



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Ingegneria Industriale DII

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Meccanica

Tesi di Laurea

Ottimizzazione del cambio formato in una linea di imbottigliamento.

Il caso Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Relatore

Ch. Mo Prof. Roberto Panizzolo

Correlatore

PhD. Ing. Stefano Cervaro

Laureando

Bottacin Riccardo

Matricola

1233428

Anno Accademico 2021/2022

SOMMARIO

L'obiettivo di questo elaborato è quello di fornire alle aziende appartenenti al settore alimentare – ma più in generale alla sfera industriale – i tratti distintivi di una procedura semplice, ma allo stesso tempo efficace, da seguire come strumento di supporto per l'introduzione di migliorie in ambito SMED. Il fine ultimo è quello di implementare dei miglioramenti nei confronti dei cambi formato dei macchinari appartenenti ad una linea di imbottigliamento - o più in generale di produzione - sulla base dei principi tipicamente utilizzati nel Lean Management.

Il presente elaborato è di fatto diviso in due parti. Nella prima sezione si introducono i principali aspetti teorici alla base del progetto sviluppato nell'azienda ospitante Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. relativi principalmente all'ambito della Lean Organization. Nella seconda parte, invece, si entra nel vivo del progetto aziendale sviluppando una tipica procedura di analisi e sintesi volta all'implementazione del cambio formato di alcuni macchinari presenti su una linea di imbottigliamento dello stabilimento. Lo scopo del progetto riguarda l'ottenimento di un duplice effetto positivo in ambito produttivo: ridurre le tempistiche del setup dei singoli macchinari scelti e, in generale, anche quelle della linea intera per massimizzare l'efficienza e la flessibilità della linea.

In questo documento, si tratterà in modo particolare, la pianificazione e lo sviluppo di un progetto SMED per una linea di imbottigliamento di bibite in lattina caratterizzata da lunghe attese e criticità nella sua macchina “collo di bottiglia”, ovvero il monoblocco di riempimento. Tuttavia, la validità delle linee guida proposte da questo elaborato, è estendibile ad altre tipologie di linee di imbottigliamento automatiche o manuali oltre che in un qualsiasi altro contesto industriale relativo all'assemblaggio di prodotti finiti.

Grazie alle applicazioni SMED - teorizzate e sperimentate direttamente sul campo da Shigeo Shingo - e con l'aiuto di alcuni validi strumenti di derivazione Lean – con particolare riferimento alla teoria delle 5S e alla filosofia Kaizen - si è riusciti nell'intento di ridurre le tempistiche di setup fisico dei macchinari giudicati “colli di bottiglia” nel processo di cambio formato dell'intera linea, riducendone il tempo di fermo.

La parola chiave per generare dei miglioramenti economicamente sostenibili, senza dover necessariamente intervenire con investimenti e modifiche tecniche, è “standardizzazione”. Il presente elaborato, propone l'applicazione mirata di una serie di strumenti organizzativi che hanno la funzione di generare uno standard di riferimento scritto consultabile dagli operatori in ogni momento su due diversi livelli di focus. Nel primo caso - a livello specifico di macchinario – si è utilizzata una standardizzazione dettata da check-list e procedure operative di cambio formato; nel secondo caso - a livello generale di linea – si è proposta una standardizzazione basata sui diagrammi di Gantt.

Pertanto, lo scopo globale dell'elaborato riguarda lo sviluppo e l'implementazione di una serie di standard applicabili non solo su altre linee di imbottigliamento dello stabilimento ma anche su altre linee di assemblaggio industriali in maniera chiara, efficace e possibilmente con feedback retroattivi.

Il risultato ottenuto ha soddisfatto le aspettative ed è stato preso come riferimento per i futuri progetti di ottimizzazione SMED interni all'azienda, oltre ad essere il punto di partenza di ulteriori sviluppi per la linea di imbottigliamento già migliorata con questo progetto.

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
1. LEAN MANUFACTURING.....	5
1.1. Lean Manufacturing e Lean Thinking.....	5
1.1.1. Il supermercato: un esempio di Lean Strategy in un contesto commerciale.....	6
1.1.2. La sanità: una possibile implementazione Lean in un contesto non industriale.....	7
1.1.3. Condizioni ideali per implementare il Lean Thinking: Giappone ed Occidente a confronto.....	8
1.1.4. Lean Management italiana: il quadro AS-IS.....	11
1.2. Il Giappone e gli albori del pensiero snello.....	12
1.3. Strumenti base e benefici della Lean Production.....	16
1.3.1. Approccio di tipo “pull” con gestione dei materiali a Kanban.....	16
1.3.2. Just in Time (JIT) e Takt Time.....	18
1.3.3. Heijunka.....	19
1.3.4. Poka Yoke.....	20
1.3.5. A3 Model Technique.....	21
1.3.6. Total Productive Maintenance (TPM).....	21
1.4. I capisaldi del Toyota Production System e il leitmotiv del Lean Thinking.....	23
1.4.1. Focus sul cliente e sul flusso di valore (Value Stream Mapping).....	24
1.4.2. Eliminazione degli sprechi (muda).....	26
1.4.3. Miglioramento continuo (Continuous Improvement).....	29
2. METODOLOGIA SMED E QUICK CHANGEOVER.....	31
2.1. SMED: “Single Minute Exchange of Die”.....	31

2.2. Il Giappone e la nascita dello SMED.....	36
2.2.1. Il primo episodio: l'innovazione del metodo.....	36
2.2.2. Il secondo episodio: la notorietà e la fama.....	37
2.2.3. Il terzo episodio: la “consacrazione” del metodo.....	38
2.2.4. L'episodio chiave per lo SMED e per il TPS: l'incontro tra Ohno e Shingo.....	39
2.3. Procedura generica di cambio formato.....	40
2.4. Procedura generica di ottimizzazione SMED.....	42
2.4.1. Step preliminare: analisi delle operazioni e delle attività di cambio formato con relativa quantificazione dei tempi.....	42
2.4.2. Step 1: distinzione tra attività esterne e attività interne.....	44
2.4.3. Step 2: conversione di attività interne in attività esterne.....	45
2.4.4. Step 3: semplificazione e standardizzazione delle attività interne ed esterne.....	45
2.4.5. Tipiche problematiche che si possono incontrare eseguendo lo SMED.....	50
2.5. SMED: una risorsa nascosta nell'impostazione di una produzione a lotti.....	51
2.5.1. Lo SMED e il legame con il lotto economico di produzione (EQM).....	53
2.5.2. Modello Occidentale Vs. modello Giapponese per l'applicazione SMED nell'ottica di lotti di dimensione ridotta.....	57
2.6. Benefici dello SMED.....	59
2.6.1. Incremento della flessibilità dei macchinari e delle linee di produzione.....	59
2.6.2. Incremento dell'agilità del sistema produttivo.....	59
2.6.3. Miglioramento della produttività dei macchinari e della qualità dei prodotti finiti.....	60

2.6.4.	Semplificazione del processo produttivo e miglioramento della sicurezza degli operatori.....	61
2.6.5.	Eliminazione dei punti deboli concettuali.....	62
3.	APPROCCIO 5S.....	63
3.1.	5S: Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu, Shitsuke.....	63
3.1.1.	Seiri (Sort).....	64
3.1.2.	Seiton (Set in Order).....	65
3.1.3.	Seison (Scrub).....	68
3.1.4.	Seiketsu (Standardize).....	68
3.1.5.	Shitsuke (Sustain).....	70
3.2.	Procedura generica di applicazione delle 5S.....	71
3.2.1.	Step preliminare: le basi del progetto 5S.....	71
3.2.2.	Step 1: riordinare e pulire.....	73
3.2.3.	Step 2: semplificare e standardizzare.....	75
3.2.4.	Step 3: verificare e sostenere nel tempo.....	76
3.3.	Benefici delle 5S.....	78
4.	FILOSOFIA KAIZEN.....	81
4.1.	Il Giappone e le origini del Kaizen.....	81
4.2.	Capisaldi della filosofia Kaizen.....	83
4.2.1.	Focus sul valore per i clienti e predisposizione al cambiamento.....	83
4.2.2.	Approccio PDCA e OPDCA.....	83
4.2.3.	Responsabilizzazione e motivazione delle persone: gemba e gemba Kaizen.....	85
4.2.4.	Hoshin Kanri e A3-X Problem Solving.....	87
4.2.5.	Total Quality Management (TQM).....	94

4.3. Kaizen e Kaizen-Kata: procedura generica di applicazione del Kaizen Problem	
Solving.....	96
4.3.1. Step preliminare: formare il Kaizen Blitz ed effettuare il brainstorming.....	98
4.3.2. Step 1: analizzare la situazione corrente con l'aiuto degli strumenti Lean.....	98
4.3.3. Step 2: agire in modo compatto coinvolgendo il gemba.....	101
4.3.4. Step 3: sostenere nel tempo le migliorie apportate.....	102
4.4. Benefici qualitativi e quantitativi del Kaizen.....	102
5. ACQUA MINERALE SAN BENEDETTO S.P.A.....	105
5.1. San Benedetto, 60 anni di risorse per la vita.....	105
5.1.1. Le origini e il Boom economico degli anni '60.....	106
5.1.2. Gli anni '80 e la rivoluzione del PET.....	107
5.1.3. La fidelizzazione e l'espansione del marchio nei mercati internazionali.....	108
5.1.4. Sostenibilità: il PET, un'arma a doppio taglio.....	109
5.1.5. San Benedetto, "Total Beverage Company"	110
5.2. San Benedetto Headquarter.....	112
5.2.1. Il processo di produzione del contenitore.....	112
5.2.2. Il processo produttivo e le fasi di imbottigliamento.....	113
5.3. Tipologie di progetti in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.....	116
5.3.1. SMED in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.....	118
5.3.2. 5S in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.....	120
5.3.3. Kaizen in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.....	121
6. PREREQUISITI E FONDAMENTI DEL PROGETTO SMED.....	125
6.1. Il Team SMED e il legame con gli altri Team di lavoro.....	125
6.2. IGE e ILIS: gli strumenti di feedback per ottenere una base di dati reali.....	127
6.3. Le matrici SMED: lo strumento per ottenere una base di dati teorici.....	129

6.3.1.	Le matrici SMED con i tempi teorici di cambio formato.....	130
6.3.2.	Gantt Chart: un'applicazione non convenzionale in ottica SMED.....	134
6.3.3.	Matrici aggiuntive per l'analisi dati preliminare.....	137
6.4.	Pianificazione del progetto SMED.....	139
6.4.1.	Analisi preliminare costi – benefici sulla totalità delle linee di produzione...	139
6.4.2.	Analisi situazione AS-IS (anno 2020).....	143
6.4.3.	Analisi e confronto delle situazioni da un anno al successivo (elaborazione dati 2019 Vs. 2020)	146
7.	SVILUPPO DEL PROGETTO SMED.....	149
7.1.	Sviluppo del progetto: Standard ISO 21500.....	149
7.2.	Sviluppo del progetto: adattamento al caso Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.....	149
7.2.1.	Riunione dei Team: analisi delle situazioni AS-IS e TO-BE.....	150
7.2.2.	Gantt Chart per lo sviluppo del progetto SMED.....	153
7.3.	Scelta della linea di attivazione del progetto SMED.....	154
7.3.1.	Layout e conformazione della linea 39.....	155
7.3.2.	Caratteristiche principali della linea 39.....	162
7.3.3.	Standard attuale di cambio formato: la matrice SMED della linea 39.....	165
8.	MONITORAGGIO DEL CAMBIO FORMATO.....	169
8.1.	Analisi ABC dei cambi formato della linea 39 (anno 2020)	169
8.2.	Implementazione ciclo OPDCA: fase preliminare di osservazione.....	172
8.3.	Scelta del/i cambio/i formato da monitorare.....	173
8.3.1.	Cambio gusto.....	174
8.3.2.	Cambio formato “corto” da più di 120’.....	175
8.3.3.	Cambio formato “lungo” da più di 300’.....	176

8.3.4. Considerazioni sul cambio da monitorare.....	179
8.4. Procedura operativa di monitoraggio impiegata.....	179
8.5. Monitoraggio del cambio formato: livello generale.....	180
8.6. Monitoraggio del cambio formato: il monoblocco di riempimento.....	183
8.7. Implementazione ciclo OPDCA: fase di pianificazione degli interventi.....	186
8.7.1. Criticità riscontrate in linea 39.....	186
8.7.2. Spaghetti Chart.....	187
8.7.3. Skill-matrix.....	189
8.7.4. Pert Chart.....	191
8.8. Costificazione del cambio formato (situazione AS-IS).....	195
9. AZIONI CORRETTIVE E RISULTATI OTTENUTI.....	203
9.1. Piano di interventi da eseguire in linea 39: fase di esecuzione del ciclo OPDCA...203	
9.1.1. Standardizzazione del cambio formato: aggiornamento della matrice SMED.....	204
9.1.2. Standardizzazione del cambio formato: introduzione dei diagrammi di Gantt.....	211
9.1.3. Standardizzazione del cambio formato: check-list del monoblocco di riempimento.....	214
9.1.4. Predisposizione carrelli per cambio formato.....	217
9.1.5. Formazione del personale.....	221
9.1.6. Predisposizione dei kit di utensili ed etichettatura dei pezzi di cambio formato.....	224
9.2. Verifica dei miglioramenti introdotti sul breve termine: fase di controllo del ciclo OPDCA.....	226

9.2.1. Monitoraggio del/i cambio/i formato (situazione migliorata di tipo A: un capo impianto per il CF del monoblocco)	227
9.2.2. Monitoraggio del/i cambio/i formato (situazione migliorata di tipo B: due capi impianto per il CF del monoblocco)	229
9.2.3. Costificazione del cambio formato (situazione migliorata A Vs. B).....	233
10. POSSIBILI INTERVENTI FUTURI DI MIGLIORAMENTO.....	237
10.1. Gantt Chart allo stadio finale del progetto SMED.....	237
10.2. Validazione e conferma dei risultati ottenuti: fase di azione del ciclo OPDCA e principio del miglioramento continuo.....	238
10.3. Possibili interventi non realizzabili al momento.....	239
10.4. Possibili interventi realizzabili in futuro.....	240
10.4.1. Gantt Chart: strumento visual di standardizzazione dei cambi formato.....	240
10.4.2. Acquisto di una nuova confezionatrice.....	245
10.4.3. Acquisto di un magazzino verticale per lo stoccaggio dei pezzi.....	248
Conclusioni.....	253
Appendice A.....	255
Appendice B.....	256
Appendice C.....	258
Ringraziamenti.....	259
Bibliografia.....	261
Sitografia.....	265

INTRODUZIONE

Al giorno d'oggi, il mercato richiede una maggior flessibilità nell'ottica del soddisfacimento dei bisogni dei consumatori. Mossi da una maggior competitività e da una elevata variabilità della domanda, le aziende sono continuamente costrette a riconsiderare i propri obiettivi primari soprattutto in ambito di produzione e di fidelizzazione del cliente finale. Questo il motivo principale per cui sempre più spesso in ambito industriale si sente parlare di "produzione snella" o Lean Manufacturing, con lo scopo di implementare delle procedure di lavoro snelle per favorire le considerazioni appena elencate. Sotto queste condizioni acquisiscono sempre più importanza le procedure SMED di cambio formato rapido.

L'acronimo SMED – Single Minute Exchange of Die - indica lo strumento della Lean Production teorizzato e applicato dall'ingegnere giapponese Shigeo Shingo, in relazione all'ottimizzazione delle attività di cambio stampo e di formato nelle industrie. Attualmente, è la procedura di ottimizzazione dei setup che maggiormente si è consolidata nel panorama industriale internazionale.

Lo SMED si pone l'obiettivo di minimizzare i tempi relativi ai setup dei macchinari sulle linee di assemblaggio dei prodotti finiti in modo che essi risultino realizzabili entro il digit, ovvero entro la singola cifra rappresentata dai dieci minuti. L'obiettivo da perseguire non è sempre raggiungibile, ma rappresenta la meta a cui tendere per valorizzare al meglio le caratteristiche produttive di una linea di assemblaggio industriale, sia essa automatizzata, piuttosto che manuale.

Infatti, le principali difficoltà che ultimamente le aziende incontrano sono relative alla realizzazione di una produzione sempre più diversificata e caratterizzata da volumi sempre più piccoli. Quest'ultima risulta essere profondamente legata alle operazioni di cambio formato e di "Quick Changeover" delle linee di produzione per via di numerose operazioni che devono essere svolte dagli operatori, come l'arresto dei macchinari industriali, la sostituzione fisica di alcuni pezzi o addirittura di interi aggregati, il cambio degli stampi, la calibrazione, la regolazione, la ripartenza, etc....

Operazioni di cambio formato frequenti sono necessarie per generare un'ampia varietà di prodotti finiti in piccoli lotti come il mercato attuale richiede. In genere, ogni volta che una macchina o una linea di assemblaggio è sottoposta ad una procedura di attrezzaggio, riduce la sua efficienza produttiva, generando dei costi tangibili - oltre a quelli più importanti relativi alla mancata produzione – che di conseguenza si riflettono sul costo del prodotto finito.

Il top management del Gruppo San Benedetto, ha da sempre monitorato e tenuto costantemente sotto controllo questa tipologia di problemi e sempre più frequentemente ha deciso di sviluppare dei progetti SMED con lo scopo di incrementare la flessibilità e l'efficienza delle sue linee di imbottigliamento.

Il problema affrontato da questo documento è stato sviluppato agendo come team di lavoro coprendo un periodo temporale della durata di sei mesi. Pur riguardando un caso applicativo specifico sviluppato in un contesto di industria alimentare, quale l'Headquarter di Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., esso assume validità generale nel contesto industriale e, pertanto, può essere utilizzato come schema base da cui prendere spunto per possibili implementazioni future in contesti industriali simili.

Nello specifico, il progetto di ottimizzazione SMED sviluppato nell'azienda veneziana - produttrice di acque minerali e leader del settore delle bevande analcoliche - ha l'obiettivo di ridurre le tempistiche di setup dell'unica linea di imbottigliamento di prodotti lattina dello stabilimento di Scorzè almeno di un 30% dell'attuale tempo impiegato per eseguire il cambio formato. Nello specifico, questa linea di imbottigliamento presentava dei tempi di cambio molto lunghi, anche della durata di un turno di lavoro di un operaio. L'obiettivo primario, tuttavia, non è stato quello di ridurre le tempistiche della linea, bensì di cercare di fornire uno standard di cambio formato specifico e potenziare il cambio formato e gli standard relativi ad esso in riferimento al/i macchinario/i reputato/i come "collo di bottiglia" dell'intero processo. In seguito all'elaborazione di una corposa analisi dati, si è isolato il monoblocco di riempimento costituito da riempitrice e aggraffatrice come elemento ad alta priorità rispetto agli altri.

Solo a questo punto si è deciso di monitorare il/i cambio/i formato rappresentativo/i per trarne il maggior numero di informazioni e dati allo scopo di implementare il cambio formato dei macchinari e, più in generale, l'intero processo produttivo della linea. Le migliorie introdotte - sia a livello organizzativo, sia a livello tecnico - sono state controllate e validate mediante l'osservazione di altri cambi formato. Nel complesso, semplificando e snellendo una moltitudine di operazioni si è riusciti a proporre due valide soluzioni per il cambio formato dei macchinari "critici" con un saving temporale rispettivamente del 22% e del 37% che è andato oltre le aspettative previste. A questo risultato si è aggiunta l'elaborazione di un rientro monetario per l'azienda calcolando inoltre un Pay-Back Period semplice a fronte degli investimenti effettuati per le modifiche tecniche introdotte nella linea.

Alcuni punti chiave che hanno caratterizzato lo sviluppo del progetto sono stati sicuramente la fase di pianificazione e di riunione periodica dei gruppi di lavoro coinvolti nelle operazioni, la fase di analisi dello storico dei dati contenuti nel database aziendale, la "passeggiata gemba" e i sopralluoghi continui nell'ambiente di lavoro, e ancora il monitoraggio diretto dei cambi formato, la fase implementativa e applicativa delle migliorie fino alla conclusione del progetto e agli eventuali spunti per interventi futuri. Mediante un confronto diretto con gli operatori coinvolti nel gemba, il processo di miglioramento è stato portato avanti sotto ogni punto di vista dell'organigramma aziendale, coinvolgendo Direzione, Ufficio Acquisti, Ufficio Qualità, Ufficio di Ingegneria di Manutenzione, Ufficio Codifica e Anagrafica, Ufficio di Direzione della Produzione, Team SMED, Team 5S e Team Kaizen autoalimentando quotidianamente il principio di miglioramento continuo sul quale l'azienda veneziana poggia il suo know-how.

Il documento presentato è inerente ad alcuni macro argomenti ormai entrati a far parte del settore industriale negli ultimi decenni, quali Lean Management, politiche SMED, procedure 5S e filosofia Kaizen. Per lo sviluppo di questo lavoro, quindi, si è fatto riferimento principalmente a dei riferimenti letterari legati allo SMED (Shingo S., 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Cambridge, Connecticut; Henry J. R., 2013, *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; The Productivity Press Development Team, 2016, *Quick Changeover for Operators: THE SMED SYSTEM*, Productivity Press, New York) e alle 5S (Ortiz C. A., 2016, *The 5S Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S*

Program, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Willis D., 2016, *Process Implementation Through 5S: Laying the Foundation for Lean*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York).

