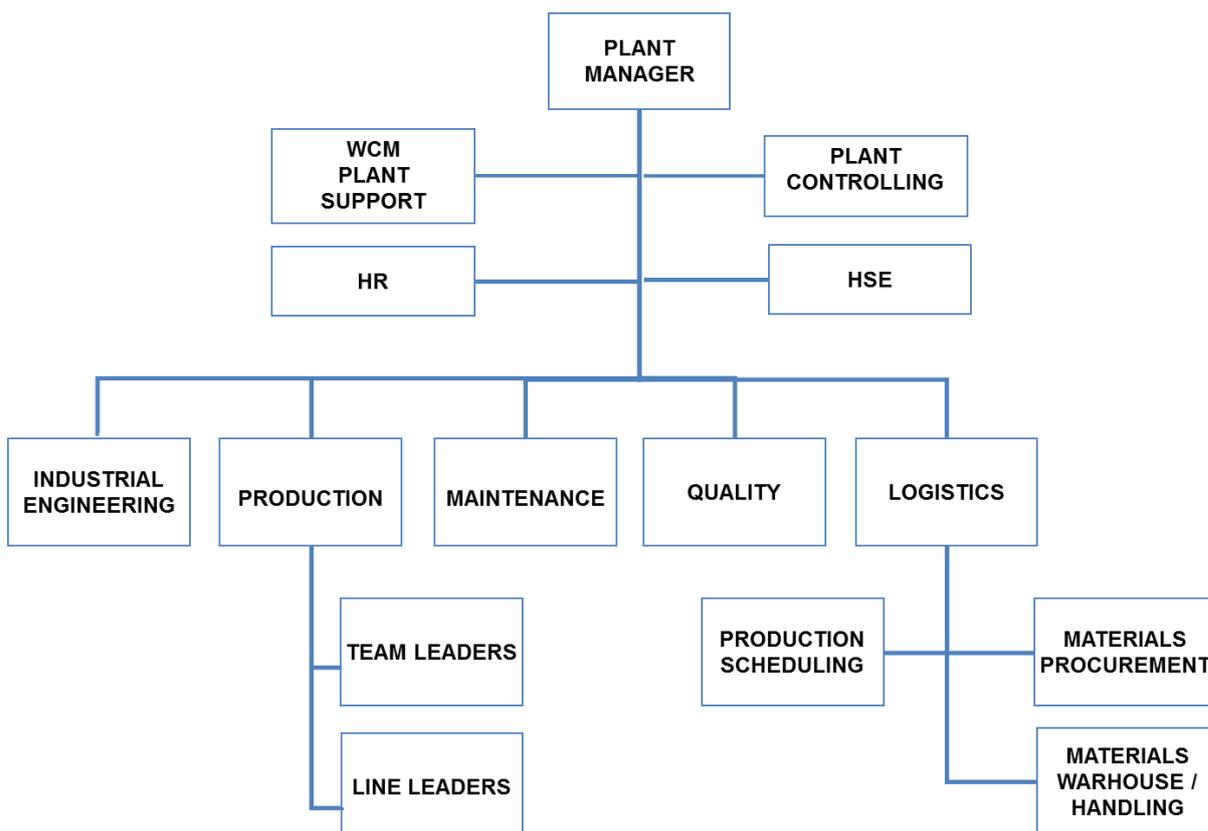


Figura 41. Organigramma del *plant* di Osimo

Inoltre, all'inizio del 2018 è partito il progetto "*Team Leader*", il cui scopo principale è quello di coinvolgere i capilinea di tutte le aree produttive – chiamati appunto *Team Leader* – nel processo di *problem solving* che viene implementato all'interno dello stabilimento con il supporto degli strumenti del *WCM*. In questo modo, l'Azienda mira alla trasformazione dei *Team Leader* in veri e propri ingegneri della produzione industriale, in grado di trovare soluzioni efficaci e di velocizzare la loro implementazione.

4 Il pilastro AM in Ariston Thermo Group: stabilimento di Osimo

Nel seguente capitolo viene trattato un caso studio relativo ad un progetto di miglioramento realizzato dal pilastro AM nello stabilimento di Osimo da aprile a giugno 2018.

4.1 Il lavoro del Cost Deployment: individuazione delle perdite

Prima di procedere con la spiegazione dei vari *step*, viene presentata l'analisi effettuata dal pilastro del *Cost Deployment*, che ha il compito di individuare le maggiori perdite del *plant* e di assegnare una priorità alle attività da svolgere per azzerare queste perdite. Per quanto riguarda il pilastro AM, il CD ha classificato le macchine presenti all'interno dello stabilimento in base alle perdite economiche causate da ciascuna di esse.

Nel *plant* di Osimo sono presenti 71 macchine, di cui 59 si trovano in vari step dell'AM mentre 12 non sono mai state approcciate dalla manutenzione autonoma. La tabella seguente mostra la situazione attuale delle macchine, divise per step:

Classificazione	Step 0	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Totale
AA					16	2	1	19
A				7	4			13
B				19				19
C	12			5				17
EEM				1	4			5
Totale	12			32	24	2	1	71

Tabella 5. Classificazione macchine AM

Questa classificazione permette di individuare in modo immediato quali sono le macchine su cui è necessario agire per primi perché sono quelle che causano il maggior numero di perdite (classe AA), e allo stesso tempo evita allo stabilimento e all'Azienda di investire tempo e risorse sulle macchine "meno importanti", che causano delle perdite minori (classe C).

A questo punto il pilastro *CD* ha costruito il diagramma di Pareto delle perdite (Figura 42), che costituisce il punto di partenza per l'assegnazione dei progetti di miglioramento ai vari pilastri.

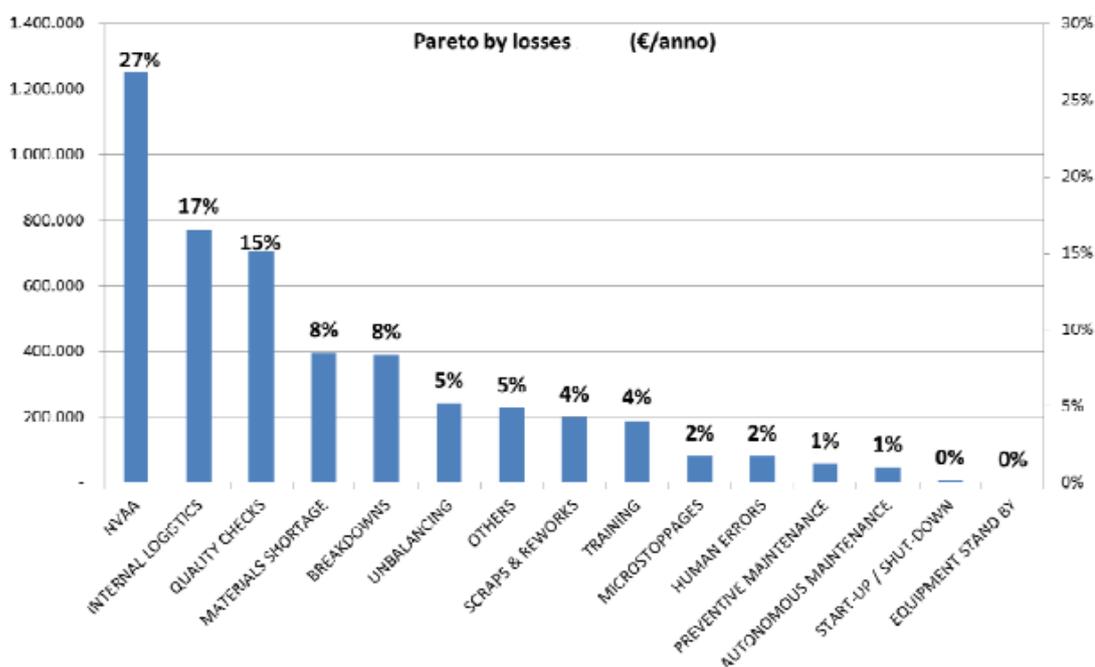


Figura 42. Diagramma di Pareto delle perdite

Tra le perdite individuate vi è la perdita dovuta al “*Breakdown*”, ovvero al guasto delle macchine. Attraverso l'utilizzo della Matrice D - che ha il compito di assegnare le perdite al pilastro di riferimento e di prioritizzare le contromisure - questa perdita è stata suddivisa in quattro cause, ciascuna delle quali viene attaccata da un pilastro diverso:

1. Mancanza di manutenzione: perdita attaccata dal pilastro *Professional Maintenance* con approccio sistematico;
2. Mancanza di condizioni di base: perdita attaccata dal pilastro *Autonomous Maintenance* con approccio sistematico;
3. Debolezza di progetto: perdita attaccata dal pilastro *Focused Improvement* con approccio focalizzato di miglioramento;
4. Problemi del conduttore: perdita attaccata dal pilastro *People Development* con approccio specifico legato alla formazione del personale.

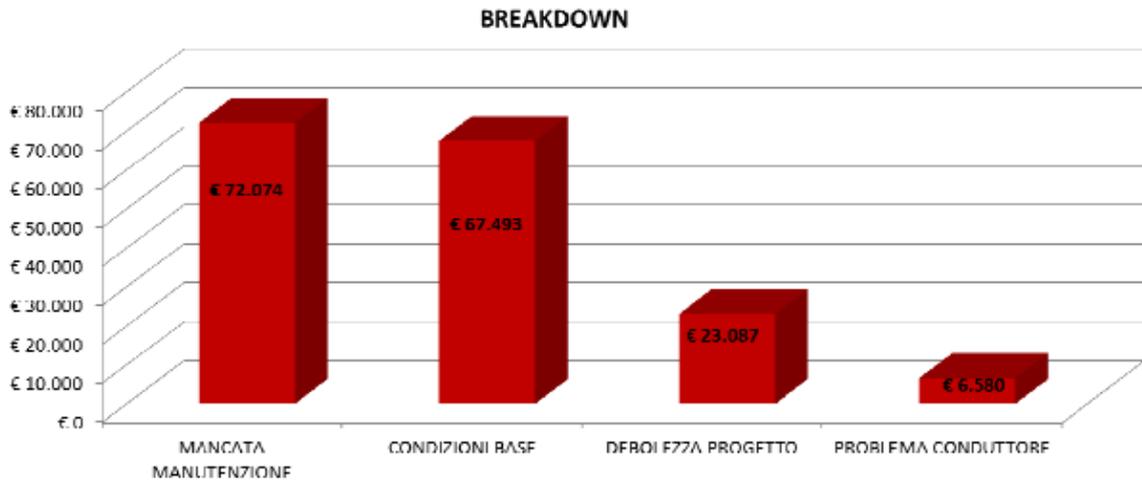


Figura 43. Stratificazione delle perdite per *Breakdown*

Dopo aver assegnato ogni causa radice ad un pilastro è possibile costruire il Pareto di attaccabilità delle perdite, il quale consente di visualizzare graficamente la percentuale di “responsabilità” di ogni pilastro nel processo di riduzione o, nel migliore dei casi, di azzeramento delle perdite.

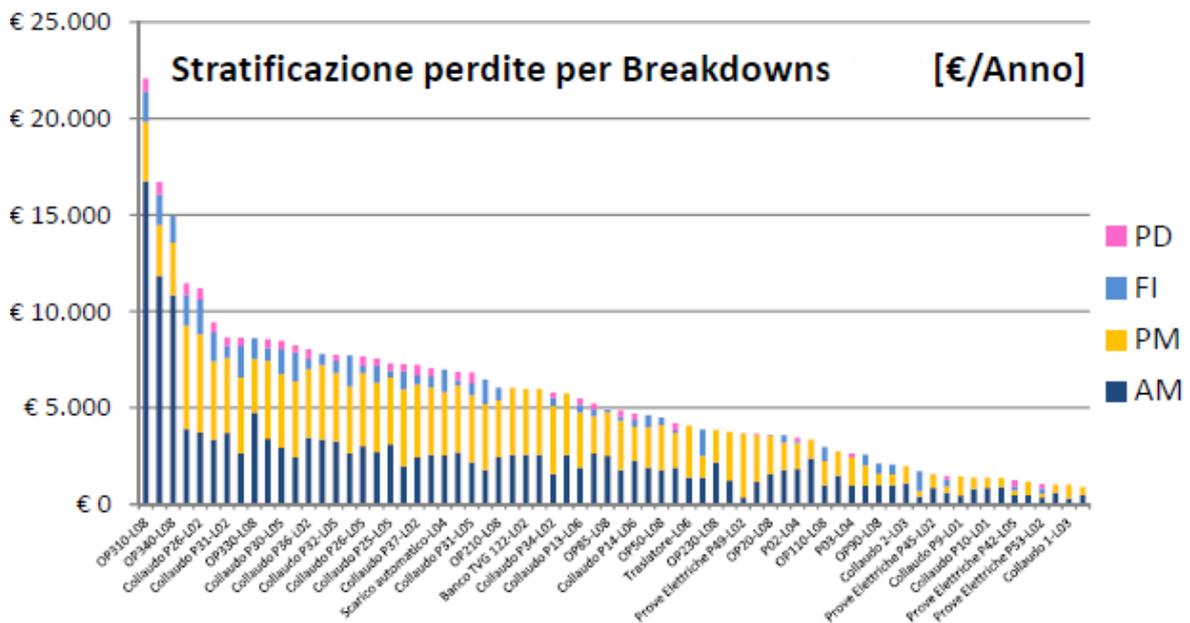


Figura 44. Suddivisione delle perdite per *Breakdown* nei vari pilastri

Il progetto presentato nei prossimi paragrafi si riferisce alle perdite causate dalla macchina di scarico automatico della linea L04, che per migliore chiarezza sarà chiamata “pallettizzatore” nel resto della trattazione. Le Figure 45 e 46 mostrano il Pareto delle perdite per mancanza di condizione di base che sono di competenza del pilastro *AM*.