Per avere una maggior chiarezza e sintesi dei contenuti trattati nell'elaborato, di seguito si fornisce uno specchio riassuntivo dei vari capitoli in cui è suddiviso l'elaborato.

Il capitolo 1 introduce i principali aspetti riguardanti la filosofia Lean, offrendo una sua panoramica generale, trattando sia le sue origini storiche e il suo sviluppo nel mondo dell'industria europea e occidentale, sia alcuni dei suoi tipici strumenti di implementazione utilizzabili.

Il capitolo 2 è il fulcro teorico del documento e riporta una descrizione più approfondita di uno degli strumenti principali che hanno alimentato il mito del Toyotismo nel tempo, nonché uno degli strumenti attualmente più utilizzati da parte delle aziende per implementare i principi Lean: lo SMED. Il capitolo introduce numerosi concetti teorici presi dalla letteratura che saranno necessari per lo sviluppo del progetto in azienda. Il riferimento, in particolare, è all'ideatore del metodo SMED - Shigeo Shingo - autore della pubblicazione "*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*" che è divenuta una pietra miliare in questo contesto.

Nel capitolo 3 si delineano i cinque punti cardine dell'approccio 5S, una delle primissime tecniche di implementazione che le aziende si apprestano ad eseguire quando vogliono entrare nel mondo della Lean Organization, visto che si tratta di uno dei metodi più facilmente applicabili ai diversi contesti industriali. Mediante questo strumento è possibile favorire l'ottimizzazione dello standard lavorativo dell'azienda - in particolare delle postazioni operative - per migliorare indirettamente la performance del processo produttivo con 5 azioni semplici e ripetibili.

Il capitolo 4 presenta uno dei principi base che ha strettamente a che fare con il sostenimento del Lean Thinking, ovvero la filosofia Kaizen. Vengono descritti, in particolare, i capisaldi alla base di questo pensiero - tra cui il ciclo PDCA di Deming - e i relativi benefici legati a questo approccio snello.

Il capitolo 5 riporta sinteticamente alcune informazioni riguardanti l'azienda ospitante Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., con focus in particolare sullo stabilimento principale in provincia di Venezia. L'obiettivo è quello di eseguire una contestualizzazione dell'ambiente in cui si è sviluppato e implementato il progetto relativo all'ottimizzazione del cambio formato.

Con il capitolo 6, si entra nel vivo del progetto SMED delineando le procedure di analisi preliminare effettuate in azienda allo scopo di far emergere le possibili linee di imbottigliamento su cui condurre l'implementazione in ottica di miglioramento delle procedure di cambio formato. Il capitolo 6, di fatto, chiarisce e delinea le basi delle procedure che verranno applicate nei capitoli successivi dell'elaborato.

Il capitolo 7 rende esplicita la scaletta da seguire per l'implementazione e per lo sviluppo del progetto SMED, avanzando delle prime considerazioni utili per la fase successiva di monitoraggio del cambio formato sulla linea di imbottigliamento candidata per la fase di ottimizzazione.

Il capitolo 8, ha come tema centrale il monitoraggio del cambio formato - prima a livello generale di linea e poi sul/i macchinario/i individuato/i come "collo di bottiglia" - usato come riferimento per l'introduzione delle miglie del progetto.

Il capitolo 9 è direttamente collegato al precedente e insieme ad esso costituisce il fulcro dell'intero elaborato riportando le azioni di miglioramento implementate a seguito dell'attivazione del progetto SMED con il fine ultimo di verificare i risultati ottenuti operando dei confronti tra la/e situazione migliorata/e rispetto a quella di partenza.

Il capitolo 10, infine, conclude l'elaborato descrivendo alcune soluzioni proposte con il progetto SMED che tuttavia non hanno riscosso interesse o non hanno trovato applicazione fondata nel processo di implementazione del cambio formato. Alcune di queste considerazioni, però, non sono state accantonate e si sono trasformate in possibili realtà implementabili sulla linea ottimizzata già nel medio-lungo termine.

Le migliorie introdotte con il progetto SMED hanno poste le fondamenta per dei futuri progetti di ottimizzazione dei cambi formati sulla base delle procedure sviluppate nel presente elaborato, a conferma del fatto che il principio di miglioramento continuo tipico della filosofia Kaizen è fortemente sentito e promosso dall'azienda ospitante.

1. LEAN MANUFACTURING

In questo primo capitolo dell'elaborato si introducono i principali aspetti riguardanti la filosofia Lean, ambito di cui la metodologia SMED di ottimizzazione del cambio formato fa parte. I primi paragrafi offrono una panoramica generale della Lean, dalle sue origini ai suoi principali strumenti. Questa contestualizzazione sarà propedeutica per comprendere al meglio il Toyota Production System e i capisaldi del Lean Thinking descritti nei paragrafi finali del capitolo, oltre ad offrire le basi per lo sviluppo dei successivi capitoli dell'elaborato.

1.1. Lean Manufacturing e Lean Thinking

Con il termine “Lean Manufacturing” o “Lean Production” (italianizzato “produzione snella”) si intende un insieme metodologie da utilizzare in ambiente industriale per introdurre una serie di migliorie all'interno dell'azienda. Queste ultime sono riferite a un'ottimizzazione dei tempi, un aumento della produttività, una riduzione degli sprechi e un miglioramento continuo della qualità del prodotto, coinvolgendo tutte le funzioni aziendali (progettazione, produzione e valorizzazione del prodotto¹).

Si tratta di un approccio sistematico che richiede continuità per ottenere dei validi risultati: si cerca di tendere alla perfezione compiendo di volta in volta dei piccoli passi in avanti e adattando il flusso della produzione dell'azienda alle richieste in continua evoluzione che arrivano da parte dei clienti.

Il termine "Lean Manufacturing" è stato coniato per la prima volta da John Krafcik nel suo articolo del 1988, “*Triumph of the Lean Production System*”, basato sulla sua tesi di laurea al MIT Sloan School of Management. Nella sua pubblicazione, Krafcik sosteneva la produzione snella in quanto strumento di realizzazione di una maggior varietà e qualità di prodotti finiti impiegando allo stesso tempo un minor numero di risorse, tempi, materiali, ...

Questi concetti sono stati ribaditi e confermati nella nota pubblicazione del 1990 “*The Machine That Changed the World*” di Womack, Jones e Roos², il primo libro inerente alla filosofia snella apparso negli Stati Uniti. I tre autori espongono i risultati di uno studio relativo ad un confronto delle prestazioni dei maggiori produttori mondiali del settore dell'automotive con quelle della Toyota Motor Corporation. A loro si deve il merito di aver introdotto e divulgato al mondo Occidentale non solo le ragioni principali per cui il sistema di produzione dell'azienda giapponese non aveva avuto una degna concorrenza sul mercato a partire dagli anni '70.

La loro pubblicazione ha segnato una vera e propria svolta per il mondo industriale, tanto da portare gli stessi Womack e Jones a coniare qualche anno più tardi il termine “Lean Thinking” nel libro da loro redatto “*Lean Thinking – banish waste and create wealth in your corporation*”. Considerato una pietra miliare del “pensiero snello”, il libro focalizzava la sua attenzione su questa filosofia manageriale atta a ridurre gli sprechi e a creare ricchezza all'interno di un'azienda.

¹ Qui il riferimento è al “Total Quality Management”, trattato in modo più esaustivo al paragrafo 4.2.5 del capitolo 4.

² Womack P. J., Jones D. T., Roos D., 1990, *The Machine That Changed the World*, Free Press, New York.

Ancora una volta, venivano ripresentati i principi cardine che avevano portato il Toyota Production System (TPS)³ ai vertici mondiali del settore automotive.

“Lean thinking is lean because it provides a way to do more and more with less and less – less human effort, less equipment, less time, and less space – while coming close and close to providing customers with exactly what they want.”⁴

Sostanzialmente, se con il termine Lean Manufacturing si intende il processo generico di ottimizzazione dei processi industriali secondo i principi snelli, con il termine Lean Thinking, non ci si riferisce solamente ad un sistema di produzione fine a sé stesso, ma un vero e proprio stile di management inteso come corrente di pensiero a sé stante applicabile a tutti i comparti di un'azienda industriale e non solo.

1.1.1. Il supermercato: un esempio di Lean Strategy in un contesto commerciale

Un esempio basilare e molto approssimativo per capire la logica del sistema Lean può essere il supermercato, inteso sia come punto vendita fisico, sia come store online.

In genere, quando un cliente entra in un supermercato (o in un sito di acquisti online) percorre un cammino reale (o virtuale) per acquistare dei beni anche molto diversi tra loro. Tendenzialmente si cerca di effettuare un unico viaggio (o percorso web) e i tempi di percorrenza dell'itinerario (o di ricerca) dovrebbero essere molto brevi rispetto alle molte combinazioni e alle numerose possibilità di scelta che fornisce lo store. Questo perché i prodotti sono ben organizzati, suddivisi in categorie e rimpiazzati gradualmente non appena stanno per finire. Tutto il sistema è trainato – nell'ipotesi di ignorare le scontistiche o le promozioni applicate ai prodotti – in base alle richieste del cliente finale, ovvero il consumatore: se un determinato articolo viene comprato o ordinato spesso e tende ad esaurirsi velocemente, esso sarà prontamente messo a disposizione, al contrario di uno che non viene scelto con una frequenza così elevata.

Non è un caso che l'ingegnere giapponese Taiichi Ohno, riporti proprio l'esempio del supermercato nella sua pubblicazione del 1988 *“Toyota Production System”*⁵:

“From the supermarket we got the idea of viewing the earlier process in a production line as a kind of store. The later process (customer) goes to the earlier process (supermarket) to acquire the required parts (commodities) at the time and in the quantity needed. The earlier process immediately produces the quantity just taken (restocking the shelves). We hoped that this would help us approach our just-in-time goal and, in 1953, we actually applied the system in our machine shop at the main plant.”

³ “Toyota Production System” (abbreviato TPS), ovvero il sistema produttivo sviluppato da Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno in Toyota Motor Corporation a partire dalla fine del secondo dopo guerra, a cui si associa la nascita e lo sviluppo della Lean Manufacturing e del Lean Thinking.

⁴ Womack J. P., Jones D. T., 1996, *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Productivity Press, New York.

⁵ Ohno T., 1988, *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Cap. 2.

Nel modello appena visto possiamo evidenziare innumerevoli caratteristiche tipiche della visione Lean applicata in ambiente industriale. Basti pensare alle gestioni degli spazi e dei magazzini riconducibili all'approccio 5S⁶ e all'utilizzo del sistema Kanban⁷, due dei principali strumenti di Lean Organization. Parallelamente, all'interno di un'azienda che adotta una strategia Lean, esiste un flusso continuo di materiali e di informazioni che è ottimizzato in modo da tendere ad un processo lineare con produzione tirata dal cliente finale (altro non è che l'approccio di tipo pull⁸ tipico del sistema TPS). I prodotti sono presenti in quantità finite e precise, dettate dal metodo di gestione Just in Time (JIT)⁹ in modo da minimizzare gli sprechi ed eliminare la sovrapproduzione a partire dal feedback del cliente. Infine, il fulcro del pensiero snello - che all'apparenza risulta "latente" nel modello di supermercato utilizzato come esempio - è l'attività umana. L'obiettivo della Lean Strategy deve essere quello di permettere a tutti i dipendenti di esprimere al meglio le proprie potenzialità, e questo è un principio potenzialmente raggiungibile in ogni contesto lavorativo, aprendo la filosofia Lean anche a contesti non industriali.

1.1.2. La sanità: una possibile implementazione Lean in un contesto non industriale

Inizialmente sviluppata e applicata a un contesto puramente industriale, la filosofia Lean si è dimostrata da subito implementabile anche ad altri settori della sfera economico-manageriale. A partire dall'ottimizzazione degli uffici delle aziende si è realizzato un processo di applicabilità delle tecniche Lean anche nelle imprese che producono servizi come banche, ospedali, ristoranti, ... In questo contesto si parla di Lean Enterprise¹⁰.

Un esempio riferito ad un settore non industriale che potrebbe essere implementabile con tecniche Lean è quello della sanità, un campo molto discusso ai giorni nostri, che ha inevitabilmente manifestato delle fragilità proprio nel periodo pandemico che stiamo vivendo e in cui questo elaborato viene scritto. In piena emergenza Coronavirus e con i numerosi problemi logistici legati alla somministrazione dei vaccini a livello mondiale, il sistema sanitario italiano si è trovato impreparato a livello organizzativo. Lo afferma in un'intervista del 3 maggio 2021 il Professor Angelo Rosa, Direttore del Laboratorio Lean & Value Based Management in Healthcare dell'Università LUM:

⁶ Con il termine "5S" si intendono i 5 passaggi fondamentali volti al miglioramento e alla pulizia di un'area di lavoro. Questo strumento della Lean Production è trattato più nel dettaglio nel capitolo 3 dell'elaborato.

⁷ Con il termine "Kanban" si intende il sistema di reintegro delle scorte tipico dell'approccio di tipo "pull". Questo metodo di gestione dei materiali è meglio approfondito al paragrafo 1.3.1 del capitolo corrente.

⁸ Con il termine "pull" si fa riferimento al metodo di gestione della produzione tipico della Lean Production dove il flusso viene "tirato" dai processi a valle fino al consumatore finale. Questa politica di organizzazione della produzione è meglio approfondita al paragrafo 1.3.1 del capitolo corrente.

⁹ Con il termine "Just in time" (JIT) si intende una pratica di produzione che realizza ciò che serve e solo quando serve. Questo metodo di gestione della produzione è meglio approfondito al paragrafo 1.3.2 del capitolo corrente.

¹⁰ Alukal G., Manos A., 2006, *Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements*, ASQ Quality Press, Milwaukee.

“Nell’epoca del risparmio a tutti i costi, della continua e incessante lotta agli sprechi e della ricerca della massima efficienza, l’attuale situazione del settore della sanità non poteva che essere notata e studiata per alcune inefficienze presenti al suo interno. La pandemia che stiamo vivendo ha messo in luce le numerose falle organizzative presenti nel nostro Sistema Sanitario; le interminabili liste d’attesa, la difficoltà organizzativa nella campagna vaccinale, la disorganizzazione nella gestione dei pazienti, la duplicazione di visite, la scarsa integrazione ospedale-territorio sono solo alcuni dei tanti elementi che rendono quanto mai necessaria una riorganizzazione strutturale della sanità pubblica. L’organizzazione del nostro Sistema Sanitario si è dimostrata estremamente vulnerabile, è necessario ripensare le organizzazioni partendo dall’efficientamento delle stesse cercando di accorpare e integrare l’intera filiera del sistema salute. [...] Guardando a domani è auspicabile che tutte le strutture sanitarie si dotino di professionisti specializzati in efficientamento organizzativo.”

Ecco che un sistema decisamente non industriale si potrebbe prestare a venire ridisegnato e implementato sulla base dei concetti che un tempo avevano caratterizzato il percorso manageriale giapponese.

La domanda che viene spontanea è la seguente: è veramente così facile implementare la filosofia Lean all’interno di un settore, industriale e non, mantenendone i capisaldi principali? È fattibile applicarla ad un intero sistema?

Queste sono alcune delle domande che mi sono posto da subito entrando nell’azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. e che inizialmente - sulla base del mio percorso di formazione universitaria – ero convinto avessero una risposta affermativa. Tuttavia, lavorando a contatto con più persone all’interno dello stabilimento, mi sono accorto di quanto possa essere difficile utilizzare e soprattutto applicare delle metodologie nuove e decisamente diverse da quelle standard utilizzate in passato o attualmente in uso.

1.1.3. Condizioni ideali per implementare il Lean Thinking: Giappone ed Occidente a confronto

Una delle statistiche più sbalorditive relative all’implementazione delle tecniche Lean nelle aziende è il suo tasso di successo estremamente basso: come riporta David Visco (2016)¹¹ quasi il 98% delle applicazioni, infatti, fallisce. Questo non perché la metodologia Lean in sé non sia valida o non sia esportabile ed estendibile ad altre aziende; al contrario, il sistema è molto efficace ed implementabile a molti contesti industriali come si è visto in precedenza. Tuttavia, nella maggior parte dei suoi tentativi di applicazione non viene tenuto in considerazione l’elemento principale dell’equazione, ovvero il capitale umano. Favorire un sistema Lean, anche su modesta scala, comporta quasi sempre dei grandi cambiamenti interni all’azienda. Se si aggiunge la riluttanza, la scarsa collaborazione o anche il poco spazio concesso alle risorse umane, ecco che l’implementazione del progetto subisce una battuta di arresto fino a diventare parte di quel famoso 98% di insuccesso precedentemente riportato.

¹¹ Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; pp. 67-68.

In potenza, quindi, il sistema Lean sarebbe applicabile in ogni contesto ma, nella maggior parte dei casi non si concretizzerebbe o si affermerebbe in modo troppo marginale per portare a dei veri benefici. Per garantire il pieno successo di questa metodologia, ma soprattutto per mantenerla in futuro in un processo di miglioramento continuo, sono necessari alcuni prerequisiti e determinate condizioni al contorno come ricorda anche Scott Gauvin¹² presidente di Macresco:

- Essere al corrente dell'obiettivo finale: conoscere il target aziendale sul lungo termine è il primo presupposto che ogni organizzazione dovrebbe analizzare e rendere noto al team di lavoro. Molto spesso le tecniche Lean vengono implementate sul breve periodo ottenendo anche dei discreti risultati. Tuttavia questi raggiungimenti sono solo parziali e una volta terminato il processo di miglioramento non ci si spinge oltre per mantenerlo, motivo per cui si ritorna al punto di partenza;
- Assicurarsi che il top management sia convinto: parlando di visione a lungo termine e di supporto organizzativo è necessario che la direzione aziendale sia fermamente convinta delle linee guida da seguire e da appoggiare. Questo supporto è essenziale per garantire l'attuazione vera e propria dei principi Lean. Non si tratta solamente di approvare un progetto ma di perseguire un obiettivo che può cambiare nel tempo e che implica un miglioramento continuo, a prescindere dai numerosi ostacoli culturali e tecnici che si presenteranno lungo il percorso. La parola chiave in questo contesto è "sostenere";
- Preparare e motivare le persone: anche se il programma Lean viene concepito e sviluppato come descritto ai punti precedenti è possibile che non attecchisca e non riesca ad essere compreso - e quindi attuato - da parte del resto del team di lavoro. La criticità maggiore si trova, in genere, nei riguardi del personale diffidente ai cambiamenti e più estraneo alle politiche di miglioramento continuo. Con l'insorgenza di questo problema, le possibili soluzioni sono una maggior trasparenza delle intenzioni del progetto e un chiaro preavviso delle informazioni al riguardo, in modo che si favorisca la comunicazione e la riflessione personale per discuterne in gruppo. Il forte adattamento locale e la predisposizione al cambiamento risultano due caratteristiche desiderabili per l'attuazione della Lean;
- Agire nel momento giusto e non perdere l'occasione: iniziare con dei progetti pilota o con dei piccoli cambiamenti al sistema produttivo - come l'attuazione dei principi basilari dell'approccio delle 5S - può costituire un primo passo verso l'attuazione del più complesso sistema Lean. A progetto ultimato, una volta che si creeranno dei sostenitori sarà molto più facile agire in gruppo per favorire lo sviluppo di questa nuova mentalità snella;
- Mantenere una certa costanza all'interno della Supply Chain¹³: nelle relazioni esterne a monte (con i fornitori) e a valle (con i clienti) e nelle relazioni interne (personale, uffici, leadership, ...).

Una caratteristica desiderabile per un'azienda che mira allo sviluppo di un sistema Lean sono dei volumi unitari medio-elevati e varietà di prodotto finito medio-bassa. È desiderabile ma non indispensabile: basti pensare al settore dell'automotive (volumi medi e varietà alta) in cui si è sviluppato il sistema Lean per eccellenza, ovvero quello della Toyota Motor Corporation.

¹² Scott Gauvin è CEO e "Manager of Strategic Operations and Preparedness" all'Emergency Management Agency dell'Illinois, Stati Uniti.

¹³ Con il termine "Supply Chain" (italianizzato catena di approvvigionamento) ci si riferisce al processo che coinvolge la gestione del magazzino e delle scorte con l'obiettivo di portare sul mercato un prodotto o servizio, trasferendolo dal fornitore (a monte del processo produttivo) fino al cliente (a valle del processo produttivo).

Nonostante il grande successo delle pubblicazioni di Womack e Jones, inizialmente il modello Giapponese non ha convinto il mondo industriale occidentale, sviluppando da subito un intenso dibattito sui requisiti sociologici che garantivano il successo di questo approccio. La questione che veniva messa al centro era relativa alla modalità e all'intensità con cui veniva applicato l'approccio giapponese: era da apprezzare un intervento che promuoveva le basi culturali della produzione snella favorendo la crescita di relazioni tra le persone dell'azienda e non un'azione eccessivamente vincolata o di intensificazione dei processi che invece poteva portare alla disfatta del sistema.

Come riporta Bonazzi (1993)¹⁴:

“Nel dibattito sul modello giapponese coesistono due differenti approcci. Il primo pone l'accento sugli aspetti culturali e istituzionali di quel modello legati alla formazione di rapporti di fiducia tra i dipendenti e l'azienda, mentre il secondo pone l'accento sui vincoli organizzativi provocati dal Just in Time e sull'intensificazione del lavoro umano.”

Alla fine del '900, in Gran Bretagna e in Germania gli atteggiamenti verso il modello giapponese erano di diffidenza e di ostilità nonostante una prima proliferazione dei transplant¹⁵ giapponesi su suolo europeo, come evidenzia la tabella 1.1.

A detta della scuola di Cardiff e dei sindacati inglesi il Toyotismo non era altro che un post-Fordismo. La “giapponesizzazione” a lungo andare avrebbe portato al progressivo impoverimento

Tab. 1.1 – Diffusione dei transplant giapponesi alla fine del '900.

Fonte: Bonazzi G., 1993, *La scoperta del modello giapponese nella sociologia occidentale*, Il Mulino, Bologna; p. 439.

USA	1636	Spagna	67
UK	195	Italia	47
Francia	128	Svezia	7
Germania	111		

(Il dato USA è desunto da Dalton e Yoshida, 1992, mentre i dati europei sono desunti dalle statistiche annue del Japan External Trade Association (JETA), 1993. Entrambe le fonti si riferiscono a stabilimenti con il 10% o più di proprietà azionaria in mano a imprese giapponesi).

delle condizioni della classe operaia. E ancora, il popolo tedesco, mosso da un forte orgoglio nazionale, non intendeva accettare questo “Taylorismo perfezionato”. Come riportano Biazzo e Panizzolo (2000)¹⁶ in riferimento a uno studio sulla prospettiva dei lavoratori nelle aziende Lean:

“Kuhlmann e Schumann (1997), analizzando l'evoluzione dei sistemi di assemblaggio nell'industria automobilistica tedesca, hanno evidenziato come, nelle aree del lavoro manuale, non vi sia stato un reale tentativo di introdurre e sperimentare soluzioni innovative. Prevalgono, infatti, forme di lavoro strutturalmente conservatrici, come la classica logica della catena di montaggio e il lavoro di un minuto.”

¹⁴ Bonazzi G., 1993, *La scoperta del modello giapponese nella sociologia occidentale*, Il Mulino, Bologna.

¹⁵ Con il termine “transplant” si intendono degli stabilimenti locali (in questo caso occidentali) gestiti da un modello organizzativo e guidati da una dirigenza giapponese formata da alcuni guru (chiamati sensei) della Lean Production.

¹⁶ Biazzo S., Panizzolo, R., 2000, *The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker's perspective*, Integrated Manufacturing Systems, University of Padova, vol. 11, n. 1, pp. 6-15.

Negli Stati Uniti, invece, non c'era una corrente di pensiero prevalente, ma al pari dei paesi precedenti venivano riconosciute la superiorità e l'efficienza a livello produttivo del sistema giapponese. L'accoglienza delle comunità scientifiche di queste Nazioni nei confronti del modello giapponese era come quella che manifesta un soggetto che ha di fronte a sé una novità ancora poco conosciuta, che inevitabilmente lo porta ad agire con sospetto e prudenza. Viceversa in Francia e in Italia, l'efficienza tecnologica e la flessibilità che garantiva il modello Toyota era stata da subito vista in modo molto positivo.

Nonostante una prima battuta di arresto, la Germania, agli inizi degli anni 2000 incrementò di molto lo sviluppo delle tecniche Lean nelle proprie industrie. Tra tutte, l'azienda di Ferdinand Porsche, la Dr. Ing. h.c. F. Porsche, riuscì ad intuire le grandi potenzialità del metodo: dopo aver sottoposto il suo stabilimento di Stoccarda alla "cura giapponese" l'ingegnere austriaco naturalizzato tedesco iniziò ad adottare una logica Lean all'interno dell'intero processo produttivo, che da piccola fabbrica si consolidò nella grande realtà industriale che conosciamo oggi. Il risultato di questa "ristrutturazione aziendale" fu eccellente, tanto da portare all'estremo la filosofia Lean anche al di fuori del settore automotive di competenza della Porsche: il 1994 è l'anno di fondazione di una società di consulenza nota come "Porsche Consulting"¹⁷ dove quattro collaboratori della Porsche hanno dato vita al primo team di lavoro interamente dedicato alla consulenza che guidava i clienti nell'implementazione della strategia aziendale. Un'intuizione che risultò vincente per la casa di Stoccarda.

1.1.4. Lean Management italiana: il quadro AS-IS

Qual è quindi la situazione di sviluppo del Lean Thinking ai giorni nostri, con particolare riferimento alle nostre aziende italiane?

Quando la Lean è arrivata in Italia, ha riguardato gli ambienti industriali tradizionali e la logistica interna motivandoli ad evolversi nella cosiddetta "filiera snella"¹⁸. È stata concepita come una semplice tecnica industriale da applicare agli impianti di produzione per essere più efficiente, ridurre gli sprechi e aumentare l'offerta di mercato in tempi più brevi¹⁹. Tuttavia, secondo uno studio sui modelli produttivi del CUOA Business School²⁰:

"L'Italia cresce poco. Se confrontiamo i dati della produttività del lavoro tra Germania e Italia, dal 1995 al 2017 ci accorgiamo che l'Italia è cresciuta dello 0.4% annuo mentre la Germania dell'1.7% annuo".

¹⁷ <https://www.porsche-consulting.com/it/azienda/storia/>

¹⁸ Nota anche con il nome di "Lean Supply Chain" o semplicemente "Supply Chain".

¹⁹ Cappelozza F., Bruni I., Panizzolo R., 2009, *Aumentare la competitività aziendale attraverso la Lean Transformation. Casi di studio e applicazioni pratiche di Produzione Snella nel Nord-Est d'Italia*, Milano: ESTE Srl.

²⁰ CUOA Business School (dove CUOA sta per "Culture Open to Action") con sede a Vicenza in Veneto è una delle più importanti scuole italiane di management che nel 2019 in collaborazione con l'Università degli Studi di Padova ha condotto un'analisi su un campione di 500 imprese del Nord Italia per cercare di stabilire le cause di questo recente stallo economico della produttività italiana nei confronti del modello tedesco. Fonte: Il Sole 24 Ore Nordest, 2019, La produttività resta al palo se l'azienda è poco "Lean", Rassegna stampa CUOA Business School, Vicenza (https://www.cuoa.it/media/3095/Il-Sole-24-Ore-Nordest_29novembre2019.pdf).

Oltre ai soliti problemi legati alle riforme del lavoro, al welfare e alla pubblica amministrazione, i risultati delle analisi hanno portato alla luce il fatto che all'interno delle aziende campionate il 51% utilizzava spesso qualche tecnica Lean ma solo il 16% adottava i suoi paradigmi in modo continuativo ed erano proprio queste aziende ad avere le performance migliori sotto molti punti di vista.

Il dato più preoccupante che è emerso dall'indagine, tuttavia, è stato il fatto che il 70% delle aziende campionate ha dichiarato di non essere a conoscenza delle pratiche Lean, denotando un problema di scarsa cultura manageriale all'interno delle piccole e medie imprese italiane, un punto da non sottovalutare per lo sviluppo del Lean Thinking nel nostro paese.

Andando a condurre un'analisi più mirata al panorama italiano è possibile rendersi conto dei possibili motivi per cui la Lean è una metodologia apprezzata ma difficile da sviluppare. Secondo Progesa²¹, altri fattori che hanno disincentivato la cultura Lean e che tuttora creano forti limitazioni al sistema di imprese italiane sono:

- Quantità molto elevata di piccole e medie imprese sparse sul territorio nazionale;
- Larga diffusione di un modello di impresa a conduzione familiare (Acqua Minerale San Benedetto ne è un esempio);
- Poca propensione al cambiamento e all'utilizzo di principi imprenditoriali diversi da quelli che l'imprenditore è riuscito a creare nel tempo con gran sacrificio;
- Forte accentramento del potere decisionale all'interno dell'organigramma aziendale: poche persone "chiave" dell'azienda dettano le linee guida da seguire.

1.2. Il Giappone e gli albori del pensiero snello

Come si vede in figura 1.1, il successo del sistema produttivo giapponese che si è imposto nel mondo costituisce attualmente solo l'ultimo anello di una catena in continua evoluzione alla cui base vi era l'antica produzione su base artigianale in officine preindustriali.

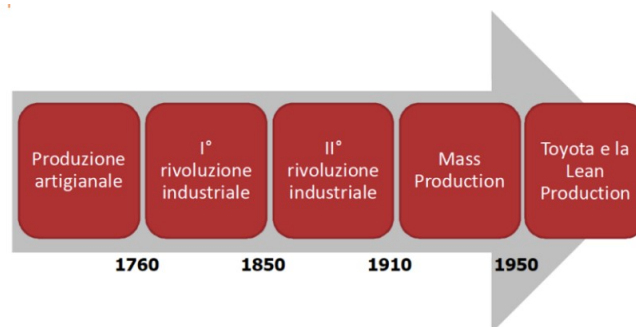


Fig. 1.1 – Linea del tempo dei sistemi di produzione.

Fonte: Panizzolo R., dispense del corso di *Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici*, Università degli Studi di Padova, A. A. 2019/2020.

Volumi ridotti e pezzi altamente personalizzati sono da sempre le caratteristiche che hanno contraddistinto i beni acquistabili nell'arco della storia dell'essere umano. Questo fino all'arrivo delle due Rivoluzioni Industriali (la Prima sviluppatasi a partire dalla seconda metà dell'700 e la

²¹ Progesa S.p.A. è una società di consulenza di direzione mantovana. Fonte: <https://www.progesa.com/it-it/lean-production-pensare-in-giapponese-e-lavorare-italian-style.aspx>

Seconda sviluppatasi a partire dalla seconda metà del '800), due periodi storici in cui i volumi di produzione iniziano ad aumentare di pari passo con l'industrializzazione e con l'innovazione tecnologica.

A partire dai primi anni del '900 iniziò ad affermarsi il concetto di economia di scala, parola chiave di questo periodo storico che costituì le fondamenta per il Mass Production System, ad inaugurare l'era della produzione in serie.

Frederick W. Taylor è attualmente considerato il padre dell'organizzazione scientifica del lavoro ("Scientific Management"), un metodo innovativo per l'epoca che aveva l'obiettivo di superare l'amatorialità dei beni prodotti, aumentando la produttività delle fabbriche con un approccio scientifico. Razionalizzazione dei metodi di lavoro, selezione e formazione del personale, utilizzo di incentivi economici e suddivisione funzionale dei compiti erano solo alcuni dei temi su cui Taylor pose la sua attenzione. Grazie alla pubblicazione del suo libro "*The Principals of Scientific Management*" nel 1911, la Ford Motor Company, azienda di autovetture fondata da Henry Ford, iniziò ad adottare nel 1913 un approccio rigoroso volto al miglioramento dell'efficienza nella produzione industriale (definito poi sistema fordista-taylorista, per l'appunto).

Alla base di questo approccio vi erano tre punti chiave: il primo consisteva applicare i principi di divisione del lavoro precedentemente teorizzati da Adam Smith²²; il secondo, faceva leva sul concetto di parti intercambiabili dei prodotti finiti applicato da Eli Whitney²³; infine, il terzo, riguardava la sincronizzazione della produzione e della movimentazione. Il risultato finale si concretizzò nella fabbrica di River Rouge a Detroit, la più grande catena di montaggio di automobili dell'epoca che sorgerà a pochi passi dal piccolo stabilimento dove veniva prodotto per la prima volta in assoluto un modello di autovettura su larga scala: la Ford Model T²⁴.

Questa tipologia di gestione della produzione fu favorita dalle caratteristiche del mercato dell'epoca. Alla fine dell'800 il mercato richiedeva alti volumi di prodotto facilmente prevedibili e offerti a prezzi molto bassi, senza una forte richiesta di personalizzazione da parte degli acquirenti.

A partire dalla prima metà del '900, tuttavia, le fondamenta della produzione di massa iniziarono a cedere (fino al declino totale a partire dai primi anni '70) e fu proprio un ingegnere in casa Ford,

²² Secondo l'economista inglese, nella sua pubblicazione del 1776 "*An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*" la divisione del lavoro tra più operatori aumentava l'abilità del singolo lavoratore a svolgere un determinato processo produttivo. La specializzazione del lavoro riduceva il tempo di passaggio da un'operazione A ad un'operazione B che in precedenza veniva svolta dallo stesso operatore.

²³ Secondo l'ingegnere statunitense - eletto nella Hall of Fame for Great Americans - gli stessi semilavorati potevano essere utilizzati in più prodotti finiti. Nel 1798, infatti, riuscì a ingegnerizzare ed estendere questo principio rifornendo l'esercito americano di 10.000 fucili in soli due anni. Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Iseidi, Milano; pp. 27,28.

²⁴ La Ford Model T è stato il primo modello di automobile prodotto in grande serie dal 1908 al 1927 utilizzando una catena di montaggio. I primi modelli sono stati prodotti ed assemblati nello stabilimento di Piquette a Detroit. Con l'incremento della domanda sono stati utilizzati anche gli stabilimenti di Highland Park (per l'assemblaggio dei pezzi della Model T) e di River Rouge (per la produzione dei pezzi della Model T), anch'essi a Detroit negli Stati Uniti.

Alfred P. Sloan²⁵, il primo ad intuirlo. Sloan, al tempo era presidente di un'azienda di cuscinetti al servizio della Ford Motor Company ma partì dagli anni '20 intuì i limiti del modello di produzione taylorista-fordista. Non avendo trovato supporto nella vicina Ford, Sloan si unì alla General Motors (GM) di cui ne diventò in seguito anche il presidente per intraprendere un modello di produzione più incentrato sulla personalizzazione dei prodotti finiti, entrando ben presto in diretta competizione con la Ford.

Con la pubblicazione nel 1954 di *“Motivation and Personality”* di Abraham Maslow²⁶ si iniziarono a studiare le motivazioni di acquisto dei consumatori. Per la prima volta in letteratura compariva un'opera sui bisogni umani: secondo l'autore, affinché gli individui potessero prosperare ed eccellere, era necessario creare una cultura di base che doveva promuovere la salute. Da qui, l'ideazione di Maslow della cosiddetta “piramide dei bisogni” rappresentata in figura 1.2, secondo cui i bisogni del livello superiore si manifestano solo quando quelli del livello inferiore sono soddisfatti²⁷. Era il secondo campanello di allarme ufficiale, dopo l'allontanamento di Sloan, che minacciava il sistema fordista all'ora in vigore.



Fig. 1.2 - Piramide dei bisogni di Maslow.

Fonte: Fargion S., 2013, *Il metodo del servizio sociale. Riflessioni, casi e ricerche*, Carocci Faber, Roma; p. 103.

Chi riuscì a interpretare il pensiero di Maslow e a volgerlo a suo favore fu la Toyoda Automatic Loom Works, Ltd. Inizialmente azienda di telai tessili fondata da Sakichi Toyoda, nell'omonima città in Giappone. La società nipponica diventò ben presto un colosso nel settore dell'automotive sotto la guida del figlio, Kiichiro Toyota, per merito del quale nel 1937 nacque la Toyota Motor Corporation.

Trainata dai suoi migliori ingegneri, verso la fine degli anni '70 si ebbe il punto di svolta: Taiichi Ohno e Shigeo Shingo svilupparono rispettivamente le basi del sistema produttivo Toyota (il TPS, secondo il principio di eliminazione degli sprechi) e l'approccio SMED di cambio formato rapido.

Il resto fu storia.

²⁵ L'ingegnere e imprenditore statunitense fu il primo a discostarsi dal modello taylorista-fordista, implementando la strategia di produzione della General Motors basata sulla differenziazione e diversificazione dei prodotti finiti.

²⁶ Lo psicologo statunitense propose per la prima volta in letteratura una piramide gerarchica dei bisogni umani, a partire dai bisogni fisici necessari (bisogni primari, alla base della piramide e in quantità elevata) per arrivare a quelli più particolari e relativi all'autorealizzazione dell'individuo (bisogni specifici di autorealizzazione, sulla punta della piramide e in numero esiguo).

²⁷ Fargion S., 2013, *Il metodo del servizio sociale. Riflessioni, casi e ricerche*, Carocci Faber, Roma; pp. 101-105.

Gli anni '70, infatti, furono il periodo in cui la forza giapponese era in forte ascesa, grazie anche agli aiuti statali ricevuti dalla Japan Inc., diventando emergente nel mercato a livello mondiale negli anni a venire. Dapprima sottovalutato, il sistema giapponese si distinse con netta superiorità rispetto alla concorrenza occidentale: il confronto che ne derivava in quegli anni era disarmante²⁸, come si evince bene dalla tabella 1.2.

Tab. 1.2 – Confronto sulla qualità tra aziende occidentali e giapponesi agli inizi degli anni '80.

Fonte: National Academy of Engineering, 1982, *The Competitive Status of the U.S. Auto industry*, Washington, D.C: National Academy Press, pp. 90-108.

Quality of Automobiles	TGWs (things gone wrong) in first Eight Months per 100 cars	
Chrysler	285	
GM	256	
Ford	214	
Japanese (average)	132	
Toyota	55	
Quality of Semiconductors	U.S. Companies	Japanese Companies
Defective on delivery	16%	0%
Failure after 1000 hours	14%	1%
Quality of Room Air Conditioners	U.S. Companies	Japanese Companies
Fabrication defects	4.4%	< 0.1%
Assembly line defects	63.5%	0.9%
Service calls	10.5%	0.6%
Waranty cost (as % of sales)	2.2%	0.6%
Quality of Color TVs	U.S. Companies	Japanese Companies
Assembly line defects per set	1.4	0.01
Service calls per set	1.0	0.09

In brevissimo tempo i paradigmi Toyota surclassarono i modelli produttivi della Ford e della General Motors fino a conquistare buona parte del mercato occidentale. Il loro punto di forza consisteva nella vendita di prodotti a basso costo con grande assortimento e soprattutto con un'elevata qualità.

Come riportano Liker e Morgan (2006)²⁹:

“Dagli anni '80, le aziende di tutto il mondo hanno guardato alla Toyota come modello per la produzione. Ora è quasi un dato di fatto che un'azienda manifatturiera abbia bisogno di una sorta di programma "snello" per essere competitiva”.

L'applicazione e la costanza nell'adottare i principi della Lean Production valsero il primato sul mercato mondiale del Gruppo Toyota che nel 2008 superò General Motors e Volkswagen³⁰ diventando la prima azienda automobilistica al mondo per numero di veicoli prodotti e per fatturato.

²⁸ National Academy of Engineering, 1982, *The Competitive Status of the U.S. Auto industry*, Washington, D.C: National Academy Press; pp. 90-108.

²⁹ Morgan, J. M., Liker J. K., 2006, *The Toyota Product Development System*, CNC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 6.

³⁰ Toyota ha imposto la sua supremazia a partire dagli anni 2000, portandosi ai vertici del mercato mondiale dal 2008 al 2010, dal 2012 al 2015 e nel 2020. Fonti: <https://www.gazzetta.it/motori/la-mia-auto/29-01-2021/toyota-supera-volkswagen-ed-prim-costruttore-auto-mondo-400213500496.shtml>; <https://it.wikipedia.org/wiki/Toyota>; https://www.repubblica.it/economia/2016/01/27/news/toyota_leader_mondiale_nella_vendita_di_aut-132124138/

1.3. Strumenti base e benefici della Lean Production

Prima di affrontare il sistema TPS che ha reso Toyota leader in ambito Lean, è bene introdurre alcuni termini tipici del pensiero snello che ricorrono spesso in letteratura e che in genere vengono utilizzati nei progetti di miglioramento di tipo Lean, come quello proposto in questo elaborato.

Molti degli strumenti e metodi tipici della filosofia Lean sono stati ereditati dalle esperienze delle aziende giapponesi, soprattutto dalla Toyota. I principali sono i seguenti:

- Metodologia SMED (tecnica per la riduzione dei tempi di set up);
- Approccio 5S (5 passaggi fondamentali volti al miglioramento e alla pulizia di un'area di lavoro);
- Filosofia Kaizen (approccio Lean che punta al processo di miglioramento continuo);
- Approccio di tipo “pull” con gestione dei materiali a Kanban (metodo di organizzazione della produzione dove il flusso viene “tirato” dai processi a valle fino al consumatore finale con sistema di reintegro delle scorte gestito a cartellini);
- Just in time (JIT) e Takt Time (pratica di produzione che realizza ciò che serve e solo quando serve ad un determinato ritmo di produzione);
- Heijunka (livellamento di produzione);
- Poka Yoke (metodo per evitare gli errori involontari);
- A3 (metodo conciso di problem solving);
- Total Productive Maintenance (TPM) (metodo di manutenzione delle macchine e degli impianti).