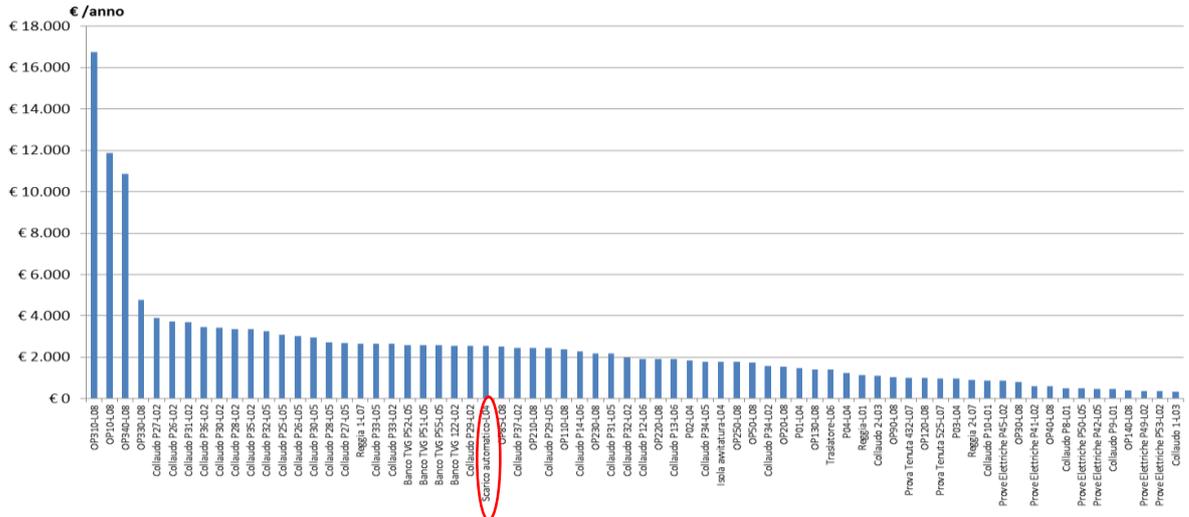


Figura 45. Pareto delle perdite per mancanza di condizioni di base

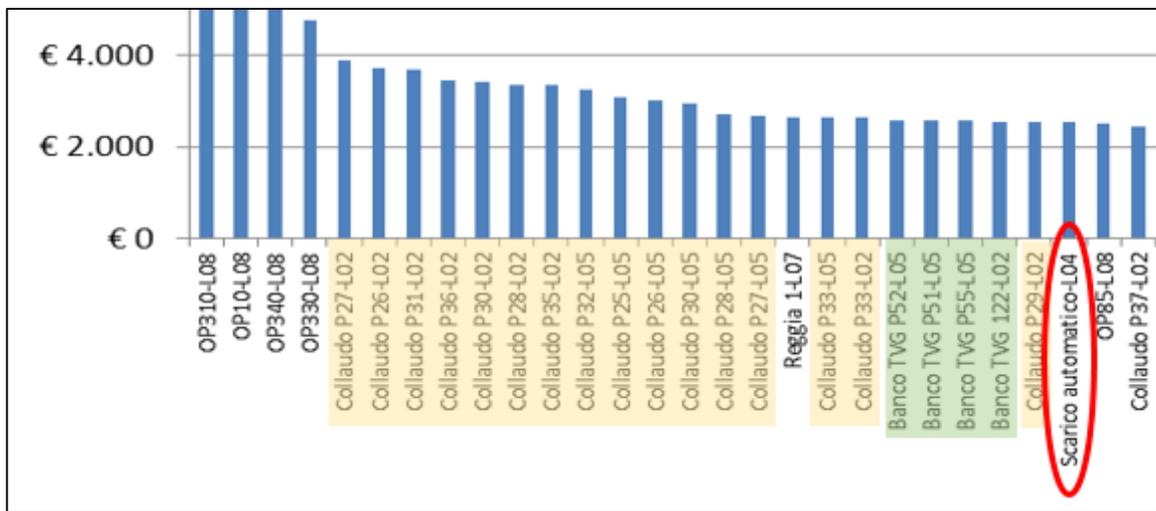


Figura 46. Dettaglio - Pareto delle perdite per mancanza di condizioni di base

Come si può notare nella Figura 46, la perdita “Scarico automatico L04” può essere considerata l’ottava perdita più significativa dello stabilimento, se si considerano le perdite relative ai collaudi e ai banchi TVG come un “unico problema”. In altre parole, una volta individuata la causa radice della perdita che interessa un collaudo, è possibile applicare la stessa soluzione su tutte le macchine di collaudo della L02 e della L05 poiché hanno lo stesso funzionamento. Lo stesso ragionamento può essere effettuato per le perdite che interessano i banchi TVG. Secondo la classificazione delle macchine effettuata dal CD, il pallettizzatore è una macchina di classe A.

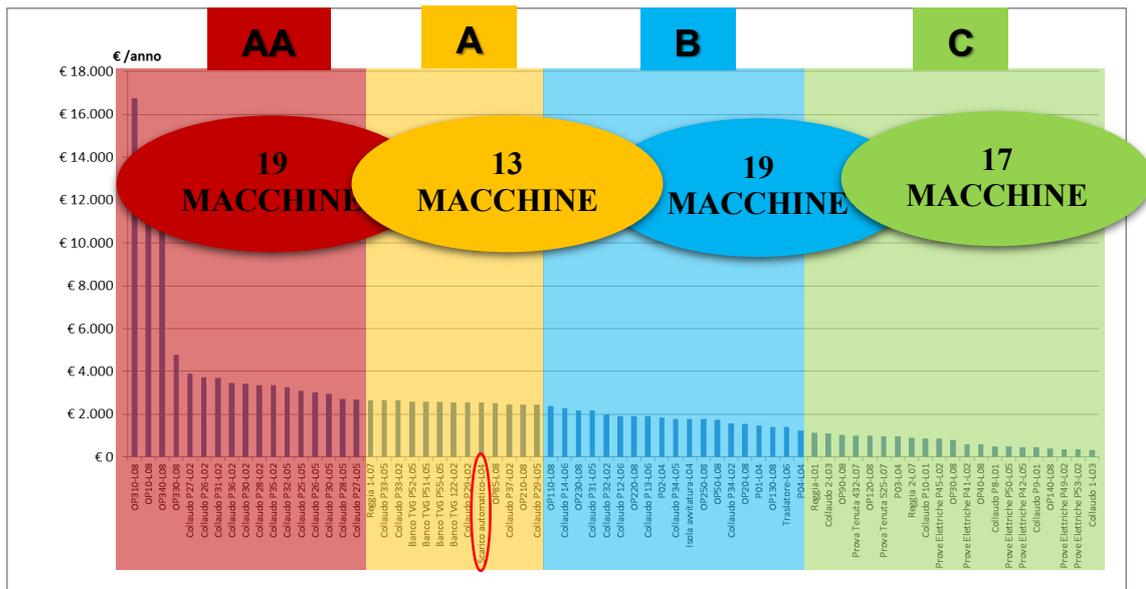
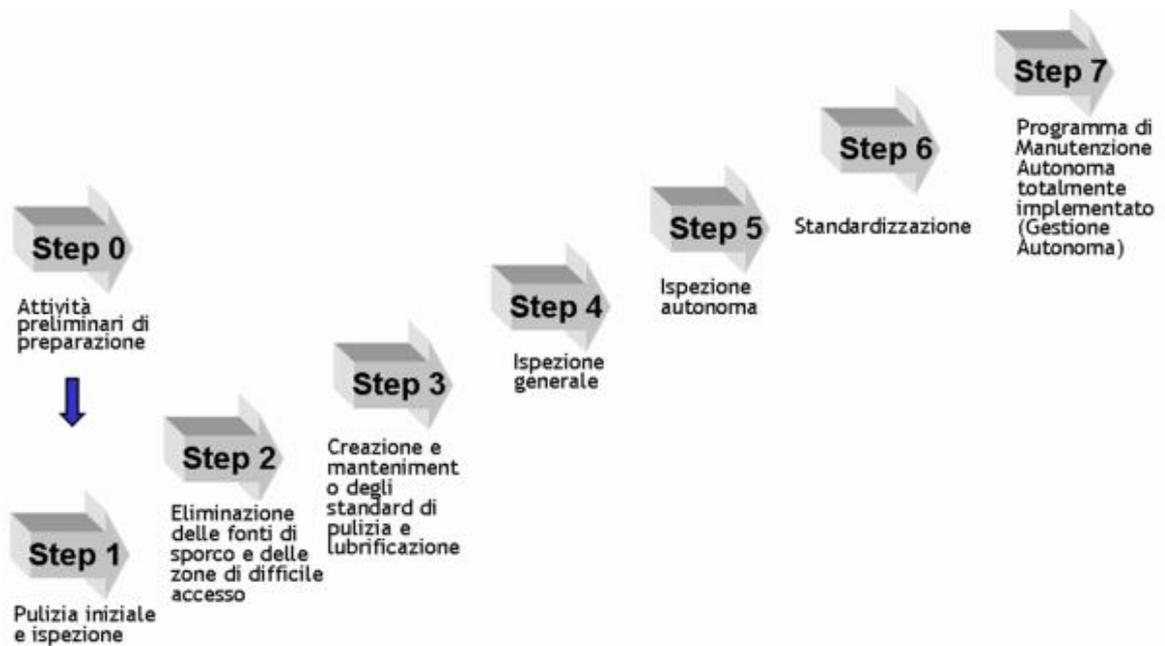


Figura 47. Pareto delle perdite e classificazione delle macchine

4.2 Autonomous Maintenance: i sette step del progetto



Per la realizzazione di questo progetto sono stati seguiti i sette *step* dell'*AM*, già descritti nel Capitolo 2 di questo elaborato:

- *Step 0*: le attività preliminari di preparazione includono la pianificazione delle attività, ovvero la definizione del team di progetto, la definizione del Gantt di progetto, l'assegnazione degli incarichi tra i membri del team, la definizione dei target del progetto sulla base degli indicatori definiti in precedenza.

- *Step 1*: i team di produzione e manutenzione hanno fermato la macchina per permettere la pulizia iniziale e l'ispezione della stessa, alla ricerca di qualsiasi segnale di deterioramento.
- *Step 2*: sono state eliminate le fonti di sporco e le zone di difficile accesso. Il piano di attacco delle fonti di sporco ha previsto la realizzazione di *Quick Kaizen*, cicli provvisori di pulizia, ispezione e lubrificazione.
- *Step 3*: al fine di creare e mantenere gli standard, sono state realizzate schede CILR, *SMP*, foto, *visual management*, mappa delle attività CILR, calendario *AM* per la macchina in questione.
- *Step 4*: l'ispezione generale per aumentare l'efficienza degli impianti e per attaccare le perdite dovute alle microfermate ha previsto l'utilizzo dei seguenti strumenti: 4M (con focus su "Machine"), 5W+1H, 5 Perché
- *Step 5*: con lo scopo di ridurre le perdite residue dell'*OEE*, l'ispezione autonoma ha analizzato ed attaccato le perdite legate a "Man", "Method", "Material".
- *Step 6*: sono state attaccate le perdite residue, non attaccate negli step precedenti, con l'obiettivo di finalizzare tutti gli standard provvisori e stabilire un processo di Manutenzione Autonoma.
- *Step 7*: a conclusione del progetto, è stato implementato un programma di Manutenzione Autonoma valido per la macchina in questione, che però non può essere esteso ad altre macchine poiché non sono presenti macchine simili all'interno dello stabilimento.

Tuttavia, la spiegazione dettagliata dei vari *step* sarà "inglobata" all'interno della descrizione, nei paragrafi successivi, del *Major Kaizen* utilizzato per la risoluzione del problema.

4.3 Major Kaizen: riduzione delle microfermate del pallettizzatore della linea L04

Come descritto nel Capitolo 1, il *Major Kaizen* è uno strumento del *WCM* utilizzato per risolvere problemi complessi che presentano team più ampi e durate maggiori. L'attività del team è monitorata da un sistema visuale (tabellone) per ogni passo del processo di miglioramento; i tabelloni facilitano il coinvolgimento delle persone, la proattività e la diffusione della comprensione del problema. Come tutte le tipologie di *Kaizen*, anche il *Major Kaizen* segue il ciclo di Deming (PDCA) durante lo svolgimento del progetto.

Di seguito viene riportato lo schema del *MK* adottato e seguito dal *plant* di Osimo.