Di seguito si riporta una rapida descrizione degli strumenti appena elencati; per quanto riguarda le prime tre categorie (SMED, 5S e Kaizen) verranno dedicati interamente i tre capitoli successivi dell’elaborato, analizzandole più nello specifico in quanto strettamente collegati al progetto svolto in azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

1.3.1. Approccio di tipo “pull” con gestione dei materiali a Kanban

La filosofia Lean prevede un metodo di gestione della produzione di tipo “pull” (letteralmente “tirare”), basato sulla logica a Kanban di derivazione Toyota, dove con questo termine si intende l’esecuzione di un’azione solamente in risposta a un impulso che avviene a valle del processo. Il flusso di materiali è tirato avanti da un flusso di informazioni da cui a ritroso vengono segnalati i cartellini Kanban verso i centri a monte. Di conseguenza l’ingresso dei prodotti non è anticipato rispetto agli ordini del cliente finale. Viceversa, con il termine “push” (spingere) si intende la gestione di un processo in anticipo rispetto al fabbisogno dei clienti. Questo era l’approccio tipico del sistema Fordista-Taylorista nell’era della produzione in serie, implicando il fatto che il prodotto finito era prodotto ancora prima che il cliente lo desiderasse.

In un classico sistema di tipo “pull” (visibile in figura 1.3), è presente un MRP³¹ che genera un piano di produzione per i soli centri finali a valle del processo (e non su tutti come nella logica di tipo “push”). Così facendo è possibile gestire a ritroso i segnali tra i centri di lavoro intermedi e iniziali di cui l’MRP elabora gli ordini di produzione senza rilasciarli. L’intero processo infatti viene gestito dai cartellini Kanban. Anche il fornitore, all’inizio del processo produttivo dell’azienda può essere gestito con questa tecnica invece che utilizzare un ordine chiuso elaborato dall’MRP.

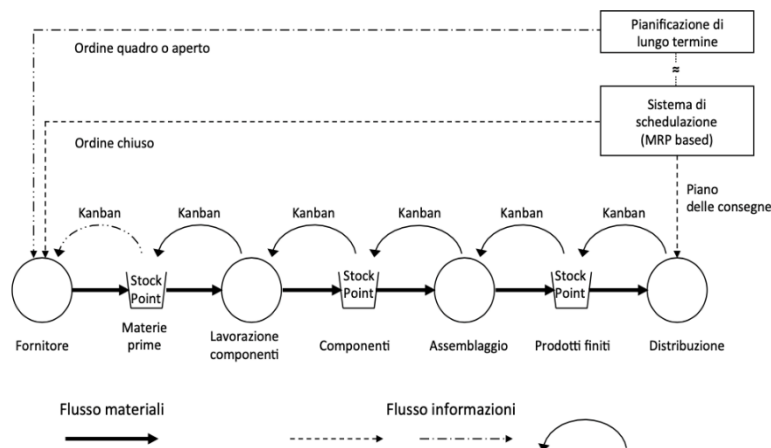



Fig. 1.3 - Schema movimentazione di tipo "pull" dei materiali con MRP.

Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 336.

Se l’approccio di tipo “pull” rappresenta il modello della Lean Production sotto il punto di vista teorico, la logica di gestione a Kanban evidenzia il metodo pratico da seguire per applicare i principi snelli di derivazione Toyota.

Nell’accezione più generale, con il termine Kanban (composto dalle parole “kan” che significa “visuale” e “ban” che significa “segnale”) si identifica uno strumento visivo che indica la necessità di iniziare un’azione. Si tratta di creare dei cartellini fisici da apporre in apposite rastrelliere presenti in ogni centro di lavoro. Ogni cartellino Kanban è collegato a un prodotto o ad un contenitore in cui sono presenti più prodotti e ne esplica tutte le informazioni utili per la lavorazione, un esempio è rappresentato in figura 1.4.

Dal centro di lavoro di monte X410		Al centro di lavoro a valle Z250	
Punto di stoccaggio in uscita A-12		Punto di stoccaggio in entrata C-8	
Codice materiale: C065		Descrizione materiale: gancio di chiusura N. disegno pezzo: 3847657/REV2	
Nr. Pezzi nel Contenitore	Contenitore Tipo	Numero di emissione	 QHLPJBK2
30	B (rosso)	4/6	


Centro di lavoro: X410			
Parte da produrre: C065		Materiale necessario: MP121	
Descrizione: gancio di chiusura		Prelevare dal punto di stoccaggio in entrata F-20	
N. disegno pezzo: 3847657/REV2		Depositare nel punto di stoccaggio in uscita A-12	
Nr. Pezzi nel Contenitore	Contenitore Tipo	Numero di emissione	 QHLPJBK2
30	B (rosso)	2/5	

Fig. 1.4 – Rappresentazione esemplificativa di un cartellino kanban di movimentazione di materiale (a sinistra) e di uno di produzione di materiale (a destra).

Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 340.

³¹ Letteralmente “Material Requirements Planning” (abbreviato MRP) è uno strumento di pianificazione del fabbisogno dei materiali su un periodo temporale di medio-breve entità con piano di sincronizzazione dei reparti in cascata. In genere, l’orizzonte temporale dell’MRP è il mese e il livello di dettaglio di pianificazione della produzione è il singolo prodotto.

L'obiettivo è quello di segnalare in modo rapido e chiaro la necessità di produrre un determinato componente solamente quando serve, visionando il numero di cartellini Kanban presenti sulla rastrelliera. Di fatto, l'esaurimento di un Kanban in una stazione genera un'informazione a monte della stessa innescando un processo di fornitura di materiale a ritroso fino alle primissime stazioni a monte.

Nell'ottica di un sistema "tirato" dal cliente il processo ideale tende a diventare un flusso continuo di materiale con minima scorta di materiale, motivo per cui il sistema di gestione a Kanban costituisce un meccanismo di limitazioni del WIP³². A questo proposito, dato che i cartellini in circolazione implicano l'immobilizzo di materiale è utile calcolarne il numero ottimale in modo da riuscire a proteggersi anche in caso di fermate dei centri a monte del processo produttivo. Tra i diversi modelli, si cita per coerenza il modello classico utilizzato in Toyota che prevede di arrotondare per eccesso il numero di Kanban ottenuto con la formula 1.1.

$$n^{\circ}_{Kanban} = \frac{\bar{d} \cdot LT_{copertura} \cdot (1 + \%SS)}{C_{standard}} \quad 1.1$$

In questa espressione - con riferimento ad una stazione di una linea - \bar{d} è la domanda intesa come consumo medio, $LT_{copertura}$ è il tempo totale di copertura con cui la stazione viene rifornita di pezzi, %SS rappresenta la scorta di sicurezza³³ percentuale (il modello Toyota prevede che venga posta pari al 10%, ma questo dato non ha validità generale) mentre $C_{standard}$ è numero di pezzi presenti all'interno di un contenitore standard.

Esistono varie tipologie di gestione a Kanban che si sono sviluppate nel tempo, tra queste si citano le più famose cioè quelle a due cartellini (un Kanban di produzione e uno di movimentazione), a un cartellino (un unico Kanban di movimentazione e prelievo) e senza cartellini (dove il contenitore stesso funge da Kanban).

1.3.2. Just in Time (JIT) e Takt Time

In un sistema di tipo "pull" gestito a Kanban, è fondamentale avere a disposizione i componenti necessari esattamente nel momento in cui essi vengono richiesti. Il Just in Time è una forma di organizzazione del processo produttivo in linea con la filosofia Lean che consente di attuare questo tipo di rifornimento. Lo scopo ultimo è quello di ridurre al minimo la giacenza di WIP per minimizzare i costi ad esso legati.

³² Letteralmente "Work in Progress" (abbreviato WIP), rappresenta quella categoria di materiali in corso di lavorazione all'interno della fabbrica.

³³ Con il termine "scorta di sicurezza" si intende quella categoria di scorte che derivano dalla volontà di proteggersi dalle incertezze della fornitura (a monte) e della domanda (a valle) in modo da evitare di andare in rottura di stock. Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Iseidi, Milano.

Infatti, come riporta Ohno (1988)³⁴:

“Just-in-time means that, in a flow process, the right parts needed in assembly reach the assembly line at the time they are needed and only in the amount needed. A company establishing this flow throughout can approach zero inventory.”

Questa tecnica è molto utile nel caso di prodotti strategici e ad alto valore unitario con gestione a cartellini Kanban ma anche di tipo Just in Sequence (JIS)³⁵ o Milk Run³⁶.

A questo proposito è fondamentale che il processo produttivo sia scandito da un certo ritmo di produzione che si sincronizza al flusso delle vendite e che è interamente dettato dalla domanda del cliente. Il cosiddetto Takt Time è il prerequisito fondamentale, assieme alla standardizzazione delle azioni e al flusso di informazioni, per concorrere alla tecnica del Just in Time. Numericamente è un tempo e si esprime come il rapporto tra il lavoro disponibile per turno rispetto alle vendite in pezzi per turno.

Spesso, al Takt Time è collegato anche il pitch, cioè il passo - in termini temporali – riferito a un determinato numero di pezzi che costituiscono un lotto da acquistare per un cliente. Numericamente è il prodotto tra il Takt Time e la dimensione del lotto ordinato.

1.3.3. Heijunka

È uno strumento Lean utilizzato per il livellamento della produzione: si tratta di una tecnica visiva per evitare fluttuazioni e irregolarità del carico di lavoro all'interno della cella produttiva, molto utile per identificare i ritardi della produzione e correggerli per tempo evitando potenziali sovraccarichi del sistema.

Il controllo produzione Heijunka assicura la distribuzione uniforme di manodopera, materiali e movimenti secondo due approcci: livellamento del volume di produzione e livellamento del mix di produzione. L'approccio più utile è quello relativo al livellamento del mix di produzione (esemplificato in figura 1.5) in modo da avere un assortimento giornaliero di Kanban il più possibile equilibrato nei confronti della fornitura a monte. L'idea di base è quella di sviluppare un piano di produzione costante in modo che questa costanza si rifletta anche a monte della Supply Chain.

³⁴ Ohno T., 1988, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Cap. 1.

³⁵ Con il termine “Just in Sequence” (abbreviato JIS) si intende un approccio alternativo al Kanban ma sempre di tipo “pull” che prevede la consegna dei materiali necessari al cliente da parte del fornitore a partire dal suo piano di produzione. Questo implica che il piano di produzione sia condivisibile e “congelato” (cioè passibile di pochissime modifiche) con rispetto della sequenza proposta dal cliente.

³⁶ Il Milk Run è una tecnica di gestione dei flussi logistici e dei costi legati al trasporto delle merci che prevede la definizione di percorsi ad anello di un veicolo dell'azienda con tappa dai diversi fornitori lungo la strada percorsa e precedentemente concordata. Alternativamente, con questo termine ci si può riferire anche ad una politica di logistica interna di asservimento dei materiali alle linee secondo percorsi preimpostati.

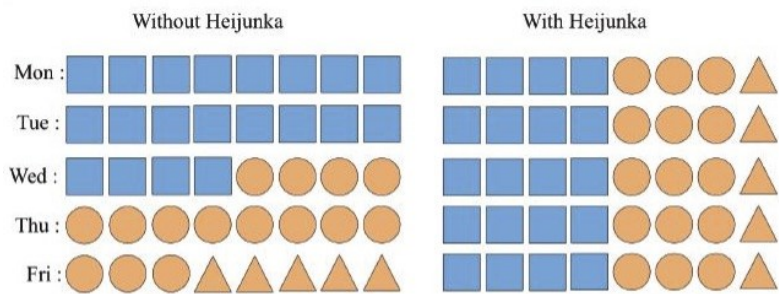


Fig. 1.5 – Rappresentazione del livellamento del mix produttivo con Heijunka.

Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 12.

Di fatto, si costruisce un grande tabellone dove in colonna compaiono i prodotti da sviluppare e in riga i tempi a disposizione degli operatori per produrli (suddivisi in appositi bucket temporali frazionati) di modo che in ogni cella del tabellone siano ben visibili il numero (e quindi il mix) di cartellini Kanban associati ai prodotti da produrre nell'intervallo di tempo segnalato. In figura 1.6 è rappresentata una parte del tabellone Heijunka riferito al primo giorno della settimana (il tabellone completo prevede la visione globale di tutti i giorni lavorativi settimanali della linea).

LUNEDÌ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	8.00.00	8.25.00	8.50.00	9.15.00	9.40.00	10.20.00	10.45.00	11.10.00	11.35.00	13.00.00	13.25.00	13.50.00	14.15.00	14.40.00	15.25.00	15.45.00	16.10.00	16.35.00
	8.25.00	8.50.00	9.15.00	9.40.00	10.05.00	10.45.00	11.10.00	11.35.00	12.00.00	13.25.00	13.50.00	14.15.00	14.40.00	15.05.00	15.45.00	16.10.00	16.35.00	17.00.00
A	X	X	X	X	X	X	X	X										
B									X	X	X	X						
C													X					
D															X	X		
E																	X	
F																		X
G																		

Fig. 1.6 – Rappresentazione esemplificativa di una parte del cartellone Heijunka con livellamento del mix produttivo.

Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 350.

1.3.4. Poka Yoke

La parola composta “Poka Yoke” significa letteralmente “evitare” (dal verbo “yokeru”) gli “errori involontari di distrazione” (“poka”). Questo termine viene utilizzato per indicare una scelta che forza l'utilizzatore ad una sua corretta esecuzione mediante l'imposizione di alcuni limiti in merito al modo con cui egli deve svolgere un'operazione.

In ambiente industriale il Poka Yoke è molto utile in fase di cambio formato o di assemblaggio di pezzi perché è in grado di supportare l'operatore controllandolo e avvisandolo in tempo reale in merito alle operazioni che sta svolgendo. Questo è possibile grazie all'utilizzo di unità di monitoraggio fisico come un display, accoppiato a dei sensori o a dei terminali acustici. L'obiettivo che si raggiunge rapidamente è un abbattimento dei tempi nelle attività che l'operatore è tenuto a svolgere e un conseguente miglioramento della qualità dei prodotti che escono dalla linea o dalle singole macchine.

Il Poka Yoke è uno strumento indispensabile anche per la sicurezza degli impianti: un esempio molto basilare potrebbe essere dato dall'impossibilità di aprire la porta di un macchinario senza prima aver disabilitato fisicamente la sicura con un pulsante a monitor. In questo caso, la funzione del Poka Yoke è quella di aumentare la sicurezza per l'operatore instradandolo affinché esegua sempre l'operazione giusta nel modo più sicuro possibile.

1.3.5. A3 Model Technique

Quando pensiamo a un sistema snello, da subito non colleghiamo la parola “problema” in quanto questo sistema è efficace ed efficiente proprio per definizione. Tuttavia, il fulcro della Lean Strategy è proprio quello di sviluppare e sostenere un processo di continuo problem solving per portare alla luce tutte le inefficienze relative all’attuale sistema di produzione. Motivo per cui, l’A3 Model technique è stato uno strumento molto utilizzata in Toyota durante gli anni ‘60 come standard estremamente conciso di integrazione tra problem solving e proposte di miglioramento. Si tratta di una tecnica basata sul ciclo PDCA³⁷ che prevede di sviluppare delle idee per la risoluzione di un problema attualmente presente sviluppandole in forma scritta in una sola facciata di un foglio di carta (formato A3 standard ISO 216) come esemplificato in figura 1.7.

Descrizione del problema	P	Plano di azione	
Stato attuale	L	DO	
Stato futuro	A	Risultati	CHECK
Analisi del processo	N	Follow up	ACT
A3 report			

Fig. 1.7 – Esempio di impostazione di un problem solving con il modello A3.

Fonte: Canepa S., 2016, Presentazione Lean, A3 Model technique e PCDA; slide 26.

Le caratteristiche di base di questo strumento sono la semplicità (essendo una tecnica visual si evidenzia subito la situazione con un colpo d’occhio) e l’utilizzo del problem solving al suo livello più basilare: si utilizza la criticità di partenza come opportunità di apprendimento in un processo di continuo miglioramento, partendo dal presupposto che nessun processo è perfetto e contiene delle criticità. Infatti, come affermava l’ingegnere giapponese Taiichi Ohno “*Non avere problemi è il più grande dei problemi*”.

Il problema di partenza può venire interpretato sia come attuale situazione insoddisfacente (non conformità, reclami, criticità produttiva, strategia sbagliata, ...), sia come target futuro da raggiungere (obbiettivo di budget, vincoli legislativi, target di vendite, ...).

1.3.6. Total Productive Maintenance (TPM)

Una volta che le linee guida del pensiero Lean, in merito all’organizzazione della produzione e del problem solving nell’ottica di miglioramento continuo, sono state definite è necessario attuare un’efficace politica di manutenzione totale nei confronti di tutto il sistema produttivo. Il Total Productive Maintenance è un metodo di derivazione Toyota nato nel settore dell’automotive (poi adottato anche da Nissan e Mazda) che comprende un insieme di attività relative alla riparazione e alla revisione degli impianti per massimizzare l’efficienza delle macchine che compongono una

³⁷ Il ciclo PDCA - chiamato anche ciclo di Deming - è uno strumento di problem solving analysis articolato in quattro fasi (Plan-Do-Check-Act) ampiamente utilizzato nell’ottica del processo Kaizen di miglioramento continuo. Questo concetto è meglio approfondito nel paragrafo 4.2.2 del capitolo 4.

linea assicurandone il corretto funzionamento: i giapponesi furono i primi a capire che le aziende non erano in grado di produrre costantemente un'enorme quantità di prodotti con attrezzature poco curate e mal tenute³⁸.

Una delle condizioni favorevoli alla TPM sono sicuramente le 5S, perché non si può pensare di ridurre in modo efficace i guasti e le fermate di una macchina se non si trovano gli utensili e i pezzi o se la pulizia nell'area di lavoro non è adeguata. Il termine "pulizia" assume in questo caso un senso più ampio, perché oltre a identificare il depuramento dell'ambiente di lavoro da polvere, trucioli o altri agenti di deterioramento delle macchine, identifica anche le pratiche di lubrificazione degli organi meccanici e il riserraggio degli elementi di collegamento.

In genere, le aziende applicano quattro tipologie di pratiche manutentive³⁹:

- Politica correttiva a guasto, cioè quella effettuata dalla grande maggioranza di aziende - industriali e non - che prevede delle attività di manutenzione solo a seguito di una rottura o di un'avaria in modo da poter riportare il sistema allo stato iniziale di funzionamento;
- Politica preventiva, cioè quella che anticipa i possibili e probabili guasti agendo prima della rottura in base a un controllo prestabilito con scadenze prefissate (per esempio, dopo un certo numero di ore di produzione o dopo un certo periodo di tempo svincolato dalla produttività delle macchine);
- Politica predittiva, ovvero quella manutenzione in tempo reale attuata a seguito di un segnale premonitore (un sensore della macchina in genere). Quest'ultimo approccio è possibile grazie all'impiego delle tecnologie moderne tipiche dell'industria 4.0. agli innumerevoli sensori delle moderne macchine.

La TPM abbraccia gli ultimi due approcci di manutenzione con l'obiettivo di evitare malfunzionamenti e rotture improvvise che potrebbero portare l'azienda a delle rotture di stock. È bene sottolineare il fatto che esse rappresentano una classe di costi per il mantenimento dell'efficienza delle macchine e degli impianti, costi non indifferenti per l'azienda che sono comuni al miglioramento della qualità e della produttività. Tuttavia, secondo Terry Wireman (2004)⁴⁰, i costi derivanti dalle attività manutentive dell'approccio TPM sono inferiori a quelli utilizzati dalle classiche politiche manutentive correttive a guasto: secondo alcuni studi, più di un terzo delle attività di manutenzione sono uno spreco per l'azienda. LA TPM è l'unico approccio in grado di ridurre - con l'obiettivo di eliminare - questa categoria di spreco.

Il valore aggiunto ottenuto con questa politica migliorativa si ha da un lato nel miglioramento dell'efficienza delle macchine, e dall'altro nell'aumento della qualità dei prodotti finiti. Nel complesso questo strumento Lean genera una riduzione delle tempistiche durante i cambi formato da non sottovalutare e questo si traduce ancora una volta in un risparmio economico non indifferente da parte dell'azienda.

³⁸ Suzuki T., 1994, *TPM in Process Industries*, Productivity Press, Taylor & Francis Group, New York; Cap. 1.

³⁹ Mella P., 2021, *La manutenzione: funzione vitale per le imprese. Introduzione alla Total Productive Maintenance*, University of Pavia, Pavia University Press, Pavia, vol. 12, n. 2; pp. 209-213.

⁴⁰ Wireman T., 2004, *Total Productive Maintenance*, Industrial Press, New York.

1.4. I capisaldi del Toyota Production System e il leitmotiv del Lean Thinking

La filosofia Lean fonda le sue origini a partire dal Toyota Production System (TPS), ovvero il sistema produttivo sviluppato da Taiichi Ohno e Eiji Toyoda⁴¹ in Toyota a partire dal secondo dopoguerra (tra il 1948 e il 1975) che costituì un vero e proprio spartiacque concettuale rispetto alla produzione di massa del sistema taylorista-fordista tipico dell'epoca post-rivoluzioni industriali.

Il TPS, in particolare, sfruttava l'idea del "fare molto con poco" utilizzando le ridotte risorse a disposizione per incrementare al massimo la produzione dell'azienda, perseguendo inoltre la riduzione di ogni forma di spreco (chiamato "muda" in giapponese) in quanto non creava valore per il cliente finale.

Alla fine degli anni '40 la Toyota era una piccola società che produceva automobili, disponendo di macchinari obsoleti e le cui quote di mercato erano irrisorie: in queste condizioni, il modello di produzione Taylorista-Fordista risultava inapplicabile. Questa situazione spinse Taiichi Ohno, al tempo ingegnere giapponese specializzato in meccanica, a percorrere una strada alternativa, adottando dei particolari accorgimenti diretti all'aumento di flessibilità delle macchine in modo da poter consegnare piccoli lotti di prodotto finito in brevi periodi di tempo. Con questa accortezza, la società avrebbe avuto le capacità di rispondere immediatamente alle variazioni di domanda del mercato e di conseguenza la produzione si sarebbe adattata di volta in volta in base al cliente.

Il punto di svolta del nuovo sistema introdotto dall'ingegnere giapponese non fu tanto nell'introduzione di tecnologie all'avanguardia rispetto alla concorrenza occidentale, quanto piuttosto nella riorganizzazione interna degli impianti di produzione facendo leva sulle risorse umane che ci lavoravano.

Esistono cinque principi-guida⁴² che delineano il modello teorico della produzione snella:

1. "Value", ovvero definire il valore dal punto di vista del cliente: si tratta di capire cosa il cliente è veramente disposto a pagare impiegando il minor numero di risorse nel processo. Rappresenta il target principale che deve essere perseguito con delle ottime analisi di mercato e con dei continui feedback sui clienti mediante l'utilizzo di tecniche Kano Model⁴³, QFD⁴⁴, ...;

⁴¹ Nipote di Sakichi Toyoda, colui che aveva fondato la Toyoda Automatic Loom Works, Ltd. Fonte: http://www.talentsnelli.it/1/upload/toyota_way_gdl2015_144bn.pdf

⁴² Womack J. P., Jones D. T., 1996, *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Productivity Press, New York; Part I: Lean Principles.

⁴³ Il Kano Model è una teoria sviluppata negli anni '80 dal Professor N. Kano che classifica le preferenze del consumatore in tre categorie: funzionalità di base (Basic needs), attributi di soddisfazione (Performance needs) e caratteristiche attraenti (Delight needs). A queste tre categorie è possibile aggiungerne anche altre due: gli attributi di indifferenza e la preferenza personale. Fonte: Rotar L. J., Kozar M., 2017, Faculty of Business, Management and Informatics, *The Use of the Kano Model to Enhance Customer Satisfaction*, De Gruyter Open, Novo Mesto, Slovenia.

⁴⁴ Letteralmente "Quality Function Deployment" (abbreviato QFD) è uno strumento di gestione della qualità - originariamente impiegato dalla Mitsubishi Heavy Industries - che mira a progettare il prodotto finito secondo le funzioni d'uso attese dal cliente e per introdurre dei requisiti di base in merito alle sue

2. “Value Stream”, ovvero identificare il flusso di valore: questo è la prima delle tre fasi del Value Stream Mapping e comporta la focalizzazione sull'insieme di azioni che portano a realizzare un determinato prodotto o servizio. Attraverso i flussi di informazioni e di materiali si identificano il Current e il Future State, ovvero la situazione corrente quella desiderata;
3. “Flow”, ovvero assicurare lo scorrimento del flusso: si tratta della seconda fase del Value Stream Mapping in cui si cerca di far fluire in modo rapido tutte le attività del processo produttivo come se fosse un flusso continuo, senza soste o interruzioni;
4. “Pull”, ovvero implementare un sistema di produzione “tirato”: è l’ultima fase della mappatura della catena del valore che ha l’obiettivo di impostare le attività e le operazioni nei centri di lavoro solo quando il processo a valle lo richieda. Il target viene raggiunto implementando gli strumenti Lean e in particolare utilizzando meccanismo di gestione dei materiali di tipo Just in Time con cartellini Kanban;
5. “Perfection”, ovvero, ricercare la perfezione: il passo decisivo e più difficile da attuare è quello relativo a un processo di continuo miglioramento attraverso la creazione di Kaizen Blitz⁴⁵, TQM⁴⁶ e Six-Sigma⁴⁷ per innescare un meccanismo a catena che tende alla realizzazione di un processo ideale e trasparente, in modo da avere il minor numero di negatività possibili.

Alla base di questo modello, quindi, c’è un obiettivo da perseguire: creare valore riducendo gli sprechi in un processo di continuo miglioramento nel tempo.

1.4.1. Focus sul cliente e sul flusso di valore (Value Stream Mapping)

Con il termine “Value Stream Mapping” (VSM) si intende il processo di mappatura della catena del valore, un punto chiave della produzione di tipo “pull” della Lean Production. Alcune delle conseguenze principali per ottenere un’ottima soddisfazione del cliente finale sono, infatti, la fidelizzazione, il miglioramento della reputazione e dell’immagine dell’azienda oltre che un abbattimento dei costi di marketing⁴⁸.

È importante ricordare anche che il soddisfacimento delle esigenze del cliente ha influenzato le regolazioni europee nei confronti della qualità: la ISO 9004⁴⁹ rappresenta, infatti, una serie di

richieste. Fonte: Jaiswal E. S., 2012, *A Case Study on Quality Function Deployment (QFD)*, Journal of Mechanical and Civil Engineering, November-December 2012, vol. 3, issue 6; pp. 27-35.

⁴⁵ Evento di breve durata in cui più persone all’interno dell’azienda trattano un miglioramento estremamente concentrato nel tempo (di norma due/tre giorni) e nello spazio (in genere un’area molto ristretta dello stabilimento).

⁴⁶ Letteralmente “Total Quality Management” (abbreviato TQM) è una politica di gestione della qualità del prodotto finito e del processo di produzione. Questo modello di gestione della qualità è meglio approfondito al paragrafo 4.2.5 del capitolo 4.

⁴⁷ Il Six-Sigma (o 6σ) è una filosofia manageriale che consiste nell’analisi di dati statistici seguendo il ciclo DMAIC (Define-Measure-Analyse-Improve-Control) per garantire un miglioramento della qualità di un processo produttivo.

⁴⁸ Muffato M., Panizzolo R., 1995, *International Journal of Quality and Reliability Management, A Process-based View for Customer Satisfaction*, University of Padova, Dipartimento di Innovazione Meccanica e Gestionale, Padova, vol. 12; pp. 152-167.

⁴⁹ La ISO 9004:2009 è una serie di norme non obbligatorie relative alla soddisfazione del cliente che possono interessare ogni tipo di organizzazione. Assieme alla ISO 9001:2015 (che riguarda i criteri di

standard basata su dieci punti atta a dimostrare il livello di qualità in modo generale, con particolare focus sulle esigenze del cliente.

A testimoniare l'importanza di questo tema ma anche la difficoltà nel riuscire ad implementarlo, Nash e Poling (2008)⁵⁰ ricordano, che:

“Whenever there is a product (or service) for a customer, there is a value stream. The challenge lies in seeing it.”

Se per studiare il flusso di materiali le aziende ricorrono spesso al process chart⁵¹, con il Value Stream Mapping è possibile evidenziare graficamente anche il flusso delle informazioni (ordini dei clienti, feedback, ...) oltre al flusso di materiali e delle attività necessarie alla realizzazione del prodotto finito.

Secondo Mike Rother e John Shook (1999)⁵² per concorrere alla realizzazione di questo target in genere è necessario seguire i seguenti passaggi:

- Documentare il processo allo stato attuale con occhio di riguardo ai processi a monte e a valle;
- Identificare e mappare ogni singolo step del processo, dalla primissima fase fino all'ultima in cui il cliente risulta soddisfatto;
- Identificare il valore per il cliente all'interno degli step precedenti in modo critico per scindere i passaggi a valore da quelli non a valore con un occhio di riguardo a manodopera, tempo e materiali sprecati in modo da ridurre il loro impatto sul processo;
- Definire il processo ideale a cui si vorrebbe tendere se si riuscissero ad eliminare tutti gli sprechi ottenendo un prodotto a valore massimo per il cliente, pur tenendo a mente l'impossibilità di questa realizzazione dato che non esiste nella realtà il processo “zero difetti”;
- Identificare le parti del processo allo stato attuale che potrebbero essere trasformate in quello ideale mediante opportuni accorgimenti, automazioni o semplificazioni negli step previsti;
- Identificare le iniziative che possono portare alla riduzione o all'eliminazione degli sprechi definendo le aree che possono essere migliorate;
- Sviluppare un piano per mettere in pratica le iniziative e assegnare in modo chiaro e definito i compiti e le responsabilità dei soggetti coinvolti fissando delle scadenze temporali da rispettare.

Il sistema TPS utilizza due termini giapponesi per esprimere al meglio la procedura del Value Stream Mapping: Monozukuri e Hitozukuri. Entrambi fondamentali all'interno del Lean

gestione della qualità) fa parte della certificazione ISO 9000:2015 relativa al Quality Management. Fonte: “Geometrical Metrology and Machine Testing”, L. De Chiffre, E. Savio, (2015).

⁴⁹ Parte del sistema di management che comprende la serie di norme ISO 9000 e che è legato alla qualità per aziende pubbliche, aziende private e laboratori di prova.

⁵⁰ Nash M. A., Poling S. R., 2008, *Mapping the Total Value Stream: A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.

⁵¹ Si tratta del foglio del processo operativo che studia i flussi di materiali dal punto di vista delle attività eseguite.

⁵² Rother M., Shook J., 1999, *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts.

Thinking, sono due strumenti utilizzati per garantire il più alto valore per il cliente/consumatore finale.

Il primo principio, Monozukuri, significa “creare le cose” e identifica la capacità di eseguire una corretta produzione dei prodotti con conoscenza e applicazione della Lean Production. L’obiettivo è il miglioramento della qualità dei processi riducendo al contempo i costi ad essi collegati in accordo con la politica di Total Quality Management e i principi della filosofia Kaizen.

Il secondo, Hitozukuri, significa “formare le persone” e consiste in un delicato processo educativo di sviluppo della persona, basato sull’apprendimento permanente volto a sviluppare le competenze personali (Skills). L’obiettivo è il miglioramento della formazione delle risorse umane inteso come crescita e sviluppo personali.

Monozukuri e Hitozukuri in genere sono indispensabili, ma non sono sufficienti per creare il valore. Esiste un terzo termine giapponese, chiamato Kotozukuri, con il quale si indica il “far sì che le cose accadano”. In particolare ci si riferisce alla passione che ci deve essere dietro ogni intervento per far accadere le cose affrontando tre sfide: percepire le attese del cliente, incoraggiare il team e infine convincerlo a seguire questa strada con entusiasmo in modo che il prodotto finito creato con questo valore venga apprezzato.

1.4.2. Eliminazione degli sprechi (muda)

Obiettivo principale del TPS è la riduzione di tutti gli sprechi tendendo al flusso continuo con produzione tirata di tipo “pull”, cioè eseguendo il proprio business come azione in base alla richiesta del cliente e producendo solo quello che è richiesto quando è richiesto.

In realtà, esistono tre tipologie di spreco secondo il sistema TPS:

- “Muda”, ovvero lo spreco generale: è la categoria più ampia e nota di sprechi in ottica di ottimizzazione Lean che comprende le perdite in generale (per esempio un’eccessiva scorta a magazzino);
- “Muri”, ovvero lo spreco inteso come sovraccarico della risorsa: è identificato come una difficoltà dell’operatore nel compiere un’operazione secondaria, irragionevole e non propedeutica a quella primaria che dovrebbe svolgere (per esempio un movimento superfluo o uno spostamento non giustificato per il prelievo di materiale/utensili);
- “Mura”, ovvero lo spreco inteso come la fluttuazione irregolare del carico di lavoro: rappresenta una sorta di instabilità del sistema, intesa come non costanza (per esempio un’allocazione sempre differente dei materiali a magazzino). È riducibile attraverso la tecnica visiva dell’Heijunka prima citata.

L’etica giapponese porta a considerare la categoria degli sprechi generali (muda) come la peggiore tra le tre, associandola quasi a una sorta di “peccato”. Da qui la forte volontà delle industrie

giapponesi di voler ad ogni costo ridurre questa tipologia di spreco che risulta classificabile in sette⁵³ (poi estese a otto⁵⁴) sottocategorie:

1. Eccesso di produzione: indica la produzione aggiuntiva rispetto a quella richiesta dal cliente. Di fatto rappresenta il peggiore degli sprechi perché ne genera in cascata altri legati al trasporto e allo stoccaggio a magazzino dei prodotti finiti rimasti invenduti, generando alle volte anche dei potenziali problemi legati alla qualità (come dei possibili difetti del lotto sovraprodotto);
2. Eccesso di attività: indica l'insieme di lavorazioni/processi inutili dal punto di vista del valore percepito dal cliente, impiegando tempo e forza lavoro in modo superfluo. Questa tipologia di spreco può essere ricondotta a un'errata visione del processo in sé (per esempio inserendo controlli e verifiche di qualità troppo rigide o troppo frequenti nei vari step di produzione) oppure per una limitazione intrinseca dei macchinari utilizzati (dovuta all'arretratezza tecnologica o alla mancata manutenzione della macchina che può generare componenti difettosi che necessitano di rilavorazioni successive per rientrare negli standard o ancora che impiegano tempi maggiori per la produzione di pezzi conformi);
3. Movimenti inutili: si tratta di movimentazioni superflue lontane dal punto di azione che, oltre a non aggiungere valore, coinvolgono personale e/o macchinari non necessari, aumentando la possibilità di danneggiamento del materiale trasportato. Di fatto si identificano come quelle movimentazioni inutili che l'operatore compie nella sua area di lavoro alla ricerca di strumenti, oggetti, informazioni per eseguire un compito a lui demandato. Per questo motivo, tutti gli elementi necessari devono essere ben organizzati e resi disponibili nei pressi del punto di utilizzo (in accordo con la teoria delle 5S) in modo che l'operatore possa concentrarsi interamente sulla qualità del suo lavoro. Questa categoria di sprechi può derivare dall'eccesso di attività descritto al punto precedente oppure da una generale disorganizzazione del flusso di informazioni interno all'azienda;
4. Difetti: si tratta di prodotti da scartare o che devono subire delle rilavorazioni per rientrare negli standard di qualità previsti. Nella peggiore delle ipotesi possono essere rilevati come non conformità direttamente da parte del consumatore una volta immessi nel mercato. In quest'ultimo caso il rischio principale per l'azienda è quello legato a una potenziale perdita del cliente o ad un eventuale danno per l'immagine del marchio. Questa tipologia di spreco può essere causata da macchinari non adeguati al tipo di lavorazione e/o da errori umani da parte dell'operatore (errori accidentali, di distrazione o dovuti a una ridotta formazione dell'operatore che in genere possono essere ridotti con la tecnica del Poka Yoke o favorendo la formazione del team di lavoro);
5. Scorte: comprendono l'inventario di materiali stoccati a magazzino in attesa di essere processati. Questi ultimi occupano spazio utile nello stabilimento sotto forma di materie prime (MP), di materiali Work in Progress da lavorare (WIP) o di prodotti finiti da spedire (PF). Questa categoria di sprechi è conseguenza dell'eccesso di produzione e di attività analizzate in precedenza. È indice che internamente all'azienda non si è sviluppato un flusso continuo riferito ai materiali e che la produzione non è di tipo Just in Time. Le cause che generano queste condizioni sono molteplici e da ricercare all'interno dell'organizzazione del

⁵³ Ohno T., 1988, *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.

⁵⁴ Inizialmente le categorie erano sette, l'ottava riferita al potenziale umano mal sfruttato, è stata introdotta da Jeffrey Liker nella sua pubblicazione del 2014 Fonte: Liker J. K., Attolico L., 2014, *Toyota Way. I 14 principi per la rinascita del sistema industriale italiano. Con 14 casi di studio italiani.*, HOEPLI, Milano.

processo produttivo (un tipico esempio è lo sbilanciamento delle attività e dei processi produttivi, oppure i tempi set-up elevati, o ancora i frequenti lotti con volumi elevati). Le scorte nascondono in sé un problema economico non da poco: ogni rimanenza a magazzino costituisce un costo “immagazzinato”⁵⁵ per l’azienda, somma di costi diretti (come il costo del materiale o della manodopera) e di costi indiretti (legati all’immobilizzo del materiale secondo il tasso di giacenza “i”⁵⁶);

6. **Attese:** rappresentano delle fermate/micro fermate dei lavoratori in attesa di informazioni e/o materiale da processare. Di fatto aumentano il Takt Time causando problemi all’intero sistema Just in Time. Anche in questo caso i principali motivi che generano queste condizioni sono da ricercare all’interno dell’organizzazione del processo produttivo in termini di mancanza di informazioni o di materiali/strumenti (un tipico esempio è lo sbilanciamento dei ruoli operatore-macchina, lo squilibrio nei carichi di lavoro, i tempi di set-up elevati, una scarsa qualità delle materie prime o dei materiali WIP impiegati oppure una non adeguatezza delle macchine o dei processi utilizzati);
7. **Trasporti:** ci si riferisce alla non ottimizzazione della catena logistica intesa a livello generale. Possono esserci delle inefficienze nella fornitura e nell’approvvigionamento dei materiali (In-Bound Logistics⁵⁷) o nella consegna dei prodotti finiti (Out-Bound Logistics⁵⁸), per esempio con problematiche relative alle capacità di carico del mezzo di trasporto o di tempo/route da percorrere. È necessario, tuttavia, ottimizzare anche la logistica interna all’azienda (In-House Logistics⁵⁹), per esempio quando si predispongono un layout errato nei magazzini all’interno dell’azienda o quando si utilizzano lotti con grandi quantità di prodotto finito;
8. **Potenziale umano:** partendo dal presupposto che per la filosofia Lean le persone hanno successo solo nel momento in cui il processo viene direttamente da loro, con questa tipologia di spreco si fa riferimento all’importanza delle risorse umane all’interno del processo produttivo. Infatti, lo spreco di potenziale/ingegno umano è un aspetto essenziale nella filosofia giapponese, la quale, si pone l’obiettivo di favorire il corretto sviluppo delle capacità umane all’interno dell’azienda per concorrere in primis allo sviluppo della loro persona. Non è un caso che uno degli slogan visibili negli stabilimenti Toyota sia “*Good thinking, good products*”, a sottolineare l’importanza che riveste il pensiero umano per il raggiungimento di risultati efficaci per l’azienda. Processi dotati di tutte le categorie precedenti di sprechi, contengono intrinsecamente anche l’ultimo in quanto denotano un non coinvolgimento corretto delle persone all’interno di un sistema migliorabile solo elevando l’ingegno e l’intelligenza umane.

⁵⁵ Secondo il “principio della prudenza”, le perdite - anche se non definitivamente conosciute - devono essere contabilizzate. Anche le rimanenze di esercizio (materie prime, semilavorati e prodotti finiti) pur non comparando nel conto economico (perché virtualmente non hanno ancora prodotto utile) devono figurare nello Stato patrimoniale finanziario attivo come costi aziendali. Fonte: Biazzo S., Panizzolo R., 2013, *Elementi di controllo economico-finanziario della gestione aziendale*, Libreria Progetto, Padova; pp. 62-63.

⁵⁶ Il tasso del costo di giacenza a magazzino (o tasso di giacenza “i”) è un indice con valore numerico percentuale compreso tra il 20% e il 25% che indica quanto costa tenere a magazzino 1 euro di prodotto in giacenza per ogni anno.

⁵⁷ Con questo termine si intendono tutte le attività logistiche a monte del processo produttivo dell’azienda.

⁵⁸ Con questo termine si intendono tutte le attività logistiche a valle del processo produttivo dell’azienda

⁵⁹ Con questo termine si intendono tutte le attività logistiche relative al processo produttivo interno all’azienda.

1.4.3. Miglioramento continuo (Continuous Improvement)

Questo è un aspetto fondamentale della filosofia Lean che trova un forte legame con i principi Kaizen che saranno meglio descritti all'interno del capitolo 4.

Affinché tutte le migliorie proposte o introdotte portino efficacia a lungo raggio è necessario che sia perseguita una linea rigorosa di miglioramento continuo, non necessariamente ottenuta mediante grossi cambiamenti discontinui, quanto più attraverso piccole migliorie costanti.