ARISTON THERMO GROUP		MAJOR KAIZEN							Reparto								
Stabilimento: Osimo									Squadra								
Tema:									ID progetto								
Categoria:		<input type="checkbox"/> S(Safety) <input type="checkbox"/> WO(Workplace Organization) <input type="checkbox"/> AM(Autonomous Maintenance) <input type="checkbox"/> PM(Professional Maintenance) <input type="checkbox"/> Q(Quality) <input type="checkbox"/> L (Logistica) <input type="checkbox"/> PD(People Development) <input type="checkbox"/> E(Environment) <input type="checkbox"/> EEM-EPM(Early Equipment/Product Management) <input type="checkbox"/> CD(Cost Deployment) <input type="checkbox"/> FI(Focused Improvement)							Voce di costo								
Argomento	1 Descrizione del fenomeno				5 Azioni e contromisure												
Team	2 Sistema		3 Definire gli obiettivi		6 Risultati												
Piano	4 Analisi delle cause				7 Consolidamento e estensione												
Strumenti utilizzati <input type="checkbox"/> 5G <input type="checkbox"/> SW (5 perché) <input type="checkbox"/> Spiegati chart <input type="checkbox"/> Pareto <input type="checkbox"/> CPL <input type="checkbox"/> Kanban <input type="checkbox"/> SS <input type="checkbox"/> Foglio raccolta dati <input type="checkbox"/> Stratificazione <input type="checkbox"/> Altri <input type="checkbox"/> 5 W 1 H <input type="checkbox"/> 4M <input type="checkbox"/> VSM <input type="checkbox"/> NVA <input type="checkbox"/> SOP <input type="checkbox"/> Poka yoke <input type="checkbox"/> Istogramma <input type="checkbox"/> Correlazione <input type="checkbox"/> SPC (Carta di contr.)																	
Autore di miglioramento:		Data :		Esecutore:		Data realizzazione		Costi (€)		Benefici (€)		Risultati (€)		Benefiti / Cost		Verifica	

Figura 48. Schema del *Major Kaizen*

4.3.1 Pianificazione ed obiettivi

Argomento

Il problema che si vuole risolvere è il blocco della stazione di lavoro di pallettizzazione della linea L04, sulla quale avviene l'assemblaggio gruppi idraulici delle caldaie.

Il pallettizzatore è un sistema "cambio pallet" ad alta velocità utilizzabile su macchine utensili per la lavorazione di particolari con tempi ciclo medio-brevi. Consente il carico-scarico dei particolari da lavorare mentre la macchina utensile è in lavorazione diminuendo quindi i tempi morti ed agevolando le operazioni di staffaggio dei particolari sui pallet da parte dell'operatore. Lo scambio è effettuato da un manipolatore a tre assi con asse di traslazione elettrico, asse verticale pneumatico e polso rotativo di scambio a comando elettrico con doppia pinza di aggancio. Il sistema è dotato di un magazzino che può contenere fino a sette pallet. Il tempo di scambio è di circa 6-7 secondi ed il carico massimo applicabile su ogni pallet è di circa 20 kg.



Figura 49. Pallettizzatore - vista frontale



Figura 50. Pallettizzatore - vista laterale

La macchina è inoltre dotata di una protezione perimetrale, che impedisce l'accesso dell'operatore all'interno dell'area di lavoro. Sulla protezione posta all'ingresso del magazzino sono stati installati due sensori che rilevano la presenza di un contenitore nel momento in cui l'operatore lo deposita sulla rulliera, come indicato nella Figura 51.



Figura 51. Barriera protettiva e sensore

Layout della linea L04 – assemblaggio gruppi idraulici

Il pallettizzatore si trova nella stazione finale della linea L04, in cui avviene l'assemblaggio dei gruppi idraulici. Occorre specificare che la linea di produzione è stata completamente rinnovata nel 2013, passando da una produzione prettamente manuale ad una produzione quasi esclusivamente automatizzata grazie alla presenza di 12 robot antropomorfi.

A seguito della sostituzione, si è provveduto all'adattamento e alla riprogrammazione del pallettizzatore (installato per la prima volta nel *plant* nel 2010), che quindi non ha subito modifiche sostanziali.

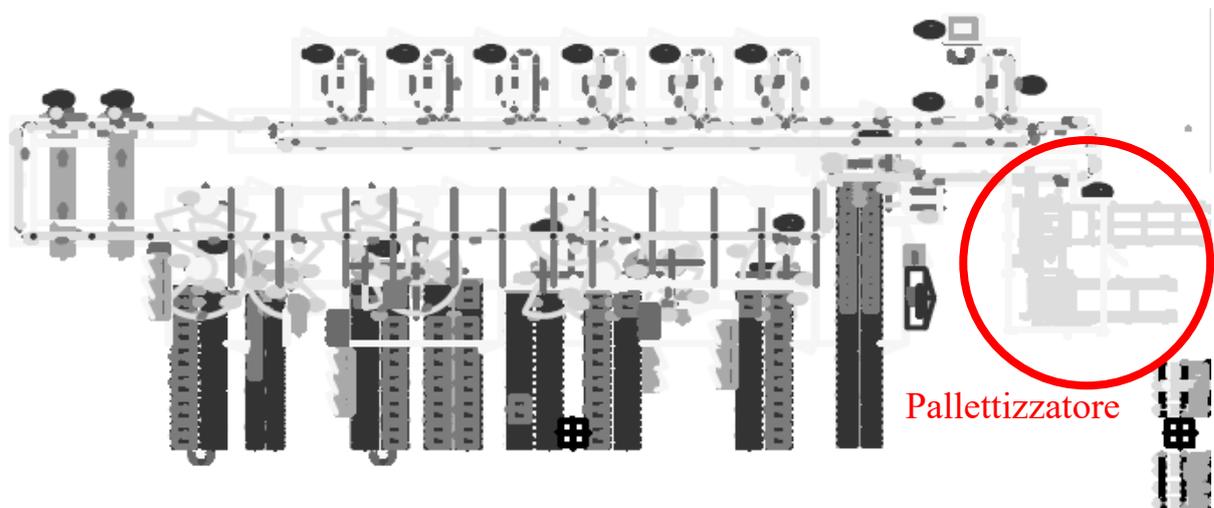


Figura 52. Layout linea L04

Questa soluzione ha permesso un risparmio significativo in quanto ha evitato un'ulteriore spesa per un nuovo pallettizzatore ma, allo stesso tempo, ha provocato diversi problemi a causa delle

“forzature” applicate al software, causando alcune interferenze e problemi di comunicazione tra il software del pallettizzatore e quello della linea di produzione.

Al fine di individuare le cause dei ripetuti blocchi che si verificavano sul pallettizzatore, è stata svolta un’analisi delle microfermate per verificare se ci fossero delle correlazioni tra i vari blocchi e determinati eventi. L’analisi è stata effettuata in un arco temporale di un mese e mezzo, dal 1° maggio al 14 giugno 2018. Innanzitutto, sono stati estrapolati i dati relativi alle microfermate, che vengono registrati dal software della macchina e comprendono le seguenti informazioni:

- orario della microfermata;
- tipo di lotto (gruppo idraulico) prodotto al momento della microfermata;
- durata della microfermata.

Da una prima osservazione è emerso che le microfermate che si verificavano nell’arco di una giornata lavorativa erano completamente indipendenti dall’orario e quindi dal turno di lavoro. In questo modo è stato possibile escludere eventuali errori umani dovuto all’inesperienza di alcuni operatori oppure dei Team Leader della linea.

Il seguente grafico mostra l’andamento di questo fenomeno.

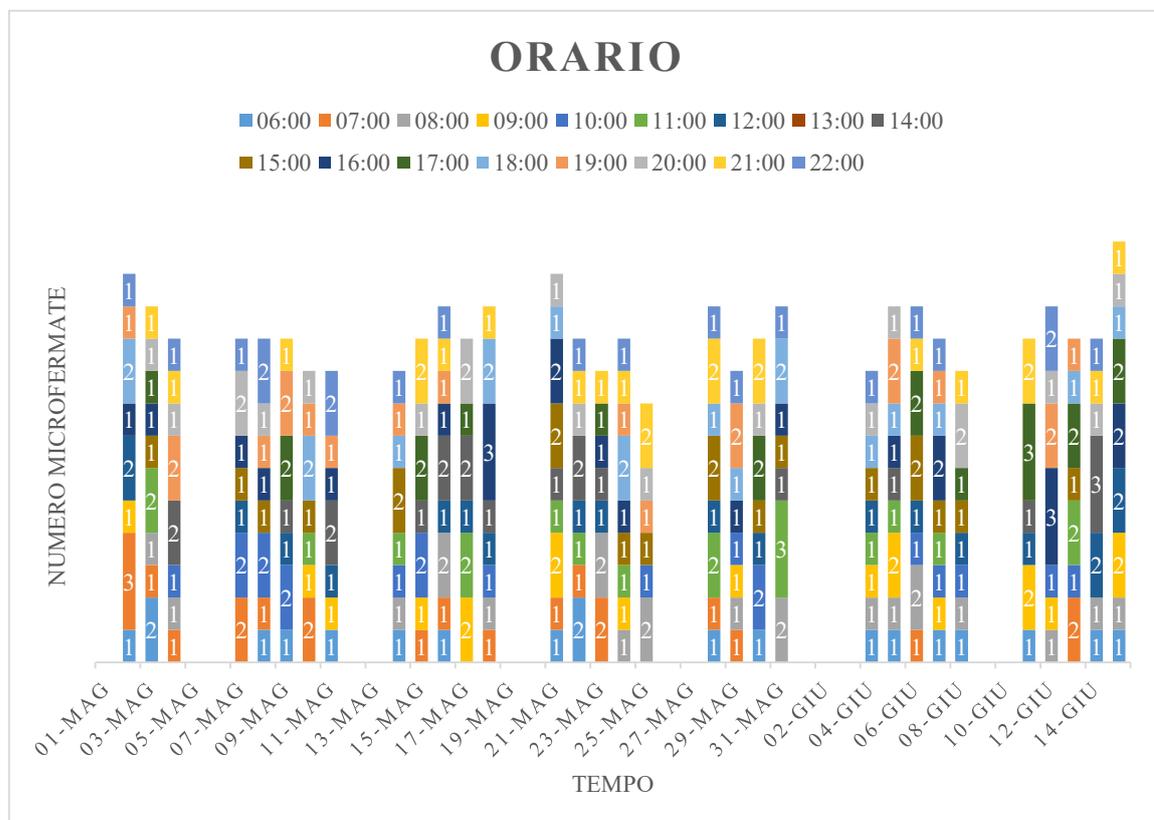


Figura 53. Grafico di correlazione con l'orario di lavoro

Successivamente è stata effettuata un'indagine sull'eventuale corrispondenza tra le microfermate e la tipologia di gruppo idraulico, ovvero una dipendenza dei blocchi dal cambio lotto. Anche in questo caso, come mostra il grafico sottostante, è stato osservato che la percentuale di microfermate dipendenti dal tipo di lotto in lavorazione era molto bassa (1%) per tutti i lotti lavorati (circa 146, indicati con colori diversi nel grafico). Di conseguenza, si può affermare che i blocchi non dipendono dal cambio lotto poiché il dato non è significativo.

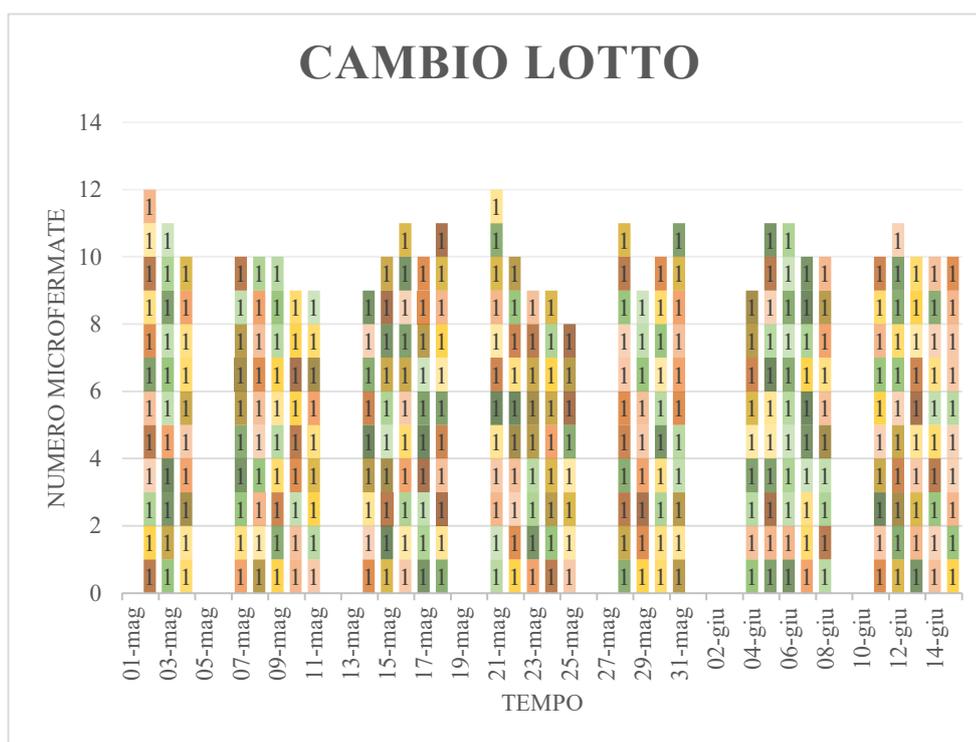


Figura 54. Grafico di correlazione con il cambio lotto

Una volta completate le analisi preliminari, si è passati all'analisi "fisica" delle singole microfermate. Quando il manipolatore va in blocco (con causa apparentemente sconosciuta), il *Team Leader* ripristina l'emergenza attraverso il quadro elettrico della macchina, assicurandosi che la barriera di ingresso pallet sia "libera". Se la barriera non è libera, il *Team Leader* deve liberarla spostando manualmente (o con l'aiuto di un transpallet) le casse che si trovano "in fila" sulla rulliera in attesa di essere riempite con i prodotti di linea (gruppi idraulici). Queste operazioni provocano delle microfermate di circa 3 minuti alla volta (in media), che moltiplicate per la frequenza con cui avvengono (5-6 volte a turno) risultano in 180 minuti (3 ore) di fermo macchina alla settimana.

Team

Il team di questo progetto è composto dalle seguenti figure:

- Nicola Catani – *Operations Manager e Pillar Leader AM*
- Martina Rorro – supporto *Operations* e pilastro AM
- Leonardo Leonardi – *Team Leader L04*
- Andrea Concas - Industrializzazione
- Domizia Baldarelli – *Pillar Leader FI*
- Fabrizio Luccioni – Responsabile Manutenzione e *Pillar Leader PM*

La valutazione delle competenze viene effettuata dal pilastro del *People Development* attraverso un apposito strumento, detto *Radar Chart*, in cui viene espressa una valutazione qualitativa da 1 a 5 sui parametri ritenuti significativi e sugli strumenti ritenuti necessari per la partecipazione al progetto.

Il significato del punteggio assegnato a ciascun membro del team è il seguente:

- **0:** Non conosce
- **1:** Conosce (tramite formazione)
- **2:** Applica ma è necessario supporto/supervisione
- **3:** Applica correttamente e in piena autonomia
- **4:** È in grado di addestrare e diffondere know how
- **5:** È abile ad addestrare e diffondere know how

La Figura 55 illustra l'attuale *Radar Chart* del pilastro AM.

	ITEM
REACTIVE	WCM approach and 7 WCM tools
	Kaizen approach
	Basic tools (TAG, OPL, SOP)
	Maintenance theory
	Machine classification based on CD
	Breakdown maps
	AM step 1
	AM step 2
	AM step 3
	Correct evaluation of Band C for each step - reactive
PREVENTIVE	Machine classification based on P,Q,C,D,S,M
	4 categories of operators
	AM step 4; training for inspection
	AM step 4; X matrix
	AM step 5
	AM step 6
	Machine data analysis
	Process data analysis
	Job cover matrix
	Correct evaluation of Band C for each step - preventive
PROACTIVE	AM step 7
	Elimination of workplace waste and losses
	Production data analysis
	Man-machine chart
	Layout modification
	Creation of MP information
	Design in (Safety)
	Reliability and maintainability design
	Design in EPM, EEM (involve Op)
	Correct evaluation of Band C for each step - proactive

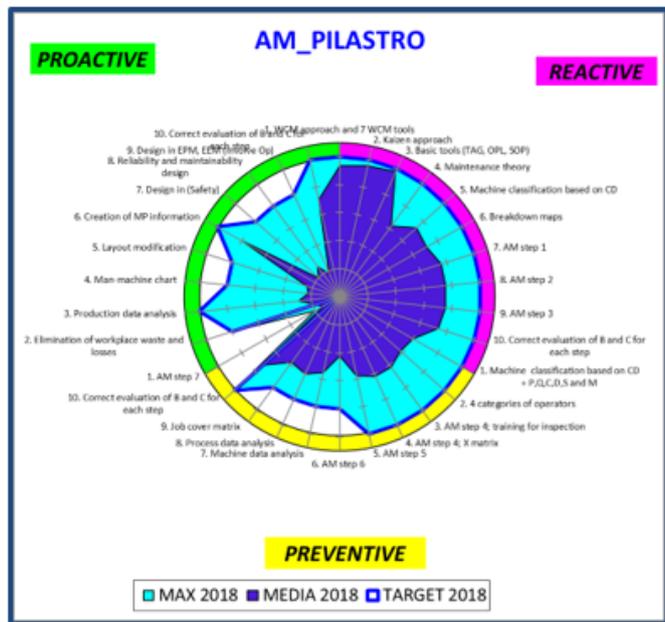


Figura 55. Radar Chart del pilastro AM

Quando si inizia un nuovo progetto, è opportuno creare una “Radar Chart di progetto”, che specifichi quali sono gli strumenti da utilizzare e le conoscenze da possedere per svolgere le diverse attività nel modo più efficiente possibile.

La Radar Chart del progetto in questione è la seguente.

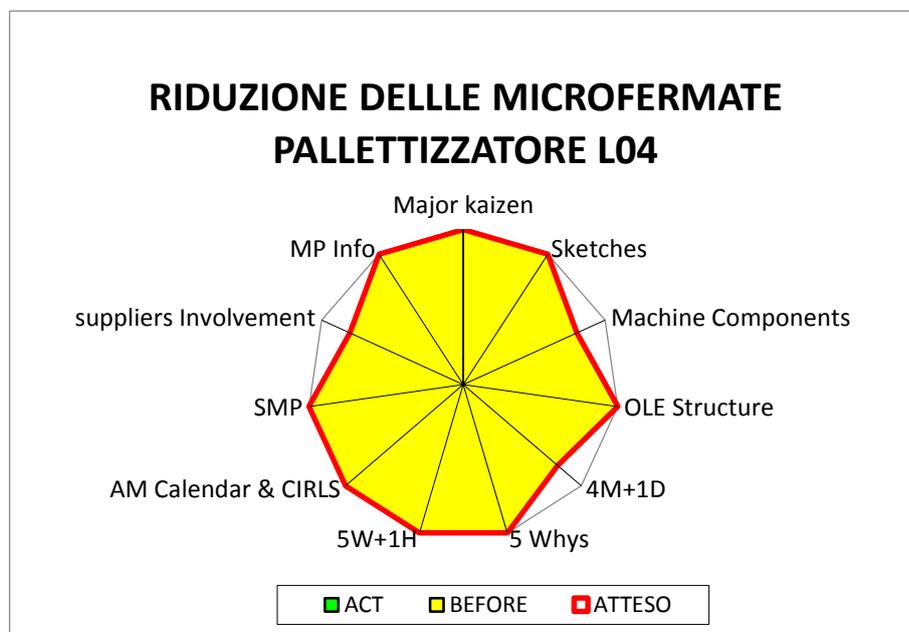


Figura 56. Radar Chart di progetto

Di seguito è riportato il team di progetto:

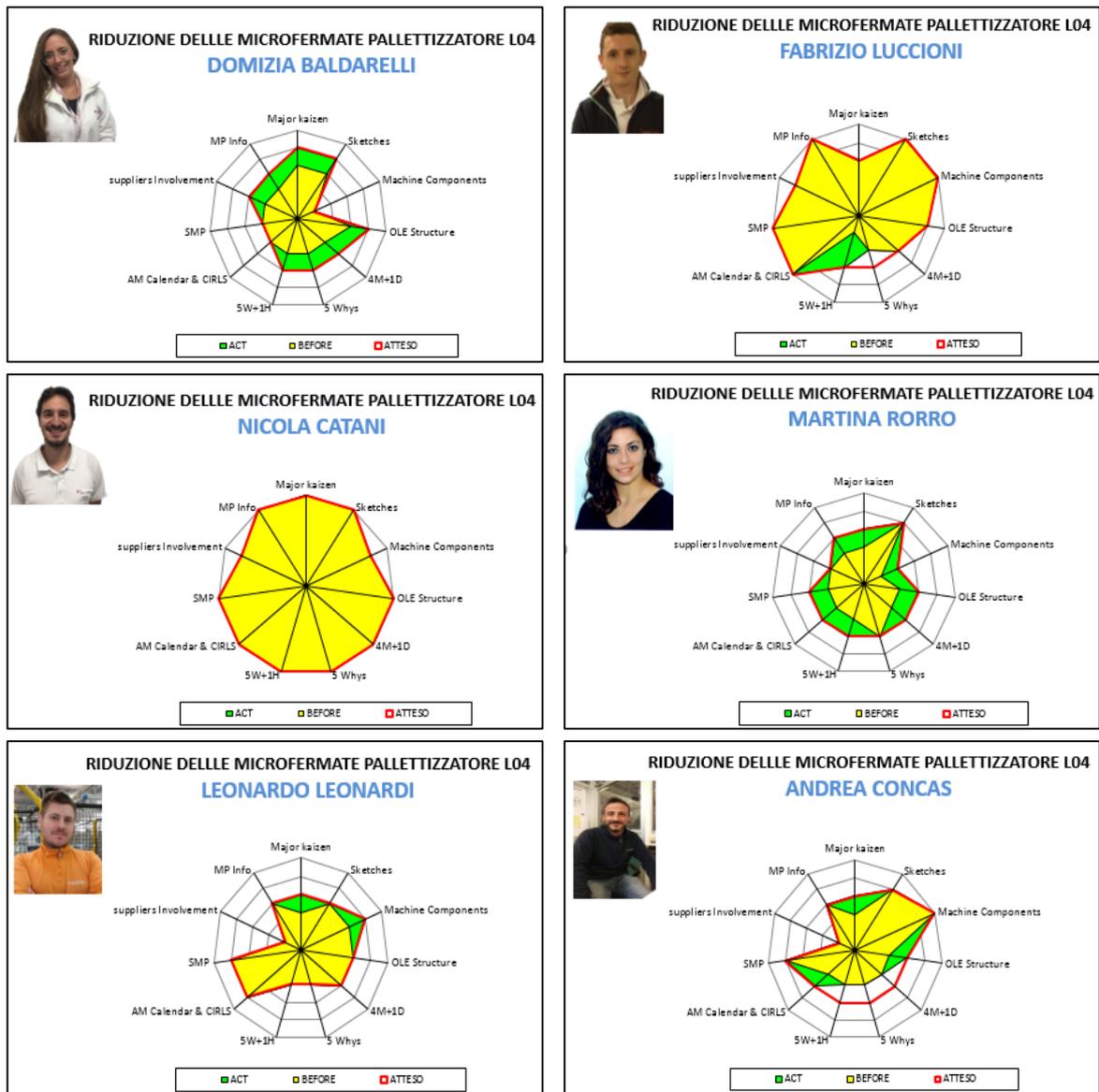


Figura 57. Team di progetto

Le zone verdi all'interno delle *Radar Chart* rappresentano le lacune da colmare, tramite corsi di formazione, per raggiungere il livello di conoscenza previsto per il corretto svolgimento delle attività. La *Radar Chart* di riferimento è quella di progetto: se tra i partecipanti non vi è almeno una persona che raggiunge il livello di conoscenza previsto dalla *Radar Chart* di progetto, occorre organizzare dei corsi di formazione collettivi, oppure, in alternativa, aggiungere al team una persona che già possiede quelle conoscenze.

Piano

In questa fase è importante definire un piano d'azione, che comprenda un'agenda e una pianificazione di incontri in un arco di tempo predefinito, in modo da avere fin da subito un'idea del futuro avanzamento del progetto.

La Figura 58 mostra il Gantt del progetto, ovvero la suddivisione delle attività per settimane.

GANTT DELLE ATTIVITA'

Attività	Settimana	Aprile					Maggio				Giugno			
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Identificazione Problematica														
Definizione Team e competenze														
Raccolta Dati														
Descrizione Fenomeno - 5W+1H														
Definizione Obiettivi														
Analisi delle cause 4M - 5Perchè														
Implementazione Contromisure														
Valutazione Risultati														
Standardizzazione documentazione														

Figura 58. Gantt di progetto

Le fasi del ciclo di Deming (PDCA) sono così suddivise:

- PLAN:
 - Descrizione del fenomeno
 - Sistema
 - Definizione degli obiettivi
 - Analisi delle cause
- DO: Azioni e contromisure
- CHECK: Risultati
- ACT: Consolidamento

4.3.2 Descrizione del fenomeno



Per descrivere il fenomeno è stato utilizzato uno strumento tipico della metodologia *WCM*, ovvero l'analisi delle 5W+1H, già descritta nel Capitolo 2 di questo elaborato.

Definizione delle condizioni attuali (analisi 5W+1H):

What?	Blocco della stazione di lavoro di pallettizzazione sulla linea L04 di assemblaggio gruppi idraulici
When?	Il problema si presenta almeno 5-6 volte a turno, quindi circa 12 volte al giorno, in modo casuale durante la produzione e indipendentemente dal cambio lotto, dal turno e dall'orario di lavoro.
Where?	Il problema si evidenzia sul braccio del pallettizzatore che si trova nella parte finale della linea L04 di assemblaggio gruppi idraulici. In particolari condizioni l'anomalia provoca il danneggiamento del prodotto (gruppo idraulico)
Who?	Il problema non è legato a capacità specifiche dato che la linea è quasi completamente automatizzata (postazione automatica). Si presenta indipendentemente dal turno di lavoro e dagli operatori presenti in linea. Il problema viene riscontrato dal capolinea (allarme emergenza)
Which?	Il problema si presenta maggiormente quando la barriera in ingresso è "occupata" dalle casse in attesa di essere riempite (ma non solo).
How?	Il fenomeno si manifesta attraverso il blocco del braccio del pallettizzatore, che si arresta improvvisamente in diverse posizioni, prima o dopo aver prelevato il prodotto dalla linea.

What:

Nella seguente immagine si può osservare un esempio di blocco del pallettizzatore. In questo caso l'anomalia si è verificata in un momento successivo al prelievo del gruppo idraulico, lasciando il pezzo sospeso nel "vuoto" con il rischio di danneggiamento dello stesso una volta ripristinato il blocco.



Figura 59. Esempio di blocco del pallettizzatore

4.3.3 Sistema



La pallettizzazione è l'ultima operazione della linea L04 di assemblaggio gruppi idraulici. È un processo completamente automatizzato: dopo essere stati assemblati, i gruppi idraulici vengono prelevati dal manipolatore e inseriti nei rispettivi pallet. Ogni pallet è composto da una cassa di plastica semi-rigida che contiene 36 pezzi.