Per rendere questo possibile è necessario condurre un'attenta analisi sulle risorse che si hanno a disposizione. Dato che il miglioramento continuo è un prerequisito per le aziende per rimanere competitive, è interessante capire come i dipendenti si rapportano riguardo questo argomento. A tal proposito è stato redatto un sondaggio nel 2013 da parte del Gjøvik University College⁶⁰ in alcune aziende norvegesi del comparto Automotive per valutare un feedback delle pratiche Lean su un modello di management occidentale.

L'indagine nordica ha sottolineato come questa attività di miglioramento continuo non sia estranea ai dipendenti dei moderni impianti di produzione che si sentono parte integrata e naturale del processo produttivo. In particolare, essere motivati e impegnati a partecipare ai lavori di miglioramento, coinvolge gli operatori su tre livelli: a livello personale/soggettivo, a livello di squadra/reparto e infine a livello aziendale/generale. Alla fine la motivazione per il miglioramento continuo si basa su obiettivi comuni tra tutte le gerarchie aziendali con un impegno particolare da parte della leadership a motivare, incoraggiare e supportare le proposte che vengono fatte. Non si parla solo di ascoltare gli operatori a diretto contatto con il processo produttivo ma di instaurare un rapporto collaborativo ed efficiente tra le diverse parti con una prospettiva a lungo termine, proprio come riportato in un passaggio del documento relativo alla conferenza svoltasi:

“Goals need to be known in all levels of the organization, and be a good directional guide for the work.”

Secondo questo studio, un aspetto essenziale è la conformazione della struttura organizzativa che deve essere il più possibile piatta, livellata orizzontalmente e non verticale con struttura a piramide, in modo tale che la direzione sia visibile quotidianamente per fornire supporto, definire le priorità e soprattutto cercare di investire nei suggerimenti di miglioramento.

Tutto deve partire dal gemba⁶¹, deve esserci un'influenza diretta. Dialogo e partecipazione sono due aspetti molto importanti per garantire il coinvolgimento di tutte le parti attive dell'azienda.

In conclusione, quindi, il miglioramento continuo deve avere un forte adattamento locale per funzionare davvero. Gli strumenti presi dalla letteratura Lean giapponese, importati e riprodotti

⁶⁰ Holtskog H., 2013, Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems, *Continuous Improvement beyond the Lean understanding*, Gjøvik University College, Gjøvik, Norway.

⁶¹ Nel campo manifatturiero, il gemba è il luogo di lavoro, cioè il posto dove viene creato il valore ed è un termine che è stato coniato per la prima volta in Toyota. A questo proposito spesso si utilizza anche l'espressione “Gemba Kaizen” per indicare il processo di miglioramento continuo nel luogo reale dove si svolgono le azioni. Questi due concetti vengono trattati in modo più approfondito al paragrafo 4.2.3 del capitolo 4.

pari pari non hanno garanzia di successo, ma devono essere spesso riadattati all'ambiente in cui vengono inseriti, ambiente che al momento rappresenta una caratteristica delicata per l'attuazione e per la buona riuscita del sistema Lean.

2. METODOLOGIA SMED E QUICK CHANGEOVER

In questo capitolo si passa alla descrizione approfondita di uno degli strumenti principali che hanno alimentato il mito del Toyotismo⁶², nonché lo strumento più utilizzato da parte delle aziende per implementare i principi Lean: lo SMED. Dopo una panoramica sui punti chiave del metodo e un breve excursus storico sulle origini di questo approccio si evidenziano in primis la procedura di un generico cambio formato e in secondo luogo i tipici passi per l'implementazione di un'attività SMED. I paragrafi finali trattano il legame con il lotto economico di produzione e i vantaggi che ne derivano nell'ambiente industriale. L'applicazione della metodologia SMED all'interno dell'azienda ospitante Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. viene trattata a parte al paragrafo 5.3.1 del capitolo 5 dell'elaborato.

2.1. SMED: “Single Minute Exchange of Die”

L'acronimo SMED – Single Minute Exchange of Die - indica lo strumento della Lean Production applicato e teorizzato dall'ingegnere giapponese Shigeo Shingo relativo all'ottimizzazione delle attività di cambio formato industriale, che maggiormente si è consolidato nel panorama internazionale.

Secondo Henry⁶³ (2013), con il termine “Quick Changeover” (QCO, italianizzato “cambio formato rapido”) si intende l'insieme di tutte le attività riguardanti la conversione di una macchina, di una linea o di un intero processo che consentono di passare dalla produzione di un lotto A a quella di un lotto B, diverso dal precedente.

Ci sono, tuttavia, alcune precisazioni da fare. In primo luogo, il termine “Quick Changeover” è diventato molto utilizzato all'interno dell'ambiente industriale. L'uso della parola “Quick” (traducibile come veloce, rapido) può essere fuorviante: quando si vuole implementare un “cambio formato rapido” non si richiede di velocizzare il ritmo con cui gli operatori svolgono le operazioni lavorando in modo più celere. Il termine deve fare riferimento a una nuova procedura ottimizzata e più veloce in quanto semplice e standardizzata, in accordo con i principi Lean esposti nel capitolo precedente. Questo il motivo per cui spesso si utilizza in letteratura il termine “Lean Changeover” (LCO) al posto di “Quick Changeover”, in modo da indicare l'implementazione del cambio formato rapido in ottica SMED.

Inoltre, il cambio formato non coincide con il “setup” (o “set up”, italianizzato “attrezzaggio”), in quanto con questo termine si intende solo una delle fasi del cambio formato completo, ovvero quella fisica che comporta la sostituzione dei pezzi meccanici sulle macchine. In letteratura la

⁶² Con il termine “Toyotismo” si intende la filosofia basata sul sistema di produzione TPS con orientamento al mercato e sincronismo spinto con assenza di scorte, descritto da Taiichi Ohno come “l'antitesi del sistema di produzione di massa americano”. Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 28.

⁶³ Henry J. R., 2013, *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; pp. 1-3.

suddivisione del cambio formato si articola in genere in tre fasi, come ricorda Henry (2013)⁶⁴. Anche McIntosh (2001)⁶⁵ concorda sul fatto che esistano altre due fasi oltre a quella di setup in un processo completo di cambio formato: secondo la sua suddivisione, queste prendono il nome di “run down” e “run up”.

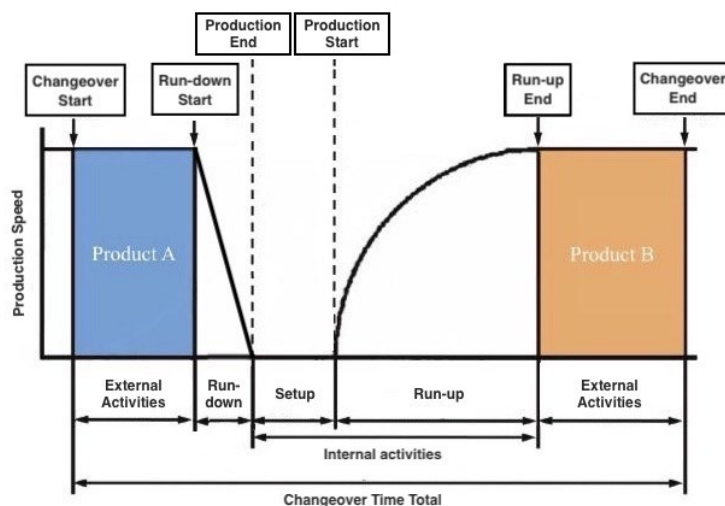


Fig. 2.1 – Schematizzazione di un generico cambio formato rapido.

Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 16.

In definitiva, si può pensare di suddividere una generica attività di cambio formato in tre fasi: “run down”, “setup” e “run-up”, visibili in figura 2.1. Il “cleanup” teorizzato da Henry (2013) è una fase “borderline” a cavallo tra il run-down e il setup dove vengono eseguite la pulizia e la rimozione dei materiali del precedente lotto.

La fase antecedente al setup, nota come “run down”, è il periodo di in cui la linea inizia a rallentare producendo gli ultimi prodotti del lotto A fino a fermarsi, cessandone completamente la produzione in attesa del lotto successivo B. Nell’ottica di ottimizzazione del cambio formato questa fase non presenta grandi margini di miglioramento. Il tempo del run down è minore di quello di run up, soprattutto se il macchinario è nuovo e molto performante: graficamente in figura 2.1 si nota che ha andamento decrescente lineare in genere con pendenza molto ripida.

La fase successiva al setup, nota come “run up” (o “startup” o “ramp-up”), è il periodo in cui la linea si avvia alla produzione del nuovo lotto B e termina nel momento in cui viene raggiunta la velocità di regime della linea. In genere, questa fase riveste un maggior peso temporale rispetto a quella di run down, motivo per cui è necessario tenerla in considerazione in fase di ottimizzazione, come dimostra l’andamento crescente parabolico in figura 2.1, molto meno ripido rispetto a quello del run-down.

⁶⁴ Esistono tre principali fasi in cui si può suddividere un cambio formato che sono note con il nome “the 3 Ups”: “cleanup”, “setup” e “run-up”. Fonte: Henry J. R., 2013, *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; pp. 4,5.

⁶⁵ R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performace. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, (2001); pp. 5-7.

Questo due fasi sono collegate al setup e rientrano nel cambio formato in quanto la linea necessita rispettivamente di un tempo per fermarsi e di uno per andare a regime, quindi non possono essere due concetti slegati dal cambio formato fisico in senso lato.

Il tempo di cambio formato sarà il risultato della somma dei tempi di run down e cleanup, setup e run up. Di fatto, è il tempo che intercorre tra la produzione dell'ultimo pezzo "conforme" del lotto di prodotto A a velocità ed efficienza nominali della linea e il primo pezzo "conforme" del lotto di prodotto B, sempre a velocità ed efficienza nominali della linea. Si specifica l'aggettivo "conforme" in quanto la produzione può subire delle modifiche durante le fasi di run-down e di run-up delle macchine della linea che possono portare alla realizzazione di prodotti finiti non conformi agli standard previsti che di conseguenza devono essere rilavorati o direttamente scartati. La velocità e l'efficienza nominali sono le caratteristiche di normale utilizzo delle macchine e della linea in fase di produzione

Si potrebbe pensare al "cambio formato rapido" come al pit stop nelle gare motoristiche dove vengono cambiati dei componenti meccanici usurati come le gomme, i freni, il carburante, ... e al contempo si effettuano delle regolazioni al motore, all'aerodinamica o alle sospensioni a seconda delle esigenze della pista e della categoria. Un pit stop nelle gare NASCAR, ad esempio, occupa una durata che va dai 15 ai 20 secondi, in genere. Un pit stop in Formula 1, invece, può durare anche meno di 3 secondi: questa metafora sportiva è un chiaro esempio di "cambio formato rapido" con implementazione SMED.

L'attività di cambio formato in ambito industriale è considerata come un'operazione non a valore ma con un impatto elevato all'interno del processo di produzione, motivo per cui è identificabile come un importante spreco in termini di tempo - sottratto ad altre attività a valore che potrebbero essere svolte - e in termini di costo supplementare del prodotto finito (per gli straordinari degli operai o per la mancata produzione di altri prodotti). La situazione diventa critica soprattutto quando è presente all'interno di una linea una macchina che funge da collo di bottiglia⁶⁶ di modo che se il cambio formato di quella specifica macchina risulta essere molto lungo, di fatto ritarda la produzione dell'intera linea.

In questi casi, a maggior ragione, la pianificazione del Manufacturing e dei cambi formato sulle linee di produzione assume un'importanza strategica e fondamentale per un'azienda che vuole operare con volumi flessibili. Bisognerà impiegare tutte le risorse possibili nel cambio formato del collo di bottiglia della linea e solo in seguito passare ai cambi formato delle altre macchine. A questo proposito è possibile delineare due possibilità di applicazione dello SMED: uno locale, relativo a una macchina specifica della linea e uno più generale, relativo alla linea intera di appartenenza delle macchine.

Idealmente, lo SMED consente di effettuare delle operazioni di cambio formato in meno di dieci minuti, cioè in un tempo inferiore alla doppia cifra ("Single Minute" come riporta Shingo). Ovviamente, questo non risulta applicabile a tutti i processi, quindi in realtà con il termine SMED si indica più generalmente la tecnica che mira a ridurre più o meno considerevolmente i tempi di cambio formato delle macchine.

⁶⁶ Il collo di bottiglia di una linea o di un processo si riferisce al macchinario, all'attività o all'operazione complessivamente più critica che si ripercuote sull'efficienza degli organi ad esso/a collegati.

La domanda che viene spontanea è la seguente: come mai è necessario effettuare un cambio formato alle macchine di una linea?

In genere⁶⁷, i sistemi produttivi sono classificati secondo il diagramma cartesiano a tre assi in figura 2.2.

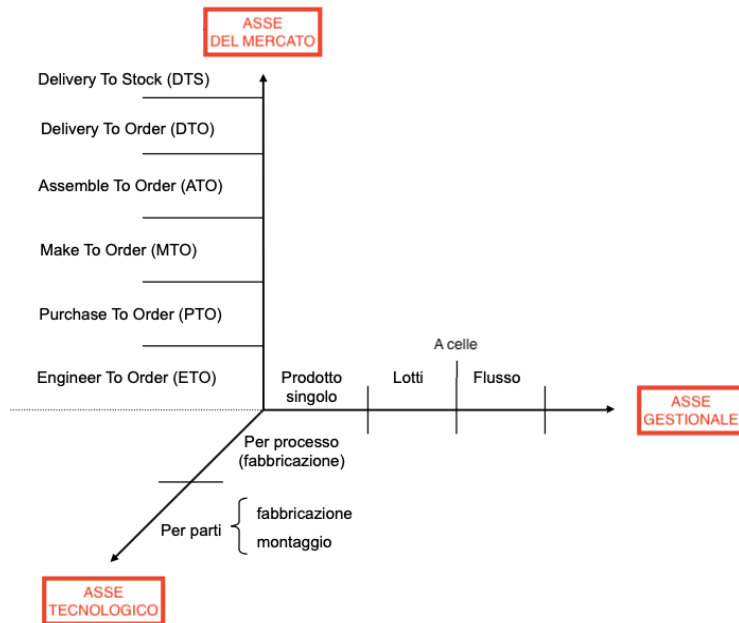


Fig. 2.2 – Diagramma cartesiano della classificazione dei sistemi produttivi industriali.

Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 47.

L'asse z uscente dal piano rappresenta l'asse tecnologico, con classificazione secondo la natura del prodotto (per processo e per parti); l'asse x orizzontale rappresenta l'asse gestionale, con classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione (singola, a lotti, a celle o a flusso); infine, l'asse y verticale rappresenta l'asse del mercato, con classificazione secondo il modo in cui l'azienda risponde al mercato (Engineering to Order, Purchase to Order, Make to Order, Assemble to Order, Delivery to Order e Delivery to Stock).

Incrociando il primo e il secondo asse (quello tecnologico e quello gestionale) si individuano i cinque gruppi di modalità di produzione industriale rappresentati nella tabella 2.1: produzione singola, produzione intermittente, produzione discontinua, produzione ripetitiva e produzione continua.

⁶⁷ De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; pp. 47,48.

Tab. 2.1 – Matrice delle modalità di produzione industriale.

Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Iseidi, Milano; p. 48.

Classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione / Classificazione secondo il modo di realizzare il prodotto	PRODUZIONE SINGOLA	PRODUZIONE A LOTTI	PRODUZIONE A FLUSSO
PRODUZIONE PER PARTI (PRODOTTI INTEGRALI)	1	2	3
PRODUZIONE PER PROCESSO (PRODOTTI DIMENSIONALI)	PRODUZIONE SINGOLA	4	5
		PRODUZIONE INTERMITTENTE	PRODUZIONE RIPETITIVA
		PRODUZIONE DISCONTINUA	PRODUZIONE CONTINUA

Focalizzandosi sul quarto gruppo, ovvero quello della produzione ripetitiva con linee discrete (cioè il caso di produzione in linea a flusso continuo) e ipotizzando un flusso monodirezionale dei prodotti (senza bypass⁶⁸ e senza backtracking⁶⁹) è possibile classificare le modalità produttive in tre categorie:

- Linee Single-Model: sono le linee più semplici e sono in grado di gestire un solo prodotto (per questo sono anche chiamate linee monoprodotto) con l'impossibilità di passare ad un prodotto diverso;
- Linee Multi-Model: sono delle linee più flessibili e di fatto sono in grado di gestire più modelli di prodotto o di una famiglia di prodotti (per questo sono anche chiamate linee multiprodotto) a produzioni successive, ovvero necessitano di un cambio formato per passare da un lotto di prodotto ad un altro. Questa tipologia di linea insieme alla produzione a reparti fa parte dei sistemi Multi-Model;
- Linee Mixed-Model: sono le linee più flessibili e complesse in assoluto in quanto sono in grado di gestire in modo alternato più tipologie di prodotto in lotti di dimensione ridotta o unitaria secondo un piano giornaliero e senza necessitare di elevati fermi delle macchine per attrezzaggio (in genere i cambi formato sono molto ridotti o addirittura nulli). Questa tipologia di linea insieme alla produzione a reparti fa parte dei sistemi Mixed-Model.

In genere, non è sempre possibile che una linea sia di tipo Mixed-Model, e anche nel caso in cui essa sia predisposta con un layout di questo tipo, non è possibile prevedere l'evoluzione del prodotto finito a livello di domanda. La dinamicità del mercato e la concorrenza dei competitors possono portare l'azienda a dover produrre nuovi prodotti non più processabili dalla linea di tipo Mixed-Model già presente in azienda. A questo punto, o si procede con l'acquisto di una nuova linea dedicata al nuovo prodotto da produrre, o si cerca di adattare la linea presente in modo che sia in grado di produrre dei prodotti finiti simili alla famiglia di prodotti che è già in grado di processare.

⁶⁸ Con il termine "bypass" si indica una tipologia di flusso del materiale tale per cui è possibile saltare una o più stazioni contigue del processo produttivo (la direzione del flusso è fissa in un senso mentre la sequenza del processo è variabile).

⁶⁹ Con il termine "backtracking" si indica una tipologia di flusso del materiale tale per cui è possibile saltare una o più stazioni contigue del processo produttivo e invertire il senso del flusso (sia la direzione del flusso, sia la sequenza del processo sono variabili).

Per passare da un prodotto all'altro sarà necessario modificare alcune caratteristiche delle macchine che compongono linea. Queste ultime possono essere intese sia come cambio di settaggio - a livello software - sia come cambio fisico - attrezzaggio - di pezzi meccanici, il vero e proprio setup. È in questo momento che entrano in gioco il cambio formato dei macchinari e la politica di ottimizzazione SMED: l'obiettivo è fare in modo che la linea stia ferma il minor tempo possibile.

2.2. Il Giappone e la nascita dello SMED⁷⁰

Questo approccio fonda le sue origini in Giappone, in casa Toyota, grazie alla lungimiranza di uno dei suoi migliori ingegneri, Shigeo Shingo. A cavallo tra gli anni '50 e '60 sviluppò notevole esperienza nell'ambito dei processi produttivi basati sull'utilizzo di stampi (die) e solo in seguito i suoi principi furono estesi a tutte le tipologie di processi industriali.

Storicamente si considerano tre episodi chiave nello sviluppo della pratica dello SMED e, in particolare, si utilizza 1950 come la data della vera e propria nascita dello SMED.

2.2.1. Il primo episodio: l'innovazione del metodo

Il 1950 è l'anno in cui a Shingo fu richiesto di migliorare l'efficienza degli impianti negli stabilimenti della Toyo Kogyo - attualmente nota come "Mazda" - ad Hiroshima. La criticità riguardava un collo di bottiglia relativo a tre grandi presse per lo stampaggio: il responsabile dello stabilimento stava valutando l'acquisto di una nuova pressa per fronteggiare le enormi richieste del mercato, dato che la potenzialità delle presse attuali non era in grado di garantire i volumi di prodotto richiesti dal mercato.

L'ingegnere giapponese, però, chiese di poter analizzare meglio la situazione mediante un'analisi di produzione dei tre macchinari direttamente sul campo e con una durata di almeno una settimana, convinto del fatto che si potessero migliorare alcune inefficienze. Con molte difficoltà e con la promessa di consigliare al manager l'acquisto di nuovi macchinari se non fosse riuscito nel suo intento, Shingo ottenne l'autorizzazione a osservare più da vicino la produzione delle presse per effettuare i suoi accertamenti.

I risultati che raccolse in quell'arco di tempo gli diedero ragione: le potenzialità delle tre presse, infatti, non erano utilizzate al massimo della loro capacità produttive e gli bastò osservare un singolo cambio formato per scoprirlo.

Sulla pressa da 800 tonnellate gli operai tolsero il vecchio stampo in favore di quello nuovo da montare ma ad un certo punto, non trovando un bullone mancante, iniziarono a correre per tutto lo stabilimento in cerca di una soluzione. Dopo qualche ora un operaio si presentò da Shingo con un bullone in mano e disse che lo aveva tolto da un altro macchinario e lo aveva accorciato in

⁷⁰ I seguenti paragrafi riprendono la nascita dello SMED così come è stata descritta da Shigeo Shingo nel suo libro del 1958, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Fonte: Shingo S., 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Cambridge, Connecticut; pp. 21-25.

modo che potesse adattarsi a quello della pressa da 800 tonnellate per terminare il cambio formato e avviare la produzione della linea. Ovviamente Shingo intuì subito che questa soluzione avrebbe comportato dei problemi in futuro nel momento in cui si sarebbe effettuato il cambio formato della pressa donatrice del bullone.

Fu in quel momento che intuì la criticità dei cambi formato in quello stabilimento che consisteva nello svolgere delle operazioni secondarie (la ricerca di un bullone) a macchina ferma (cosa che si sarebbe potuta fare a macchina in moto). Da lì, dotatosi di un tabellone e di un cronometro iniziò ad individuare e a catalogare tutte le operazioni di cambio formato svolte dagli operai segnandosi in particolare quelle che si sarebbero potute svolgere a macchina ancora in moto, cioè durante la produzione del precedente lotto.

Stava prendendo forma il metodo di suddivisione delle attività di cambio formato che poi sarebbe divenuto famoso nelle pratiche SMED con il nome di “suddivisione delle attività in interne ed esterne”:

- Internal setup (IED), rappresentavano le attività interne di setup, cioè quelle che potevano essere svolte esclusivamente a macchina ferma, come la sostituzione fisica delle parti della pressa.
- External setup (OED), rappresentavano le attività esterne di setup, cioè quelle che potevano essere svolte mentre la macchina era in funzione, come per esempio trasportare i pezzi sostituiti verso il magazzino, portarne di nuovi nei pressi della macchina o dotarsi degli opportuni utensili e pezzi per il cambio formato, come i bulloni per l'appunto.

Non aveva senso fermare la produzione della pressa e perdere tempo alla ricerca di un pezzo, era necessario stabilire una procedura di setup dove venissero evidenziate le attività esterne che potevano essere svolte dagli operai anche quando la macchina era in funzione. Verificare che i bulloni necessari fossero pronti per il setup successivo era tra queste, motivo per cui vennero utilizzati dei contenitori, divisi a seconda della tipologia del bullone, da tenere nei pressi della linea per evitare di ripetere questa disattenzione.

Shingo riuscì così ad aumentare la capacità produttiva dei macchinari senza dover ricorrere all'acquisto di uno nuovo, riducendo fino al 50% la durata in termini di tempo delle attività esterne durante il cambio formato. La classificazione in attività esterne e interne era di fatto la linea guida per la distinzione tra setup interno ed esterno che ancora oggi si utilizza nell'applicazione dello SMED.

2.2.2. Il secondo episodio: la notorietà e la fama

Il secondo episodio fondamentale, che rese famoso Shigeo Shingo nell'applicazione dei suoi paradigmi SMED, fu quello riguardante il cantiere navale delle Mitsubishi Heavy Industries di Hiroshima, nel 1957.

Anche in questo caso, la richiesta era quella di aumentare la produttività di un macchinario - nella fattispecie una piastra utilizzata per la lavorazione dei basamenti di grossi motori diesel - che durante la fase di cambio formato provocava non poche criticità in termini di tempi impiegati. In

particolare, risultava alquanto difficile eseguire il cambio viste le dimensioni della macchina soprattutto in fase di “centraggio”, attività interna che portava via molto tempo.

Dopo aver eseguito un’attenta analisi di produzione, Shingo propose di esternalizzare l’attività del meccanismo a slitta della piastra, installando una seconda slitta scorrevole su cui si poteva condurre il cambio formato separatamente. Questa intuizione dell’ingegnere giapponese portò a un aumento della produttività del 40% mediante la riduzione dei tempi di fermo della piastra.

Un altro tassello si aggiungeva alla pratica SMED dove per la prima volta si effettuava una conversione di setup da interno a esterno, quella che poi sarebbe diventata la procedura di “esternalizzazione delle attività interne”.

2.2.3. Il terzo episodio: la “consacrazione” del metodo

Il terzo e ultimo episodio rilevante, che riconobbe e certificò Shingo come il padre dello SMED, è considerato una pietra miliare nella storia della Lean Production, e non a caso si sviluppò nelle officine dello stabilimento principale della Toyota Motor Company, nel 1969.

L’obiettivo da perseguire, anche in questo caso, riguardava la riduzione dei tempi di attrezzaggio di una pressa di elevato tonnellaggio che impiegavano circa metà dell’orario di turno lavorativo di un operaio.

I dirigenti dello stabilimento erano consapevoli della fattibilità dell’operazione in quanto negli stabilimenti tedeschi di Wolfsburg della Volkswagen Group le stesse operazioni di cambio formato si svolgevano impiegando circa la metà del tempo impiegato dagli operai giapponesi.

Come negli episodi precedenti, Shingo riuscì a ridurre le tempistiche di cambio formato distinguendo il setup interno da quello esterno e cercando di migliorare ciascuno in maniera separata ottenendo dei risultati a dir poco eccezionali: dopo sei mesi di analisi rigorose i tempi di setup vennero ridotti del 50%.

Tuttavia, i manager di stabilimento richiesero un’ulteriore riduzione dei tempi in modo che fosse possibile ottenere un cambio formato eseguibile in soli tre minuti, un target che a inizio progetto sembrava impensabile e irraggiungibile!

Dopo qualche mese di duro lavoro e utilizzando tutte le tecniche note per la riduzione dei tempi di setup, Shingo riuscì nell’impresa di raggiungere l’obiettivo dei tre minuti fissati dai dirigenti dello stabilimento.

Fu in quel momento che si consolidò il significato del ben noto termine che oggi è uno dei caposaldi del pensiero Lean. Nella speranza che il cambio formato di una qualsiasi macchina industriale potesse venire realizzato in meno di dieci minuti, Shingo rinominò questa tecnica “Single Minute Exchange of Die” o SMED, per l’appunto.

2.2.4. L'episodio chiave per lo SMED e per il TPS: l'incontro tra Ohno e Shingo

Le potenzialità dello SMED risultarono senza precedenti, motivo per cui questo approccio venne esteso e adottato da tutti gli impianti Toyota, continuando ad evolversi come uno dei principi cardine del Toyota Production System. Il merito era sicuramente di Shigeo Shingo, ideatore del metodo, ma questa notorietà fu favorita dalla lungimiranza dell'ingegnere Taiichi Ohno, al tempo vicepresidente e in seguito consulente presso la Toyota Motor Company. Ohno fu il primo a intuire che i concetti sul cambio stampo rapido che stava diffondendo Shigeo Shingo sarebbero stati un'ottima soluzione per la nuova situazione produttiva che si stava consolidando all'interno degli stabilimenti Toyota.

Inizialmente, infatti, la produzione dell'azienda nipponica era contenuta all'interno dell'orario di lavoro regolare e i cambi dei macchinari venivano svolti durante le pause pranzo. Con l'aumento della domanda e con un'evoluzione dinamica del mercato indirizzato verso piccoli lotti di prodotti sempre più variabili e personalizzati, la Toyota si trovò a fronteggiare molti problemi in fase di cambio formato. Succedeva spesso che gli operai erano tenuti a fermarsi molte ore al di fuori dell'orario di lavoro o addirittura il giorno della domenica per effettuare dei cambi stampo o delle regolazioni specifiche sui macchinari per la produzione di lotti di prodotti diversi. Le dinamiche si complicavano ulteriormente con la politica TPM della manutenzione preventiva che la Toyota richiedeva nei suoi stabilimenti per mantenere alti standard di qualità per i suoi prodotti. La situazione generale diventava così insostenibile dato che la produzione di alcuni di questi piccoli lotti impiegava solo un decimo del tempo rispetto a quello di cambio formato.

La soluzione secondo Ohno non era la strada della sovrapproduzione in lotti più grandi. La produzione non doveva necessariamente durare il tempo che gli operai impiegavano per effettuare il cambio formato solo per dare un "senso" ai tempi di cambio molto elevati, perché questo avrebbe creato degli sprechi a catena legati un sacco di prodotti finiti che non sarebbero mai stati venduti, minando i principi fondamentali della Lean Production. La soluzione andava ricercata esclusivamente nella rimozione di ogni tipo di spreco nelle attività non a valore e la riduzione dei tempi di cambi formato dei macchinari era tra queste.

Come riporta Ohno (1988)⁷¹ in un passaggio della sua pubblicazione *"The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production"*:

"All we are doing is looking at the time line, from the moment the customer gives us an order to the point when we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the nonvalue-added wastes."

Questo passaggio fondamentale sottolinea come l'impatto delle riduzioni dei tempi di cambio formato - e in generale di tutte le attività non a valore - fosse di notevole importanza rispetto al miglioramento delle sole attività di produzione perché, in linea con la politica del Just in Time, si riusciva a contrarre di molto la risposta al mercato a partire dagli ordini dei consumatori.

⁷¹ Ohno T., 1988, *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Publisher's Foreword.

Lo sviluppo del concetto di SMED per come lo intendiamo oggi impiegò complessivamente 19 anni di esperienze pratiche derivanti da basi teoriche del miglioramento dei setup approfondite al meglio dalla visione di Shingo.

Ad oggi il suo utilizzo ha raggiunto un'estensione mondiale, essendo un approccio scientifico basato sulla teoria e testato su anni di sperimentazioni pratiche che può essere applicato in ogni tipo di industria. È stato reso noto soprattutto in seguito alla pubblicazione di Shigeo Shingo del 1983 "*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*", una pietra miliare per le ottimizzazioni dei cambi formato e più in generale per il pensiero snello.

2.3. Procedura generica di cambio formato

Obiettivo principale dello SMED è, come anticipato, la riduzione dei tempi di cambio formato che nella maggior parte dei casi può essere ottenuta mediante una procedura di suddivisione e conversione delle attività interne ed esterne ad esso collegate.

Prima di passare alla descrizione dei passaggi tipici adottati nell'approccio SMED, si riporta di seguito una procedura generica di cambio formato applicabile a un macchinario industriale o ad una linea di produzione.

In genere le procedure di cambio formato sono molto variabili a seconda del settore industriale, delle operazioni da svolgere o degli utensili da utilizzare durante il setup. Tuttavia, esistono alcune linee guida:

- Fase preparatoria: prima e durante il run-down delle macchine della linea si iniziano ad effettuare alcune operazioni propedeutiche al cambio formato, in particolare quelle classificate come operazioni esterne, come il controllo dei materiali e la preparazione dei carrelli con gli utensili necessari. Questo passaggio all'apparenza banale è di grande importanza in quanto riduce di molto i tempi globali del cambio formato. In questa fase iniziale, ci si assicura che tutte le parti e gli utensili siano dove dovrebbero essere e che funzionino correttamente in modo da non avere problemi quando la macchina si troverà nello stato di fermo durante il cambio;
- Fase di smontaggio: la prima fase del setup comprende la rimozione degli aggregati e degli inserti macchina utilizzati per produrre il vecchio lotto di prodotto finito. Una volta smontati e posti sopra a dei carrelli è possibile pulirli e trasportarli verso un eventuale magazzino di stoccaggio pezzi di cambio formato se non è presente uno spazio apposito a bordo linea. In genere, la parte di pulizia in quanto attività esterna può essere svolta in seguito, quando la linea è ripartita con la produzione. Si può procedere al montaggio dei nuovi pezzi;
- Fase di montaggio: l'altra parte "fisica" del cambio formato comprende il montaggio degli inserti macchina per produrre il nuovo lotto di prodotto finito. Una volta terminato il montaggio è necessario verificare la correttezza delle attività eseguite;
- Fase di controllo e di calibrazione: si procede alla verifica e ad un eventuale settaggio della macchina. Si utilizzano pezzi di prova per eventuali calibrazioni o procedure di fasatura, centraggio o allineamento dei macchinari coinvolti nel cambio formato per iniziarli singolarmente e per sincronizzarli all'interno della linea. La difficoltà maggiore in questa fase consiste nella corretta calibrazione dell'attrezzatura, visto che la fase successiva che riguarda

le regolazione dipende dal livello di accuratezza con cui è stata eseguita questa serie di operazioni;

- Eventuali regolazioni: prima e durante la fase di run-up (quando la linea si appresta a ripartire con la produzione) si eseguono eventuali regolazioni per assicurare la ripetitività del processo produttivo entro gli standard qualitativi previsti. Maggiore è stata la scrupolosità nella calibrazione delle macchine al passo precedente, minore sarà il tempo impiegato nella fase di regolazione della linea. Questo il principale motivo per cui ci sono buoni margini di miglioramento in questa fase di run-up piuttosto che in quella di run-down che precede il setup;
- Fase finale del controllo qualità: per assicurarsi che i prodotti siano conformi allo standard è consigliato analizzare a campione alcuni prodotti finiti per assicurarsi di aver raggiunto lo standard qualitativo richiesto. In alternativa, se la linea o il macchinario sono dotate di alcune postazioni di controllo qualità conviene recarvisi per valutare la conformità di alcuni prodotti finiti presi a campione.

Nelle operazioni tradizionali di produzione, i cambi formato efficienti richiedono due caratteristiche:

- Esperienza e conoscenza approfondita dei macchinari, delle operazioni e dell'attrezzatura, oltre ad una conoscenza degli utensili, degli stampi e delle parti meccaniche;
- Abilità e nel montaggio e nella rimozione di organi meccanici e inserti oltre a accuratezza e precisione nelle operazioni di calibrazione delle macchine.

Da questo si evince che le operazioni di cambio formato – e in particolare quelle riguardanti il setup fisico - per essere efficienti richiedono operatori specializzati ma soprattutto formati. Nei casi in cui il macchinario sia critico per la linea (collo di bottiglia) o molto complesso, è necessario che ci sia un operaio molto esperto con conoscenze specializzate che sarà direttamente impegnato nella fase di attrezzaggio. Parallelamente, gli altri operatori meno formati sono tenuti ad eseguire altri compiti di assistenza o lavorare di lavoro su altri macchinari della linea. Le innumerevoli tecniche Lean, esposte nel precedente capitolo, mirano ad affievolire queste situazioni dove c'è un unico “uomo setup” affiancato a dei gregari, per favorire una completa formazione di tutti gli operatori e per fare in modo che compiti anche molto complessi possano essere svolti in modo agevole - senza commettere errori - anche da operai meno esperti.

2.4. Procedura generica di ottimizzazione SMED

Sulla base degli studi sull'opera di Shigeo Shingo (1983) *“A Revolution in Manufacturing: The SMED System”*, il team di ricerca e sviluppo The Productivity Press⁷² ha descritto la procedura di ottimizzazione SMED basata su quattro punti essenziali (rappresentati graficamente in figura 2.3):

1. Analisi delle operazioni e delle attività di cambio formato con relativa quantificazione dei tempi;
2. Distinzione fra attività esterne e attività interne;
3. Conversione di attività interne in attività esterne;
4. Semplificazione e standardizzazione delle attività interne ed esterne.

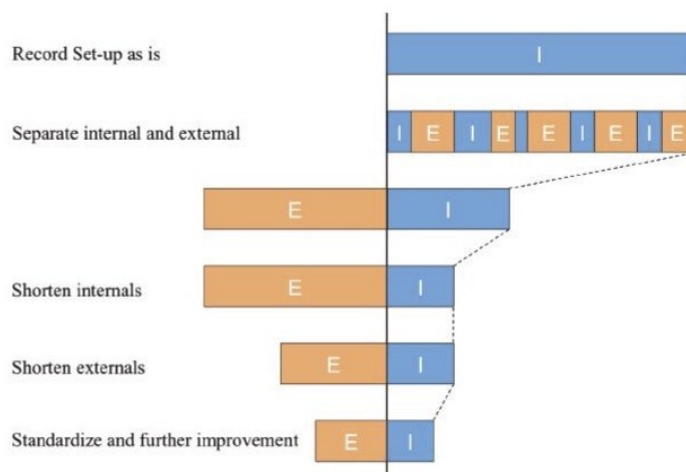


Fig. 2.3 – Step SMED per l'implementazione di un cambio formato rapido.

Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 51.

2.4.1. Step preliminare: analisi delle operazioni e delle attività di cambio formato con relativa quantificazione dei tempi

Allo stadio iniziale le condizioni di setup interno ed esterno non sono ancora distinte e la situazione è quella attuale (AS-IS). È necessario effettuare una prima analisi del cambio formato (chiamata anche setup analysis) direttamente sul campo. È possibile effettuare anche analisi ripetute, visionando più cambi formato che la linea o la singola macchina sono tenute a fare. Questa prima valutazione serve per sgrezzare il lavoro di ottimizzazione e per evidenziare i punti critici del cambio formato in modo da dare la precedenza a questi nella fase di implementazione SMED. In genere, per avere una visione complessiva si affronta la situazione a livello di linea di produzione focalizzandosi solo in seguito sulle operazioni di cambio formato di ogni macchina critica. Questo il principale motivo per cui è consigliato effettuare più analisi come team di lavoro: essendo una fase delicata del progetto, è importante che questa analisi preliminare venga condotta in simbiosi dagli ingegneri a capo del progetto e dagli operatori effettivamente impiegati nel

⁷² The Productivity Press è la principale fonte di informazioni autorevoli sullo sviluppo organizzativo che offre la più ampia selezione di pubblicazioni e di strumenti di apprendimento riguardo le metodologie Lean basate sul Toyota Production System. Fonte: <https://www.routledge.com/go/productivity-press>. In questo caso si è fatto riferimento alla pubblicazione “The Productivity Press Development Team, 2016, *Quick Changeover Operators: The SMED System*, Productivity Press, New York”.

cambio formato. In un mondo “pre-SMED”, infatti, il lavoro di ottimizzazione del cambio formato era lasciato alla sola esperienza degli operatori che lavoravano sul campo, senza un riferimento e un punto di vista esterno del processo.

L’approccio migliore per ottenere molte informazioni dai singoli cambi formato si articola seguendo tre punti: filmare le operazioni di cambio formato, mostrarle agli operatori - per discuterle insieme ed avere chiara la situazione - e infine studiare il tutto nel dettaglio insieme al team di lavoro annotando i tempi di ogni operazione.

Il primo step è quello di filmare l’intera operazione di cambio formato per analizzarla a parte successivamente. Si può utilizzare un semplice cellulare o una Action CAM posizionata a livello degli occhi o della testa dell’osservatore. I punti da filmare e su cui concentrare le riprese sono gli occhi, le mani, le gambe e in più in generale il posizionamento del corpo dell’operatore che sta eseguendo l’attrezzaggio. Questo fatto non è da trascurare perché spesso è possibile osservare un mal posizionamento del corpo per risalire ad un eventuale affaticamento dell’operatore. Nell’analisi a posteriori si valuterà poi come sistemarlo. Ovviamente è bene dotarsi di un dispositivo che registri la data e l’ora di ripresa con dettaglio del secondo in quanto molte micro-operazioni possono avere durata inferiore al minuto. In cambi formato che durano ore, queste non avranno un grande impatto ma se la procedura SMED è utilizzata per migliorare un attrezzaggio dell’ordine di 15-20 minuti ecco che diventa importante agire anche sulle micro-operazioni per abbassare i tempi entro la cifra del digit come insegnato da Shingo.

È molto importante rendere partecipi gli operatori che eseguono l’attrezzaggio. L’obbiettivo del secondo step è, infatti, quello di carpire tutte le informazioni registrate confrontandosi con chi ha effettivamente eseguito il cambio formato. Oltre al supporto digitale, può essere utile ricevere una testimonianza diretta degli operatori coinvolti in merito al processo che deve essere ottimizzato: in questo modo, chi si occupa di dirigere le operazioni SMED può assimilare delle opinioni personali che magari la videocamera non riesce a catturare. L’osservazione informale e la discussione con gli operatori è spesso sufficiente per capire le criticità del cambio formato e decidere il punto di partenza dell’ottimizzazione. Mostrare il video agli operatori coinvolti, inoltre, dà importanza al loro pensiero e farà sì che si sentiranno maggiormente coinvolti e con ruolo attivo nel processo di ottimizzazione.

Il terzo step serve per tirare le somme di quanto si è raccolto. Insieme al team SMED ci si riunisce per esaminare nel dettaglio le riprese effettuate. Si annota la sequenza di operazioni su un foglio Excel (o su un cartaceo come quello rappresentato in figura 2.4) evidenziando i tempi.

Rüstzeitenanalyse Schnellrüsten																	
Maschine / Datum / Name :																	
Beschreibung	i/e	Start	Ende	Dauer	Suchen	Transport	Befestigung lösen	Befestigung schliessen	Einsetzen von Gewinde	Einbau von Werkzeugen	Ausbau von Werkzeugen	Montage von Werkzeugen	Demontage von Werkzeugen	Laufen Handling	Laufen leer	Andere	
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusammenfassung		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%																	
1		0	0	0	0												
2		0	0	0	0												
3		0	0	0	0												
4		0	0	0	0												
5		0	0	0	0												
6		0	0	0	0												
7		0	0	0	0												
8		0	0	0	0												
9		0	0	0	0												
10		0	0	0	0												
11		0	0	0	0												

Fig. 2.4 – Esempio di analisi delle operazioni e delle attività di cambio formato con relativa quantificazione dei tempi. Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*. CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, n. 49

In questa fase preliminare non si sono ancora suddivise le attività in interne ed esterne, si ha solamente la cura di annotarle e commentarle brevemente a parte. L'obiettivo è quello di segnare tutte le operazioni e le movimentazioni degli operatori coinvolti in modo chiaro e definito. Ovviamente, per effettuare una buona analisi sarà necessario riguardare più volte i passaggi chiave del video e fermarsi spesso ad osservarli utilizzando un dispositivo come un computer che consenta di mettere in pausa i fotogrammi delle riprese.