Figura 60. Prelievo del gruppo acqua

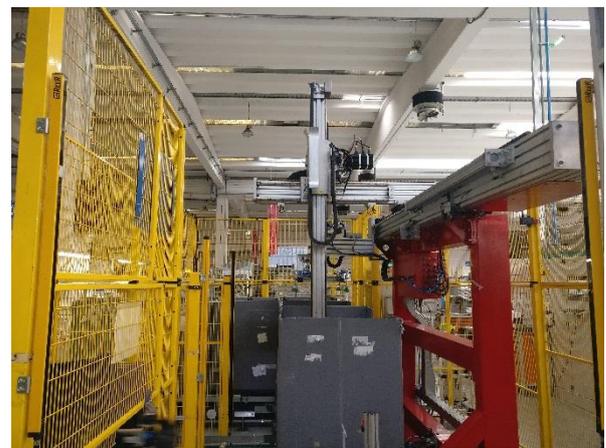


Figura 61. Deposito del gruppo acqua nel pallet

La funzione che interessa il fenomeno delle microfermate è il *Muting*, ovvero l'esclusione temporanea, automatica ed effettuata in condizioni di sicurezza della barriera di protezione in relazione al ciclo macchina. Questa funzione permette il transito del materiale ed impedisce l'accesso della persona all'interno della protezione perimetrale della macchina: la barriera di sicurezza è dotata di sensori di *Muting* in grado di effettuare un'efficace discriminazione tra la persona e il materiale autorizzato a transitare attraverso il varco controllato.

Prima di entrare nel dettaglio, sono elencate le caratteristiche generali della funzione di *Muting*:

- Il *Muting* è una sospensione temporanea della funzione di sicurezza che deve essere attivata e disattivata in modo automatico;
- L'attivazione e la successiva disattivazione della funzione di *Muting* deve avvenire solo attraverso l'uso di due o più segnali cablati e indipendenti, attivati mediante una sequenza temporale o spaziale corretta;
- Non deve essere possibile attivare la funzione di *Muting* quando la barriera ha le uscite di sicurezza disattivate;
- Non deve essere possibile iniziare una funzione di *Muting* mediante spegnimento e successiva riaccensione della macchina;
- Il *Muting* deve essere attivato in un appropriato punto del ciclo macchina, cioè solo quando non esistono rischi per l'operatore;
- I sensori di *Muting* devono essere meccanicamente protetti affinché eventuali urti non ne modifichino l'allineamento.

Negli impianti di pallettizzazione e movimentazione di materiali, come il pallettizzatore in questione, esistono dei requisiti specifici per quanto riguarda il controllo dei varchi tramite la funzione di *Muting*. Innanzitutto occorre rilevare il carico e non il pallet, altrimenti l'operatore potrebbe attraversare il varco facendosi trasportare dal pallet. È importante assicurarsi che il tempo di *Muting* sia limitato all'effettivo tempo di transito del materiale attraverso il varco.

Inoltre, la posizione e soprattutto l'allineamento dei sensori sono fondamentali per il corretto funzionamento di questa funzione, in quanto un disallineamento dei sensori, che produca un effetto simile alla loro attivazione, potrebbe permettere una condizione permanente di *Muting* e quindi una disattivazione permanente della barriera di sicurezza.

Per quanto riguarda la sicurezza dell'operatore, la configurazione scelta ed il posizionamento dei sensori di *Muting* devono essere tali da permettere una sicura distinzione fra persona e materiale. Oltre a ciò, il layout del varco e il posizionamento dei sensori e delle protezioni

lateralmente devono essere tali da non permettere il transito di una persona verso la zona pericolosa durante la fase di *Muting* per tutto il tempo di transito del pallet attraverso il varco.

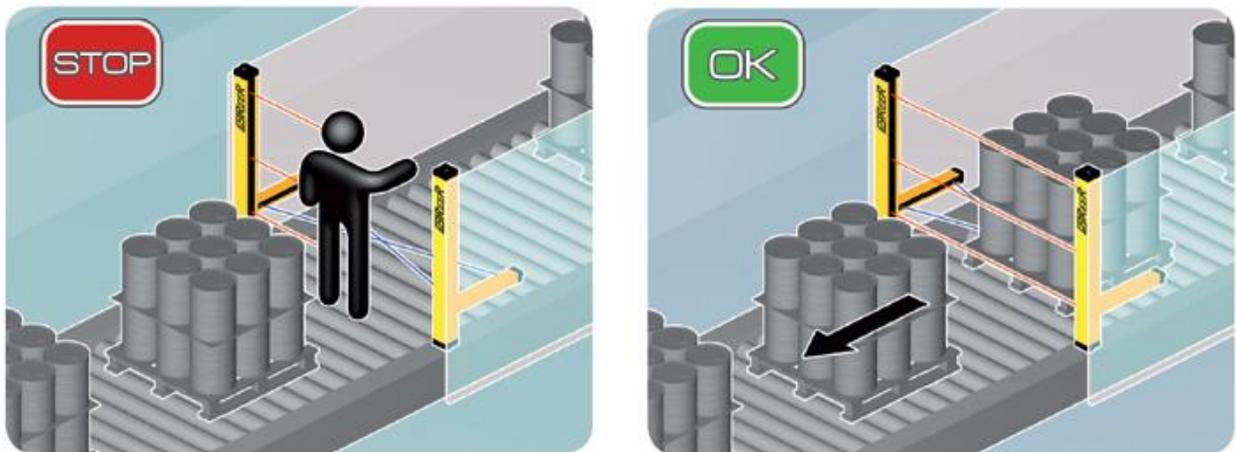


Figura 62. Funzionamento del *Muting*

Tra le geometrie più comuni per il posizionamento dei sensori di *Muting* vi è il *Muting* a due sensori a raggi incrociati, di cui viene mostrato uno schema nella Figura 63.

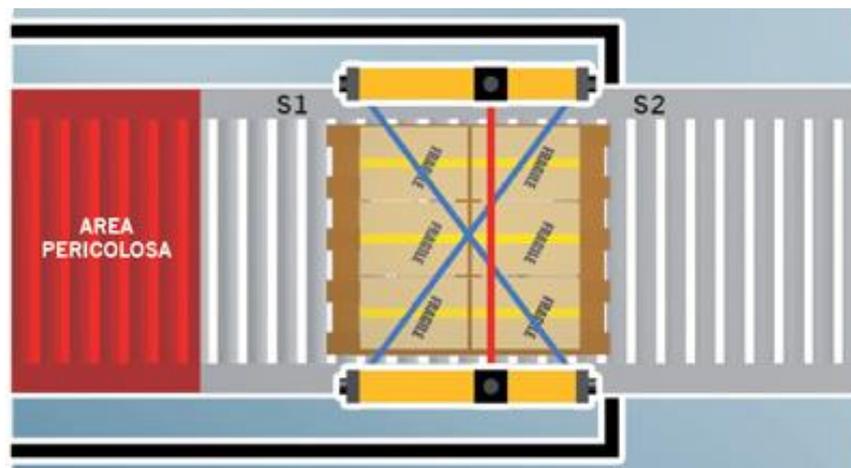


Figura 63. *Muting* a due sensori a raggi incrociati

Il punto di incrocio dei due raggi dei sensori di *Muting* deve essere posizionato più in alto o, al massimo, allo stesso livello del raggio più basso della barriera per evitare la possibilità di manomissioni o attivazioni inconsapevoli del *Muting*.

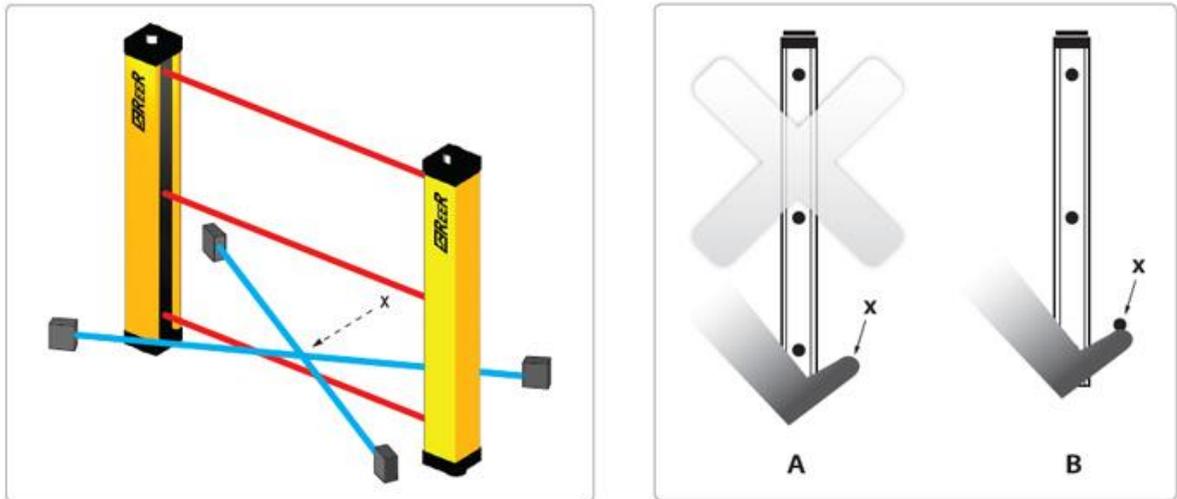


Figura 64. Muting a due sensori a raggi incrociati

4.3.4 Definizione degli obiettivi



Gli obiettivi di questo progetto sono stati definiti a partire dall'analisi portata avanti dal *Cost Deployment*. A seguito di una valutazione dello stato della macchina e delle reali “condizioni al contorno”, è stato stabilito che l'obiettivo principale è quello di ridurre le microfermate del pallettizzatore del 90%.

È opportuno notare come il team abbia stabilito una percentuale di miglioramento e non si sia prefisso la risoluzione del problema al 100%: questo perché si è scelto di attaccare solo alcune delle cause delle microfermate, ovvero quelle che causavano le maggiori perdite.

Di conseguenza, il team è consapevole che, anche dopo aver trovato ed implementato soluzioni efficaci contro le maggiori perdite individuate, il pallettizzatore continuerà a subire microfermate in futuro, dovute appunto a cause minori (che saranno descritte nel paragrafo successivo).

4.3.5 Analisi delle cause



Per l'analisi delle cause è stato utilizzato un altro strumento del *WCM*, l'analisi delle 4M, a cui è stata aggiunta la categoria “Design”, facendo diventare questo strumento 4M+1D,

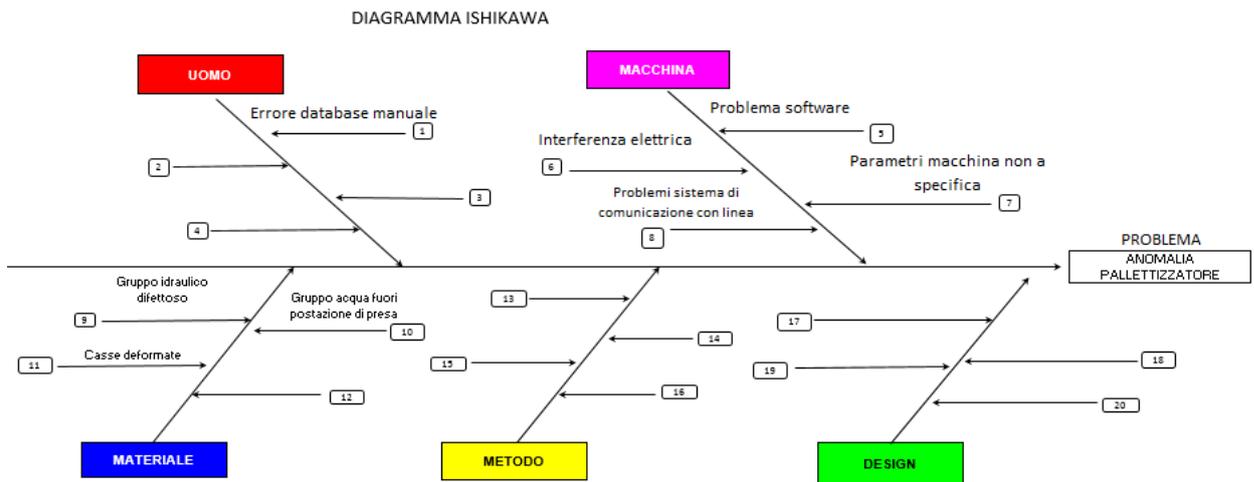


Figura 65. Diagramma di Ishikawa (4M+1D)

Per ognuna delle possibili cause individuate, è stata effettuata una verifica con lo scopo di confermare oppure escludere l'effettiva "responsabilità" del blocco del pallettizzatore.

		VERIFICA 4M+1D					
M	N°	TIPO DI CONTROLLO FATTO	DATA CHECK	RESPONSABILE	CHECK (OK/KO)	5WHYS NECESSARI (SI/NO)	AZIONE CORRETTIVA
Errore database manuale	1	Quando è necessario cambiare codice Tekna sullo stesso codice gruppo idraulico?	16-apr	Andrea Concas o capolinea	OK	NO	Salvataggio automatico codici di pallettizzazione
Problema software	5	Verifica tecnica	19-apr	Andrea Concas e Tekna	OK	NO	
Interferenza elettrica	6	Verifica tecnica	19-apr	Andrea Concas e Tekna	KO	NO	Sostituzione scheda elettronica
Parametri macchina non a specifica	7	Step 1-3 AM - ripristino condizioni di base	16-apr	Fabrizio Luccioni e Nicola Catani	OK	NO	Cicli di manutenzione autonoma, eventuali SPM
Problemi sistema di comunicazione con linea	8	Verifica tecnica	19-apr	Andrea Concas e Tekna	OK	NO	Salvataggio automatico codici di pallettizzazione
Gruppo idraulico difettoso	9	I pezzi difettosi vengono intercettati (e bloccati) in linea	20-apr	Capolinea e Fabrizio Luccioni	OK	NO	
Gruppo acqua fuori postazione di presa	10		20-apr	Capolinea e Fabrizio Luccioni	OK	NO	
Casse deformate	11	Controllo visivo delle casse utilizzate	23-apr	Capolinea	KO	SI	
Mancato prelievo separatore	12	Controllo funzionamento ventose	23-apr	Andrea Concas e Fabrizio Luccioni	OK	SI	Sostituzione ventose e venturi

Di seguito sono elencate le verifiche:

- **Errore database manuale (1) e Problemi nel sistema di comunicazione con la linea (8):**

Queste due cause vengono trattate insieme poiché sono interdipendenti. Per come è stata progettata nel 2010, la macchina non era in grado di memorizzare i codici di pallettizzazione, che cambiano a seconda della tipologia di gruppo idraulico da pallettizzare. Di conseguenza era necessario che il *Team Leader* eseguisse una procedura manuale, in modo da “forzare” il pallettizzatore ad impostare un determinato codice al momento del cambio lotto.

Il problema di questa procedura era l’errore umano che poteva scaturire da una dimenticanza del *Team Leader* nel ripristinare il codice di pallettizzazione corretto al momento del cambio lotto. Ad esempio, se per pallettizzare un codice di gruppo acqua è necessario il codice di pallettizzazione “2”, il *Team Leader* lo imposta ma potrebbe dimenticarsi di cambiarlo nel momento in cui si verifici un cambio lotto. In questa situazione, la ricetta della macchina non associa il programma di pallettizzazione al codice del prodotto finito, provocando un’anomalia. Dunque, i problemi del sistema di comunicazione sono alla base di un eventuale errore umano nella “forzatura” del database. Entrambi i problemi sono stati risolti con l’introduzione del salvataggio automatico, ovvero l’associazione del programma di pallettizzazione al codice del prodotto finito all’interno della ricetta della macchina. Di conseguenza, questi due eventi possono essere esclusi dalle possibili cause di microfermate.

- **Problema software (5):**

Questo problema può essere escluso perché è stato effettuato un controllo da parte del team di industrializzazione e manutenzione con il supporto dell’azienda costruttrice della macchina e, secondo l’esperienza e le conoscenze del personale, non ci sono segnali che facciano pensare ad un’anomalia nel software.

- **Interferenza elettrica (6):**

Il personale addetto all’utilizzo ed alla manutenzione della macchina ha attribuito alcune microfermate ad una possibile interferenza tra l’impianto elettrico che alimenta la linea L04 e il circuito elettrico che attiva e disattiva i sensori della barriera di sicurezza.

Questa possibile interferenza farebbe attivare momentaneamente la funzione di Muting della barriera, bloccando il braccio del pallettizzatore che in quel momento potrebbe trovarsi in qualsiasi posizione (carico, scarico, gruppo idraulico afferrato, pinza vuota, ecc...). Per cercare di risolvere questo problema è stata sostituita la scheda elettronica

della macchina: dopo la sostituzione, la macchina andava in emergenza soltanto quando era ferma, quindi durante la pausa pranzo degli operatori. Nonostante il problema non sia stato risolto, è stato localizzato su un circuito in particolare (un solo sensore).

Dopo ulteriori prove, è stato notato che il pallettizzatore andava in emergenza solo quando la barriera di sicurezza era “occupata” da una cassa. Questa constatazione ha ristretto il campo di azione ed ha permesso l’elaborazione di una strategia.

- **Parametri macchina non a specifica (7):**

La verifica di questa causa è stata effettuata mettendo in atto i primi tre *step dell’Autonomous Maintenance*, ovvero pulizia iniziale e ispezione, eliminazione delle fonti di sporco e delle zone di difficile accesso e creazione e mantenimento degli standard di pulizia e lubrificazione.

Grazie a queste attività, sono state ripristinate le condizioni di base della macchina e sono stati modificati i relativi documenti necessari per lo svolgimento del ciclo di Manutenzione Autonoma, come le schede CILR, SMP e calendario AM.

Di conseguenza, possono essere escluse tutte le cause derivanti dai parametri della macchina.

- **Gruppo idraulico difettoso (9):**

I pezzi difettosi vengono intercettati e bloccati in linea, prima che arrivino in prossimità del pallettizzatore. Ogni gruppo idraulico è sottoposto ad un collaudo automatico e, in caso di difetti, ad una riparazione manuale. È altamente improbabile che un gruppo idraulico difettoso giunga a fine linea, a meno che non si verifichi un errore umano.

Tuttavia, nella remota eventualità che un pezzo difettoso arrivasse a fine linea, la navetta risulterebbe vuota agli “occhi” del pallettizzatore. In questo caso si bloccherebbe la linea di produzione e non il pallettizzatore, poiché non esiste un codice associato a quel pezzo. Di conseguenza, il prodotto difettoso non può essere considerato una causa delle microfermate.

- **Gruppo idraulico fuori postazione di presa (10):**

La pinza (o mano) del robot della stazione di pallettizzazione non è dotata di sensori, quindi non è in grado di riconoscere la posizione del gruppo idraulico sulla postazione di prelievo. Dunque anche questa causa può essere esclusa per mancanza di correlazione tra la postazione di prelievo e la macchina.

- **Casse deformate (11):**

Le casse utilizzate durante l’operazione di pallettizzazione sono fatte di plastica semi-rigida e sono scomponibili: vi è una base in plastica rigida, le pareti sono costituite da una fascia di plastica richiudibile, ed infine vi è un coperchio fatto dello stesso materiale della base. Il coperchio conferisce una struttura più solida alla cassa e permette di impilare una cassa sopra l’altra.



Figura 67. Cassa utilizzata dal pallettizzatore

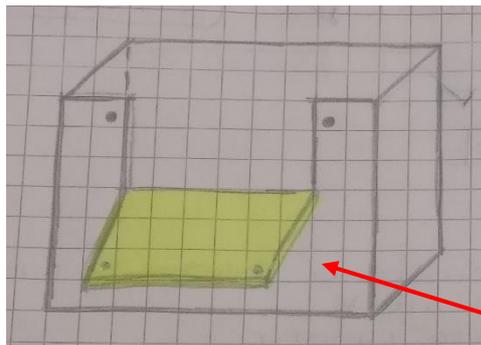


Figura 68. Cassa aperta con separatori

Come già menzionato in precedenza, ogni cassa può contenere 36 gruppi idraulici, disposti su diversi ripiani costituiti da separatori in plastica, come mostrato nelle Figura 67.

Con il passare del tempo e a causa degli urti provocati dall'inserimento dei gruppi idraulici e dei separatori, le casse hanno subito diverse deformazioni provocando a loro volta delle microfermate della macchina. In particolare, i problemi principali che interessano le casse sono i seguenti:

- Lo sportello non resta aperto perché non c'è più il feltro che lo tiene fermo. Di conseguenza la macchina si blocca perché il sensore riconosce un oggetto estraneo.

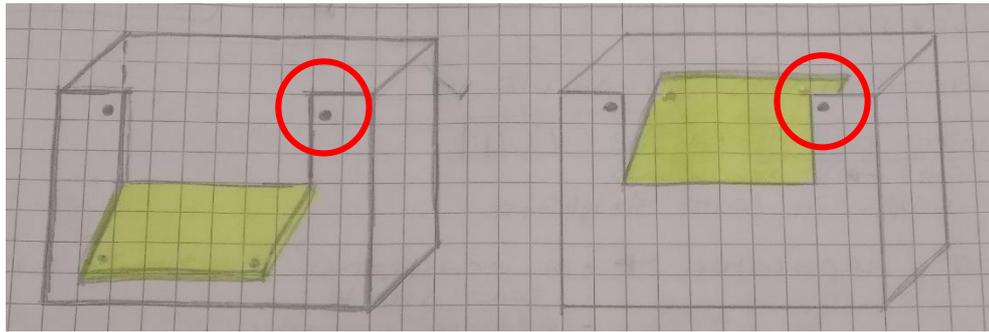


Manca feltro sotto

- I blocchi di plastica per tenere fermo lo sportello sono rotti, quindi lo sportello si apre quando la cassa entra nella macchina. A questo punto si possono verificare due situazioni:

1.

2.



1. Se si apre verso l'esterno → la macchina si blocca perché il sensore riconosce un oggetto estraneo.
 2. Se si apre verso l'interno → fa incastrare tutti i separatori e i gruppi idraulici che vengono inseriti nella cassa.
- Il gruppo idraulico scivola sul separatore e cade a terra (se lo sportello è aperto).
Le conseguenze di questo evento sono:
 - Il gruppo idraulico si rompe quindi bisogna rilavorarlo
 - la macchina si blocca perché il sensore riconosce un oggetto estraneo



Figura 69. Gruppo idraulico in bilico

Per risalire alla causa (o alle cause) radice della deformazione delle casse è stato utilizzato il metodo dei 5 Perché (5 *WHYS*), uno strumento del *WCM* che ha, appunto, lo scopo di ricercare le cause di un fenomeno anomalo attraverso una serie consecutiva di domande (perché).

ARISTON THERMO GROUP		5-WHY											
Reperto L04 - Assemblaggio gruppi idraulici - Pallettizzatore													
Progetto : ANOMALIE PALLETIZZATORE L04 Data: 27/06/2018													
RF.	1° Perché	OK/NOK	2° Perché	OK/NOK	3° Perché	OK/NOK	4° Perché	OK/NOK	5° Perché	OK/NOK	causa radice	contromisure	Consolidamento
	Casse deformate	NOK	Arrivano deformate dal fornitore	OK								Verifica che le casse arrivano intatte: confronto con stock disponibile e controllo qualità in ingresso	
			Manipolatore urta i bordi delle casse e le rompe	NOK	Allineamento sbagliato braccio manipolatore	OK						Verifica che il software non è un problema	
					Cassa posizionata male	NOK	Base della cassa non fissata alle fasce laterali (si muove)	NOK				Contromisura: incollaggio casse utilizzando fasce laterali "nuove" disponibili in stabilimento	- Aggiungere angolari metallici sulle casse - Sostituire le casse con un modello più rigido e resistente agli urti (fornitore "Contentendo")
			Separatori deformati fanno deformare anche le casse durante il loro inserimento	NOK	Usura: si sono deformati con il tempo	NOK						Contromisura: riparare i separatori deformati	Contromisura: sostituire i separatori con una tipologia più resistente agli urti
			Lo sportello resta aperto durante il riempimento delle casse	NOK	Blocchi di plastica per tenere chiuso lo sportello sono rotti	NOK	Rottura durante la movimentazione e travaso materiale ad opera del personale logistico	NOK		NOK		Contromisura provvisoria: nastro adesivo per tenere chiuso lo sportello	Contromisure: - ripristino training personale logistico sulla corretta apertura e chiusura delle casse - trovare modo alternativo per tenere le casse chiuse durante l'attività di pallettizzazione
					Mancanza velcro per tenere aperto lo sportello	NOK	Usura: applicazioni di velcro si sono staccate nel tempo con l'utilizzo delle casse	NOK		NOK			Contromisura: trovare modo per tenere le casse aperte durante il travaso materiale ad opera del personale logistico

1

3

2

4

A seguito dell'analisi delle cause attraverso i 5 Perché, sono state identificate quattro cause radice, con le rispettive percentuali di "responsabilità" e le contromisure proposte per il miglioramento:

Priorità	Maggiori cause risultanti dai 5 Whys:	Abbreviazione	%	Contromisura provvisoria	Consolidamento
1	Base della cassa non fissata alle fasce laterali (si muove)	Base non fissata	50%	Incollaggio casse utilizzando fasce laterali "nuove" disponibili in stabilimento	sostituire le casse con un modello più rigido e resistente agli urti
2	Rottura blocco di plastica durante la movimentazione e travaso materiale ad opera del personale logistico	Rottura blocco di plastica	20%	Nastro adesivo per tenere chiuso lo sportello	- Ripristino training personale logistico sulla corretta apertura e chiusura delle casse - Trovare modo alternativo per tenere le casse chiuse durante l'attività di pallettizzazione
3	Usura separatori: si sono deformati con il tempo	Usura separatori	10%	Riparare i separatori deformati	Sostituire i separatori con una tipologia più resistente agli urti
4	Usura applicazioni di velcro: si sono staccate nel tempo con l'utilizzo delle casse	Usura velcro	10%		Trovare modo per tenere le casse aperte durante il travaso materiale ad opera del personale logistico

Tabella 6. Cause principali rottura casse

Il seguente grafico mostra un Pareto delle cause radice che, con il tempo, hanno portato al deterioramento delle casse.

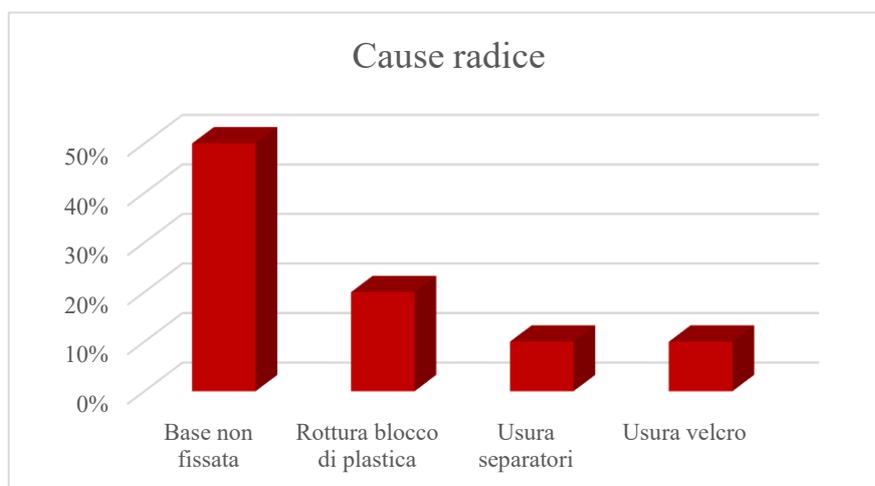


Figura 70. Pareto delle cause

In base alla percentuale di "responsabilità", è stato deciso di attaccare innanzitutto la prima causa radice, ovvero la base della cassa non fissata alle fasce laterali.

A questo punto il Major Kaizen si divide in due parti che vengono sviluppate in parallelo, poiché le cause principali delle anomalie del pallettizzatore sono di due tipologie diverse e hanno bisogno di azioni e contromisure differenti. Le maggiori cause individuate sono:

- Casse deformate (Materiale)
- Interferenza elettrica (Macchina)

4.3.6 Causa Casse deformate

Azioni e contromisure – Casse deformate



Come prima contromisura, è stato proposto di sostituire le fasce laterali delle casse con altre fasce non deformate, già disponibili all'interno del magazzino, e di incollarle alla base in modo da irrigidire la struttura delle casse. È stato effettuato un primo tentativo, utilizzando un particolare tipo di colla per imballaggi, che però si è rivelato fallimentare. A questo punto, si è deciso di optare per il silicone, materiale più resistente della colla. La prova effettuata con il silicone è andata a buon fine, dunque si è deciso di “incollare” le fasce e le basi di 24 casse. Successivamente, sono state individuate le casse più deformate e sono state sostituite con quelle recentemente riparate, inserendole nel ciclo di carico del pallettizzatore al fine di verificarne la robustezza.

Risultati – Casse deformate



La contromisura messa in atto ha portato notevoli risultati, in quanto le microfermate del pallettizzatore sono diminuite, seppur non completamente poiché, come spiegato in precedenza, le casse deformate non erano l'unica causa delle microfermate.

Consolidamento e estensione – Casse deformate



Poiché il team di produzione ha notato un miglioramento significativo delle performance della macchina attraverso l'irrobustimento delle casse, si è proposto di sostituire completamente tutte le casse con container di plastica rigida in modo da evitare il deterioramento e il danneggiamento nel breve termine. A questo scopo, è stato interpellato un nuovo fornitore che ha pianificato la creazione di campioni e l'esecuzione di test “in loco” per verificare la fattibilità della modifica proposta.

Tra le prospettive future, vi è la creazione di una MP-INFO (si veda paragrafo “1.3.9 Early Equipment Management (EMM)” di questo elaborato) in modo da standardizzare l’utilizzo delle casse rigide nelle attività di pallettizzazione all’interno degli stabilimenti del Gruppo.

4.3.7 Causa Interferenza elettrica

Azioni e contromisure – Interferenza elettrica



La contromisura adottata per attaccare questa causa radice è stato un intervento esterno da parte dell’azienda fornitrice della macchina di pallettizzazione (Tekna) in collaborazione con i team interni di industrializzazione e manutenzione. In un primo momento è stato identificato un problema della scheda elettronica del manipolatore, che è stata prontamente sostituita. Questa azione ha diminuito di poco le microfermate, motivo per cui il team ha cercato soluzioni alternative.

Occorre specificare che risultava estremamente difficile individuare il problema al momento della sua manifestazione, poiché si trattava di microfermate di decimi di secondo e quindi impossibili da osservare con precisione. Inoltre, al momento dell’analisi il team di progetto non possedeva gli strumenti necessari a condurre un’indagine accurata. Dunque si è deciso di procedere per tentativi, che comprendevano la sostituzione di tutti gli elementi della macchina che potevano causare interferenze elettriche (come i sensori e la barriera di sicurezza). A seguito di una valutazione dei costi, è risultato più conveniente effettuare queste sostituzioni piuttosto che acquistare gli strumenti necessari ad effettuare un’analisi approfondita del problema.

Risultati – Interferenza elettrica



Come citato sopra, la sostituzione della scheda elettronica della macchina non ha diminuito le microfermate in modo significativo. al contrario, a seguito della sostituzione dei sensori e della barriera di sicurezza, i blocchi del pallettizzatore si sono quasi completamente azzerati, a dimostrazione del fatto che l’interferenza elettrica con qualunque componente era realmente la causa radice del problema

Consolidamento e estensione – Interferenza elettrica



La fase di consolidamento di questa parte del progetto prevede la creazione di un’altra MP-INFO per standardizzare le modifiche apportate alla macchina e per diffondere il *know-how* su questo tipo di problematica all’interno dell’Azienda.

Inoltre, è stata avanzata una proposta di modifica progettuale in quanto sul manuale della macchina non vi sono informazioni sulle modalità con cui le scariche elettriche emesse possano interferire con il circuito elettrico della barriera di sicurezza o della stessa linea di assemblaggio. Al momento della stesura di questo elaborato, il team si trova in una fase di valutazione al fine di stimare l'effettivo miglioramento che una modifica di progetto potrebbe portare.

4.3.8 Valutazione B/C

Di seguito viene riportata la valutazione dei costi e dei benefici, eseguita sull'intero progetto:

Benefici	€ 8.481,19
Costi	€ 1.534,32
B/C	5,53

I costi includono:

- Tempo impiegato per le modifiche (operatori interni ed esterni all'Azienda);
- Tempo impiegato dai "white collar" per l'implementazione del progetto;
- Costo del materiale: silicone, ricambi.

I benefici includono:

- Tempo guadagnato dal *Team Leader* (risparmio per l'azienda);
- Guadagno derivante dall'eliminazione degli scarti;
- Tempo produttivo recuperato (ogni microfermata provoca il fermo di un *Team Leader*, un operatore di linea e due operatori logistici);
- Risparmio sul mantenimento delle casse (non si rompono più)
- Riduzione dei tempi CILR.

Il *Major Kaizen* completo è riportato in Figura 71.

ARISTON ENERGIES SERVICES		MAJOR KAIZEN					Reparto: LINEA 04										
Stabilimento: Osimo							Squadra:										
Tema:							ID progetto:										
Categoria:		<input type="checkbox"/> Scientifico <input type="checkbox"/> Q/Qualità <input type="checkbox"/> (DIN/EN/ISO/BSI Standards/Product Management)		<input type="checkbox"/> (S) (Simple Operator) <input type="checkbox"/> (L) (Expert)		<input type="checkbox"/> (A) (Autonomous Maintenance) <input type="checkbox"/> (P) (People Development) <input type="checkbox"/> (C) (Cost Reduction)		<input type="checkbox"/> (M) (Professional Maintenance) <input type="checkbox"/> (E) (Environment) <input type="checkbox"/> (F) (Facilities Management)									
Argomento		1 Descrizione del fenomeno Definizione delle condizioni attuali (analisi: 5W+2H) • WHAT: Blocco pallettizzatore LO4 • WHEN: 5-6 volte a turno • WHERE: braccio del pallettizzatore • WHO: problema riscontrato dal Team Leader • WHICH: il problema si presenta quando la barriera è "occupata" • HOW: blocco del braccio del robot		2 Azioni e contromisure Casse deformate - Sostituzione fasce laterali - Incollaggio con colla (negativo) - Incollaggio con silicone (positivo) - Sostituzione casse danneggiate con casse riparate		Interferenza elettrica - Sostituzione scheda elettrica - Sostituzione sensori - Sostituzione barriera											
Team		2 Sistema Processo quasi completamente automatizzato. Funzione problematica → Muting		3 Definire gli obiettivi Ridurre le microfermate del 90%		Risultati Casse deformate Diminuzione delle microfermate		Interferenza elettrica Azzerramento delle microfermate									
Piano		4 Analisi delle cause Analisi 4M+1D → Verifiche Analisi 5 WHYS Maggiori cause: - Casse deformate - Interferenza elettrica				7 Consolidamento e estensione Casse deformate - Sostituzione totale con casse rigide - MP-INFO		Interferenza elettrica - MP-INFO - Modifica progettuale									
Strumenti utilizzati		<input type="checkbox"/> 5-6 <input type="checkbox"/> 5 W + 2 H <input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5WHY		<input type="checkbox"/> 5M (5 people) <input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M		<input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M		<input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M <input type="checkbox"/> 5M									
Autore di miglioramento		Data		Esecutore		Data realizzazione		Costi (€)		Benefici (€)		Risultati (€)		Benefici / Costi		Verifica	
								1534,32€		8481,19€				5,53			

Figura 71. Major Kaizen compilato

5 Conclusioni e prospettive future

L'evoluzione del programma *WCM* all'interno di Ariston Thermo Group e, in particolare, nello stabilimento di Osimo, è costante e notevole. Questo dimostra il raggiungimento dell'obiettivo principale di questa metodologia, ovvero il coinvolgimento di tutto il personale nelle attività di miglioramento. A distanza di sette anni dalla sua introduzione nel *plant*, le persone iniziano a vedere il *WCM* come un'opportunità per imparare e per crescere professionalmente e non come una serie di regole da seguire alla lettera. Infatti, la percentuale di dipendenti coinvolti è passata dal 15% (2011) all' 87% (2018), interessando tutte le funzioni aziendali, come ad esempio la produzione, la manutenzione, la qualità, la logistica ecc...

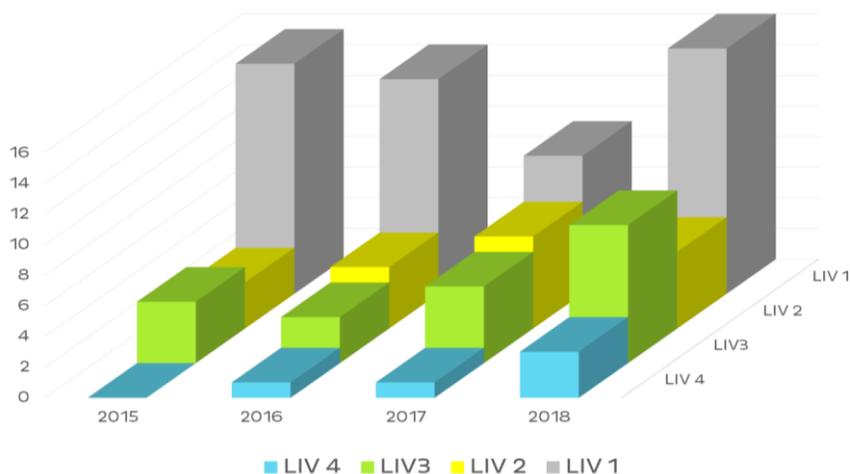


Figura 72. Ingegneri della produzione dal 2015 al 2018

Un contributo importante è stato apportato sicuramente dal progetto “*Team Leader*” (Figura 72) che, come citato nel Capitolo 3, ha reso possibile il coinvolgimento diretto del team di produzione, e che si concluderà entro la fine del 2018. Di conseguenza, a partire dal 2019 vi sarà un aumento degli “ingegneri della produzione” all'interno del *plant*, in grado di evidenziare prontamente le criticità e di proporre eventuali azione correttive. Questo progetto fa sì che gli sforzi e il successo generale della fabbrica si ripercuotano direttamente sulla soddisfazione del personale e quindi sul loro rendimento. Inoltre, la comunicazione diretta tra la produzione e la dirigenza nello sviluppo dei *Kaizen* permette al management di conoscere le singole problematiche ed apprezzare i miglioramenti apportati dal team.

Nel seguente grafico è riportato il numero di *Kaizen* sviluppati negli ultimi cinque anni, mostrando un andamento sempre maggiore, che fa pensare ad un ulteriore aumento negli anni

successivi. Tra i 17 *Major Kaizen* realizzati nel 2018, vi è il progetto di riduzione delle microfermate del pallettizzatore della linea L04, descritto nel Capitolo 4 di questo elaborato.

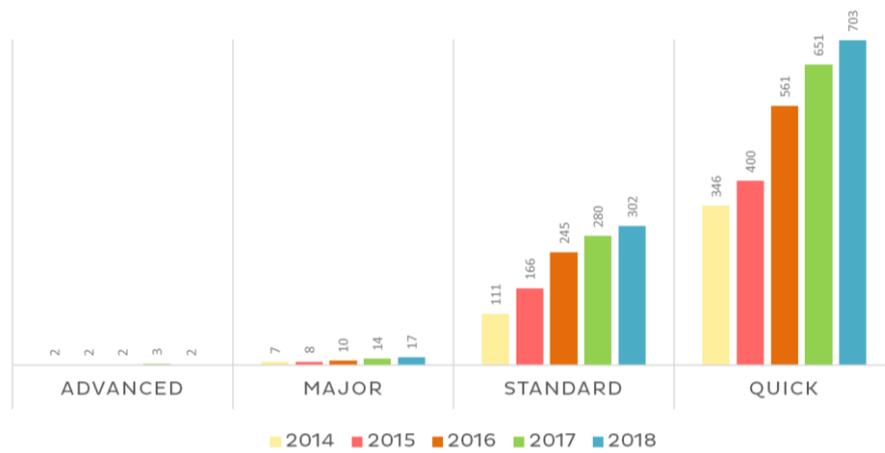


Figura 73. Numemro di Kaizen realizzati dal 2014 al 2018

Uno dei concetti fondamentali del *World Class Manufacturing* è l'espansione. L'obiettivo di ogni progetto di miglioramento, infatti, non è quello di trovare una soluzione fine a se stessa, ma di estenderla a tutte le aree del *plant* che potrebbero presentare lo stesso problema. L'area modello di ogni pilastro deve fornire le linee guida per l'implementazione delle attività nelle altre aree produttive. Nella seguente figura viene illustrato il piano di espansione del *plant* di Osimo, suddiviso per pilastro.

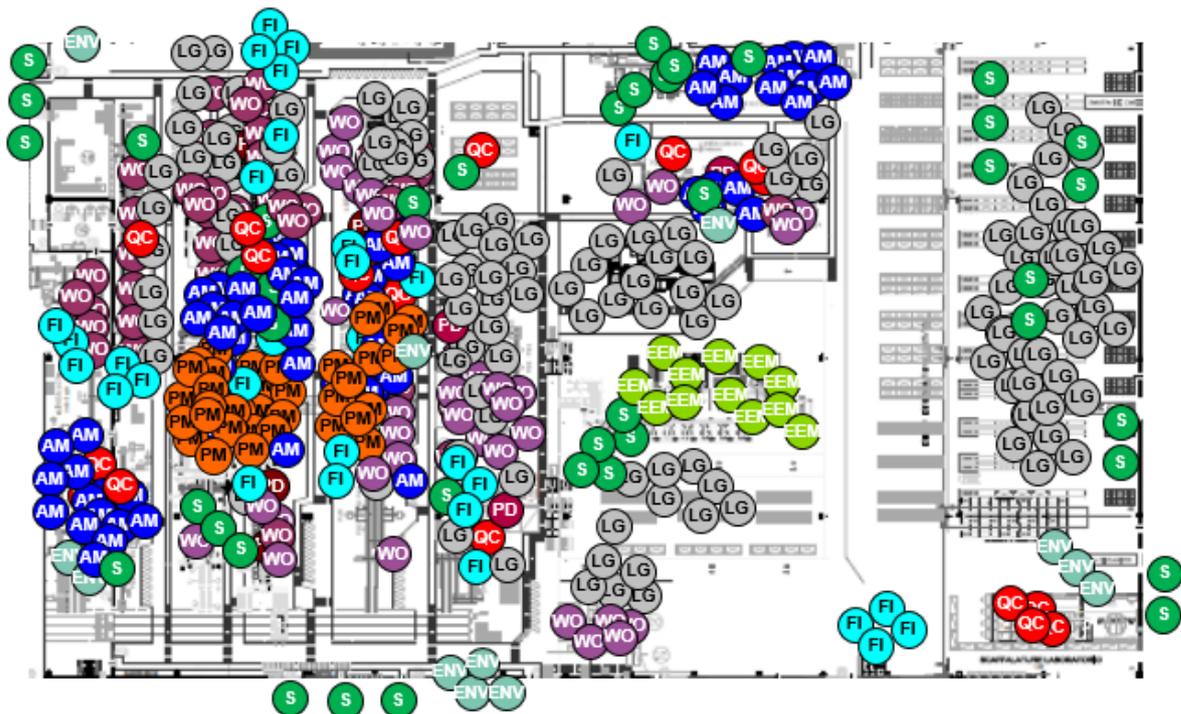


Figura 74. Piano di espansione del *plant* di Osimo

Utilizzando vari metodi per attaccare le perdite, l'Azienda sta ottenendo buoni risultati *step by step*. Una delle prospettive future è proprio quella di aprire nuovi cantieri su aree mirate dello stabilimento, che permettano il raggiungimento dei “nove zeri” descritti nel Capitolo 1.

In conclusione, l'insieme dei processi e dei miglioramenti implementati, sebbene descritti per finalità espositive, sono da considerarsi come prova dell'effettiva utilità ed efficacia degli strumenti che il *WCM* mette a disposizione. Nonostante lo scetticismo di molti, la validità dei sistemi adottati è dimostrata dai numeri, ovvero dai dati raccolti prima e dopo lo sviluppo dei progetti, ottenuti con il monitoraggio dei *KPI*.

In un ambiente caratterizzato da costanti mutazioni e fluttuazioni del mercato, il sistema di miglioramento continuo alla base del *WCM* permette di affrontare le problematiche quando si manifestano, ma soprattutto di prevedere le criticità future adottando l'approccio proattivo con lo scopo di eliminare ogni minima perdita.

6 Bibliografia e sitografia

1. Storey, John, and Alan Harrison. "COPING WITH WORLD CLASS MANUFACTURING." *Work, Employment & Society*, vol. 13, no. 4, 1999, pp. 643–664
2. Flynn, E. James, and Barbara B. Flynn. "Achieving Simultaneous Cost And Differentiation Competitive Advantages Through Continuous Improvement: World Class Manufacturing As A Competitive Strategy." *Journal of Managerial Issues*, vol. 8, no. 3, 1996, pp. 360–379
3. What is Autonomous Maintenance? - Industry Forum [Internet]. *Industryforum.co.uk*. 2018 [consultato il 22 marzo 2018]. Disponibile al sito: <https://www.industryforum.co.uk/resources/articles/autonomous-maintenance/>
4. (Singapore). Autonomous Maintenance (Jishu Hozen) by Operational Excellence Consul... [Internet]. *Slideshare.net*. 2018 [consultato il 23 marzo 2018]. Disponibile al sito: <https://www.slideshare.net/oeconsulting/tpm-autonomous>
5. Total Productive Maintenance Part 2 Autonomous Maintenance [Internet]. *Meddeviceonline.com*. 2018 [consultato il 16 aprile 2018]. Disponibile al sito: <https://www.meddeviceonline.com/doc/total-productive-maintenance-part-autonomous-maintenance-0001>
6. Autonomous Maintenance [Internet]. *Lean Manufacturing Tools*. 2018 [consultato il 26 aprile 2018]. Disponibile al sito: <http://leanmanufacturingtools.org/438/autonomous-maintenance/>
7. Autonomous Maintenance: 5 Steps to Successful Implementation [Internet]. *Mobility Work*. 2018 [consultato il 30 aprile 2018]. Disponibile al sito: <https://www.mobility-work.com/blog/autonomous-maintenance-5-steps-to-successful-implementation>
8. Ariston Thermo Corporate | Official Website [Internet]. *Aristonthermo.com*. 2018 [consultato il 4 aprile 2018]. Disponibile al sito: <http://www.aristonthermo.com>
9. Total Quality Management nei progetti | Project Management Center [Internet]. *Project Management Center*. 2018 [consultato il 22 marzo 2018]. Disponibile al sito: <http://www.humanwareonline.com/project-management/center/total-quality-management-nei-progetti/>
10. Total Quality Management (TQM): What is TQM? | ASQ [Internet]. *Asq.org*. 2018 [consultato il 18 giugno 2018]. Disponibile al sito: <http://asq.org/learn-about-quality/total-quality-management/overview/overview.html>

11. [Internet]. Docenti.unimc.it. 2018 [consultato il 18 giugno 2018]. Disponibile al sito: <http://docenti.unimc.it/claudio.tomassini/teaching/2016/16565/files/lezione-1/analisi-e-mappatura-dei-processi-aziendali>
12. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM) [Internet]. Plant-maintenance.com. 2018 [consultato il 18 giugno 2018]. Disponibile al sito: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml
13. TPM is a Process for Improving Equipment Effectiveness | Lean Production [Internet]. Leanproduction.com. 2018 [consultato il 5 aprile 2018]. Disponibile al sito: <https://www.leanproduction.com/tpm.html>
14. Lean manufacturing o Produzione snella [Internet]. Qualitiamo.com. 2018 [consultato il 18 giugno 2018]. Disponibile al sito: <http://qualitiamo.com/leanmanufacturing/leanmanufacturingportale.html>
15. JIT - JUST IN TIME - Logistica Efficiente - Il portale della Supply Chain [Internet]. Logisticaefficiente.it. 2018 [consultato il 18 giugno 2018]. Disponibile al sito: <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/supply-chain/just-in-time.html>
16. Significato, definizione e calcolo dell'OEE [Internet]. Organizzazione Aziendale. 2018 [consultato il 21 giugno 2018]. Disponibile al sito: <https://www.organizzazioneaziendale.net/oe-significato-definizione-calcolo/2671>
17. Lean Manufacturing - informazioni e corsi scaricabili [Internet]. Lean Manufacturing. 2018 [consultato il 20 marzo 2018]. Disponibile al sito: <http://www.lean-manufacturing.it/>
18. World Class Manufacturing [Internet]. Bonfiglioli consulting. 2018 [consultato il 24 maggio 2018]. Disponibile al sito: <https://www.bcsa.it/come-operiamo/world-class-manufacturing/>
19. World Class Manufacturing [Internet]. Qualitiamo.com. 2018 [consultato il 15 aprile 2018]. Disponibile al sito: http://www.qualitiamo.com/articoli/world_class_manufacturing.html
20. ASSERVIMENTO MACCHINE UTENSILI [Internet]. Tekna Automazioni Industriali. 2018. [consultato il 15 giugno 2018]. Disponibile al sito: http://www.teknaautomazioni.com/prodotti_cambiopallet.htm
21. Funzione di Muting [Internet]. Reersafety.com. 2018. [consultato il 20 giugno 2018]. Disponibile al sito: <http://www.reersafety.com/br/it/guida-sicurezza/barriere-fotoelettriche-di-sicurezza/funzione-di-muting>

Ringraziamenti

Giunta alla conclusione di questo percorso universitario, vorrei ringraziare tutte le persone che in questi anni hanno assistito alla mia crescita, mi hanno sostenuta, incoraggiata o semplicemente sono state presenti nella mia vita.

Il grazie più grande va alla mia famiglia! Grazie mamma, papà e Stefano per essere stati sempre presenti, per avermi consolata nei momenti difficili, per avermi dato la forza di superarli e soprattutto per aver creduto in me in ogni momento. Non ce l'avrei mai fatta senza di voi.

Grazie a tutto il resto della famiglia, nonni, zii, cugini e parenti tutti, per avermi sempre sostenuta e per la vostra convinzione che qualunque cosa avessi fatto sarebbe stata un successo. Mi avete aiutata a vedere gli insuccessi come un'opportunità per imparare.

Grazie alla mia seconda famiglia, le mie amiche, colleghe, compagne, coinquiline Nabila, Giulia e Trive. Grazie semplicemente per TUTTO quello che abbiamo passato insieme in questi 5 anni, per le risate, i pianti, le avventure irlandesi, i thè dopo cena, le giornate di studio, le vacanze, i post-it sul muro...potrei dedicare una pagina solo a voi ma mi fermo qui. Non sarei mai sopravvissuta in questa giungla senza di voi! Siete la cosa più bella che potesse capitarmi e sicuramente sarete il ricordo più emozionante di questi cinque anni.

Grazie a tutti i miei compagni di corso, per esservi fidati di me dal primo giorno e per aver affrontato con me questi anni. Ognuno di voi mi ha lasciato un ricordo e mi ha insegnato qualcosa. Grazie a Carola, Margherita e Francesca, per aver condiviso con me le stesse esperienze pur essendo in tre nazioni diverse e per non esserci perse di vista. Grazie a tutte le persone incontrate in Irlanda, per avermi fatto conoscere il mondo restando ferma in un posto.

Grazie a Francesca, amica di sempre, per essere stata presente nonostante la distanza. Grazie per avermi sempre detto le parole giuste al momento giusto e per aver condiviso le gioie e i dolori di questi anni universitari.

Grazie a Francesco, per avermi supportata e sopportata in questi anni. Grazie per aver accettato e capito ogni mia scelta. A prescindere da tutto, sei stato e resti una persona da ringraziare.

Grazie alle mie amiche di Monteverde - Claudia, Carmela, Michelina e Giusy - per aver sempre capito in quale parte del mondo mi trovavo e per avermi aspettato a braccia aperte ogni Natale, Pasqua e feste varie.

Grazie ad Annamaria, per essere stata presente e per aver ascoltato le mie svariate lamentele durante questi anni.

Grazie a Claire e Karolina, per avermi insegnato che si può diventare amiche in tre mesi e restare amiche per anni, augurandomi buona fortuna prima di ogni passo importante.

Grazie ai miei nuovi amici e colleghi “marchigiani”, per avermi accolta nella famiglia di Ariston Thermo, per avermi fatto ridere, per avermi scarrozzato in giro per le Marche e per avermi coinvolto nella vostra vita da pazzi. Grazie anche per aver sabotato in tutti i modi la stesura di questa tesi organizzando pranzi, cene, aperitivi, uscite, serate e vacanze nei momenti meno opportuni.

Grazie a Nicola Catani, il mio tutor aziendale, e a tutto il team del “soppalco” di Osimo per il supporto che mi avete dato durante i mesi di stage, per la formazione, la disponibilità e per avermi spiegato ogni passaggio e ogni strumento con tanta pazienza.

Grazie ad Alessio Marcucci, il mio responsabile nel nuovo ufficio di Serra de' Conti, per avermi permesso di “rubare” un pò di ore lavorative per completare la tesi. E grazie a Francesco, per aver tappato i buchi da me causati.

Infine, ringrazio il mio relatore, il Prof. Maurizio Schenone, per la disponibilità e la precisione dimostrate e per avermi lasciato completa libertà nella stesura della tesi.

So che molti di voi continueranno ad essere presenti e a sostenermi in tutto ciò che verrà da questo momento in poi. Per questo e per tutto ciò che è passato... GRAZIE MILLE DAVVERO!

Martina