Questo è un approccio molto semplice ed efficace per mettere le fondamenta al processo di ottimizzazione SMED perché consente di immedesimarsi nell'operatore per avere il suo punto di vista in modo diretto. Tuttavia, in ambito industriale non è l'unico approccio ad essere utilizzato.

Un secondo metodo, da svolgere in alternativa al primo, è quello di dotarsi individualmente di un cronometro e segnarsi le operazioni con i relativi tempi osservate di persona durante il cambio formato. Dapprima si segnano le operazioni principali e man mano che si vedono altri cambi si cerca di scendere sempre più nel particolare fino alle singole operazioni - anche banali - che devono essere svolte. L'efficacia del metodo è la stessa del metodo precedente, ma in questo caso i tempi di realizzazione dell'analisi sono più lunghi, soprattutto in fasi di raccoglimento e stesura dei dati che può essere portata avanti sia con foglio Excel che utilizzando un cartaceo.

Nel caso in cui il processo di cambio formato presenti un'elevata ripetibilità nel corso del tempo è possibile anche svolgere uno studio di campionamento del lavoro svolto dagli operatori sulla base di uno storico di dati che le industrie 4.0 sono in grado di fornire. Questo terzo approccio, tuttavia, è realizzabile con tanta più precisione quanto più le operazioni di cambio formato sono ripetibili (ipotesi molto difficile da realizzare nella realtà a causa di differenti condizioni, operatori diversi, imprevisti meccanici, ...). In aggiunta, con questo metodo non sarebbe nemmeno necessaria una fase di osservazione diretta del cambio formato, un prerequisito che Shingo considerava fondamentale per l'efficacia dei risultati dello SMED.

2.4.2. Step 1: distinzione tra attività esterne e attività interne

Il motivo principale per cui i cambi formato tradizionali impiegano così tanto tempo è perché il setup interno ed esterno si confondono tra loro. Quindi, il primo passo nell'implementazione SMED è quello che riguarda la distinzione delle attività esterne (che possono essere effettuate mentre la linea produce) da quelle interne (che possono essere effettuate solo a linea ferma). Questa classificazione delle attività, da sempre fulcro del pensiero di Shingo, consente di ottenere la maggior riduzione percentuale delle tempistiche dell'intero cambio formato se eseguita correttamente (si parla di un saving percentuale compreso tra il 30% e il 50% dell'intera ottimizzazione SMED).

È evidente che alcune operazioni possono essere sempre svolte quando la linea è in produzione. Si tratta di attività di preparazione dei materiali e degli utensili da utilizzare, di movimentazione dei pezzi macchina e degli aggregati dal magazzino o dalla zona a bordo della linea per portarli nei pressi delle macchine.

Sono considerate interne, invece, tutte le attività che vengono svolte durante il setup fisico della procedura di cambio formato. In particolare, la sostituzione di stampi, aggregati, pezzi macchina, ... Fanno parte di questa categoria anche i lavaggi e le sanificazioni dei macchinari oltre alle procedure di settaggio come il centraggio, il pre-riscaldamento, ... È su questa tipologia di attività che si dovrà concentrare al meglio l'analisi implementativa dello SMED, in quanto sono queste le operazioni che occupano il tempo attivo del setup e quindi del cambio formato. Un'eccezione viene fatta nelle industrie alimentari e farmaceutiche dove sono previste attività interne di sterilizzazione dei macchinari, i cui tempi non possono essere contratti per ragioni igienico-

sanitarie richieste in genere dal cliente (l'unica miglioria introducibile è l'utilizzo di sanificanti migliori).

Dopo aver classificate tutte le attività distinguendole in interne ed esterne, e dopo aver proposto delle idee di miglioramento da apportare per queste due categorie di operazioni, è possibile passare alla fase successiva di esternalizzazione delle attività interne.

2.4.3. Step 2: conversione di attività interne in attività esterne

In questa fase si riesamina nuovamente il cambio formato per valutare la possibilità di convertire le attività interne in attività esterne che si eseguono a macchina ancora in movimento. Gli step da seguire sono due.

Per prima cosa si esegue un rapido riesame dello step precedente per verificare che tutte le operazioni classificate come attività interne siano effettivamente appartenenti a questa categoria. In questo primo step si eseguono anche dei controlli di funzione del setup interno in modo da evidenziare le criticità di alcune operazioni interne che sicuramente avranno bisogno o di essere convertite in esterne o di essere snellite e standardizzate al passo successivo.

Una volta eseguito lo step di riesame, è necessario studiare dei metodi economicamente sostenibili per effettuare la conversione di alcune attività interne in attività esterne. Questa è una delle fasi più complessa del processo SMED che richiede molto tempo sia nel riesaminare le operazioni di cambio formato, sia nel pensare a dei miglioramenti fattibili. La complessità deriva dal fatto che è difficile adottare nuove prospettive e cercare di cambiare schema di visione del processo di cambio formato.

Un tipico esempio di esternalizzazione di un'attività interna è quella di dotare il macchinario di un secondo aggregato fisico. Poco prima di eseguire l'attrezzaggio sulla linea è possibile preparare nei pressi della linea l'aggregato con le parti richieste dal lotto successivo quando la linea è ancora in produzione. Al momento del setup basterà semplicemente estrarre l'aggregato del lotto precedente e inserire quello appena preparato a bordo linea. Questa conversione è molto efficace (tant'è che lo stesso Shingo la utilizzò in Mitsubishi dotando la pialla di una seconda slitta su cui effettuare il setup) ma anche economicamente dispendiosa in quanto comporta l'acquisto di un altro aggregato e dei relativi pezzi. Questo tipo di soluzione "su una maschera standardizzata"⁷³, quindi, potrebbe essere utile nel caso in cui la macchina sia il collo di bottiglia della linea o comporti un cambio formato molto pesante per gli operatori in termini di affaticamento.

2.4.4. Step 3: semplificazione e standardizzazione delle attività interne ed esterne

La fase finale del processo dello SMED riguarda il miglioramento delle rimanenti attività interne ed esterne, uno punto chiave nel caso in cui gli step precedenti non siano stati in grado di portare al risultato atteso. Le operazioni elementari del cambio formato vengono riesaminate nel dettaglio

⁷³ Mantenere qualcosa di uguale da un'operazione ad un'altra aiuta ad eliminare l'operazione interna, motivo per cui si ricorre alla standardizzazione delle componenti macchina che vengono dotate di inserti diversi a seconda del tipo di prodotto da produrre. Fonte: The Productivity Press Development Team, 2016, *Quick Changeover Operators: The SMED System*, Productivity Press, New York; p. 42.

una terza volta per cercare di trovare maggior semplicità nello svolgimento e maggior ripetitività in modo che anche operai poco esperti siano in grado di effettuarle.

La prima fase è quella di semplificazione delle operazioni che può portare ad una svolta radicale dell'intero cambio formato.

Le prime attività da snellire sono quelle interne in quanto rappresentano le operazioni che gravano maggiormente come importanza sul cambio formato. Non è detto che siano le operazioni più lunghe da eseguire, ma il fatto che siano condotte a macchina ferma implica che devono essere ottimizzate per prime. Infatti, snellire le operazioni esterne non sempre porta a risultati soddisfacenti in ottica di riduzione delle tempistiche globali. È possibile ridurre un'attività esterna anche del 100% senza giovare al cambio formato globale, in quanto stiamo trattando di operazioni che vengono svolte a macchina ancora in moto. È, quindi, necessario valutare molto attentamente quali operazioni esterne ha senso snellire, in quanto ogni modifica del sistema in atto comporta dei costi, più o meno onerosi. Sicuramente, snellire le operazioni esterne può essere positivo nei confronti degli operatori. Se un'operazione si ripete con costanza e grava sulle condizioni fisiche degli operatori ha quasi sempre senso valutare un suo snellimento per diminuire l'affaticamento delle risorse coinvolte. Indirettamente si portano delle migliorie sul setup interno perché si garantiscono operatori meno stanchi e più performanti nello svolgimento delle attività interne di setup delle macchine. Questa condizione di affaticamento dell'operatore ha senso valutarla anche durante la fase di produzione della macchina: se il team che deve eseguire il cambio formato è costretto a risolvere continui problemi legati alla produttività e all'efficienza dei macchinari in fase produttiva è logico che affronterà le operazioni di cambio formato in modo meno efficiente perché provato dalla stanchezza.

La seconda fase, invece, è la “standardizzazione”, ovvero la creazione di uno standard unificato in grado di rendere il procedimento di cambio formato efficace, semplice e ripetitivo per ogni tipo di operatore. Con questo termine, in genere, si fa riferimento alla standardizzazione di forma e di dimensione (function standardization). Si tratta di una tecnica con cui si cerca di ridurre la varietà promuovendo l'uniformità delle misure, con particolare riferimento agli utensili e alle attrezzature.

Per quanto riguarda la prima fase, ovvero la semplificazione delle attività interne, ci sono due strade percorribili allo scopo di abbattere i tempi di un cambio formato.

La prima strada - più dispendiosa – prevede di concentrare un maggior numero di operatori impiegati nel cambio formato per svolgere questa specifica operazione interna. Con questa opzione si possono ridurre di molto i tempi dell'operazione interna di una macchina collo di bottiglia, per esempio. Di fatto questa rappresenta una “velocizzazione” vera e propria del cambio formato: un operatore esegue il cambio fisico mentre il secondo gli passa gli stampi per esempio. Tuttavia, percorrendo questa strada si perdono una o più risorse umane sottraendole alla loro classica mansione che dovrebbero svolgere durante il cambio formato dell'intera linea. Impiegando un operatore su un cambio formato di una riempitrice (classico collo di bottiglia in una linea di imbottigliamento) si perde l'operatore demandato al cambio formato dell'etichettatrice, per esempio.

La seconda strada – più efficace – prevede di svolgere più operazioni in parallelo (parallelizzazione delle attività), laddove sia possibile. In ambiente industriale i macchinari di grandi dimensioni sono all'ordine del giorno, motivo per cui un attrezzaggio su di essi potrebbe coinvolgere più sezioni. A questo proposito è possibile trasformare un cambio da “un operatore”

a un cambio da “due o più operatori”. Anche in questo caso si utilizza un maggior numero di risorse, per esempio il primo si può occupare dell’attrezzaggio frontale del macchinario mentre il secondo può procedere alla sostituzione degli stampi posteriori oppure il primo si occupa dello smontaggio dei pezzi presenti in macchina mentre il secondo dispone e monta quelli del nuovo lotto da produrre. La differenza fondamentale rispetto alla prima strategia è in questo caso si svolgono due o più operazioni contemporaneamente, non si tratta di eseguire più rapidamente un’unica operazione come succedeva con l’approccio precedente. Qui la sottrazione delle risorse umane impiegate nell’operazione viene “mascherata” dal parallelismo dell’operazione stessa e il risultato è un abbattimento notevole delle tempistiche come evidenziato in figura 2.5.

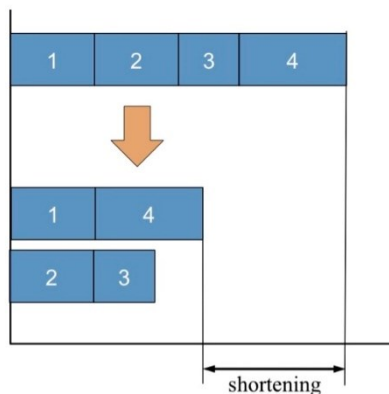


Fig. 2.5 – Esempio di parallelizzazione delle attività.

Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 117.

In alternativa, per evitare di impiegare più operatori per una singola macchina, è possibile valutare l’idea di implementare un sistema di automatizzazione per eseguire in autonomia le altre attività in parallelo o un fissaggio funzionale degli elementi con guide di scorrimento per facilitare le operazioni più delicate che richiedono precisione di accoppiamento.

Per quanto riguarda la semplificazione delle attività esterne (o quelle interne convertite in esterne al punto precedente) possiamo fare uso di alcuni strumenti di supporto per semplificare questa tipologia di operazioni riducendo di molto il tempo di cambio formato.

Questo step dello SMED richiede molta chiarezza organizzativa e ha un profondo legame con l’approccio 5S – trattato al capitolo successivo - che riguarda la pulizia e l’ordine della postazione di lavoro e dei materiali in essa contenuti. In questa fase si possono utilizzare delle check-list, creare degli strumenti di controllo o sviluppare dei metodi snelli per ridurre le distanze e i tempi di asservimento dei materiali alla linea.

In genere, la check-list - come esposto in dettaglio nel paragrafo 4.1.4 – risulta essere uno degli strumenti più utili in questa fase perché ha il potere di evidenziare in modo semplice e chiaro le operazioni preliminari da eseguire, sia a linea ferma (per il setup interno) che a linea in moto (per il setup esterno). È un metodo molto utile per avere un rapido riferimento sulle operazioni che devono essere svolte in un determinato ordine garantendone il corretto svolgimento proprio come vuole il principio Poka Yoke. Di fatto una check-list rappresenta una sintesi della procedura operativa SOP⁷⁴ da seguire e il suo utilizzo evita numerose micro-perdite di tempo in fase di cambio formato. Per stilare una buona check-list utile agli operatori è necessario che questa sia

⁷⁴ Con il termine Standard Operative Procedure (abbreviato SOP) si intende la procedura operativa che viene stilata quando si ottimizza un cambio formato in modo che le migliori risultino fissate e siano consultabili da tutti gli operatori che ne hanno bisogno. Fonte: “Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work”, J. R. Henry, CRC Press (2013), pp. 33-48.

chiara e intuitiva, in grado di evidenziare le operazioni chiave con specificità senza creare confusione per chi esegue il cambio formato. In caso contrario, la check-list rischia di non essere efficace in quanto può venire ignorata o non consultata.

Analogamente, è possibile utilizzare una tavola di controllo o un board check per valutare a colpo d'occhio la presenza/assenza di materiali, inserti, utensili da utilizzare nel cambio formato. Si tratta di tavole o tabelle rigide su cui sono disegnati con un marcatore le sagome dei pezzi o degli utensili necessari durante il cambio formato che devono essere predisposti sopra l'opportuna sagoma una volta terminata la loro funzione o il loro utilizzo. Così facendo, si ha uno strumento visivo molto efficace che consente all'operatore di accorgersi in anticipo se non è presente qualche pezzo necessario.

La sola limitazione all'utilità delle tavole di controllo è che non possono essere utilizzate per verificare le condizioni operative. Motivo per cui alle check-list e alle board check, si associano anche i cosiddetti "function check", cioè quegli strumenti di controllo cartacei che assicurano che tutti gli elementi, gli operatori e i materiali preparati in precedenza siano disposti correttamente e secondo la sequenza prevista dalla procedura operativa di cambio formato. Questi strumenti - che altro non sono che manuali, supporti cartacei o terminali presenti in linea - consentono di evitare di commettere errori nelle fasi critiche dell'intero cambio formato.

Trattando l'ottimizzazione trasporto degli stampi (si può fare uso del termine "part feeding"⁷⁵), si può dire che anche queste operazioni di miglioramento possono portare grossi vantaggi in termini di riduzione dei tempi di cambio formato. Nel caso di magazzini decentralizzati a bordo linea (BOL) i materiali sono stoccati nelle immediate vicinanze della linea quindi questi interventi contribuirebbero a limare di poco i tempi di queste attività esterne. Viceversa, nel caso di magazzino centralizzato ("warehouse with direct supply") può essere molto interessante sviluppare delle migliorie riguardanti l'alimentazione delle linee in quanto spesso questo grande magazzino accorpa molti materiali (se non tutti) che sono necessari a numerose delle linee dello stabilimento. È fondamentale garantire dei trasporti rapidi ed efficaci, tenendo in considerazione il fatto che essi devono essere movimentati sia prima, sia dopo del cambio formato, un motivo in più per considerare questo tipo di attività come esterna. Questo implica due conseguenze: in primis sarà necessario avere una certa metratura di spazio per il posizionamento dei materiali da sostituire in macchina e in secondo luogo questo spazio rimarrà occupato dai materiali per tutta la durata del cambio formato, condizione da tenere bene a mente prima di implementare soluzioni SMED con carrelli porta utensili o porta pezzi. Non è un fatto da trascurare perché spesso nelle immediate vicinanze del macchinario non c'è lo spazio necessario per depositare qualsiasi tipo di materiale o aggregato. Il trasporto verso il magazzino verrà poi effettuato una volta che la linea è ripartita a regime.

Per quanto riguarda la seconda fase, ovvero la standardizzazione, l'obiettivo è quello di ridurre la complessità del sistema produttivo semplificando il più possibile l'attrezzaggio delle macchine.

Un esempio di standardizzazione di dimensione e forma può essere dato dall'unificazione degli elementi di collegamento come viti, dadi e bulloni dei pezzi da sostituire. Agendo in questo modo,

⁷⁵ Con il termine "part feeding" si intende la più generica procedura di approvvigionamento dei materiali alle linee, in questo specifico caso, le parti che con cui si "alimentano" le linee sono quelli necessari per eseguire l'attrezzaggio dei macchinari. Fonte: Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., 2011, *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario con applicazioni numeriche e progettuali*, Esculapio, Bologna.

durante un cambio formato sarà possibile utilizzare un unico utensile per sostituire tutti i pezzi della macchina. Inoltre, visto che molti prodotti finiti differiscono tra loro per forma e dimensione (un esempio molto intuitivo sono i diversi formati delle bottiglie in un'azienda alimentare), sarà necessario eseguire sulle macchine molte regolazioni durante il cambio formato. In questi casi, si farà uso anche di righe millimetriche, strumenti fissi a tacche, fissaggi funzionali e strumenti di aggancio/sgancio rapido per effettuare regolazioni rapide e precise dei macchinari impiegati nel cambio formato.

In aggiunta, è possibile eseguire una standardizzazione anche delle attività – sia interne, che esterne – che prevedono la creazione delle cosiddette Standard Operative Procedures (SOPs)⁷⁶ accennate in precedenza. In questo caso, è importante creare delle operazioni chiare e ripetibili secondo un certo schema logico da seguire e da ripetere ogni volta. La standardizzazione riferita alle attività ha lo scopo di creare ripetitività delle operazioni da svolgere in modo non creino confusione o disorientamento anche agli operatori meno formati.

Oltre a queste due tipologie di standardizzazione, è possibile pensare di implementarne anche una terza. Lo scopo della standardizzazione nel suo significato più generico è quello di ridurre la varietà. È ragionevole pensare di adattare il design del prodotto alle possibilità che offre la produzione stessa⁷⁷. Questo significa che sin dalla fase di design e di progettazione del prodotto finito si può pensare di uniformare delle parti dei pezzi che lo compongono in modo da operare un minor numero di cambi formato sulle linee. Infatti, se più semilavorati o parti di essi sono coinvolti nell'assemblaggio di un maggior numero di prodotti finiti è possibile evitare di fermare la produzione di una linea eliminando il cambio formato stesso. Un esempio molto sentito al giorno d'oggi nelle industrie del settore automotive consiste proprio in questo genere di standardizzazione: modelli diversi di autovetture sono sviluppati a partire dallo stesso pianale, dalle stesse sospensioni e dalla stessa tipologia di motorizzazione. Al posto di produrre una varietà più elevata di questi semilavorati – che genererebbe un numero enorme di cambi formato nelle linee che li processano – è possibile produrre un lotto unico di componenti comuni in grado di essere utilizzate in più modelli di prodotto finito.

D'altronde, come riportato anche da Shingo (1983)⁷⁸, durante una visita a un impianto di produzione della Volkswagen egli ricorda di essere rimasto impressionato dall'utilizzo di molti elementi comuni nelle operazioni di cambio formato. Gli aggregati e le componenti dei macchinari rimanevano le stesse anche se cambiava il modello di prodotto finito da produrre. In questo modo, operando in qualsiasi tipo di condizione, non erano necessari dei cambiamenti radicali alla linea di produzione, una soluzione vincente nel caso del comparto automotive.

Nel complesso quindi, l'ingegnere che deve valutare quali operazioni semplificare e quali standardizzare deve tenere a mente che il modo più veloce di cambiare qualcosa è quello di non cambiare niente. Meno pezzi vengono sostituiti, minor tempo richiede il cambio formato: questa rappresenta la situazione ottimale di snellimento e standardizzazione di un cambio formato, dove

⁷⁶ Henry J. R., 2013, *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; pp. 33-48.

⁷⁷ Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; pp. 31-33.

⁷⁸ Shingo S., 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Cambridge, Connecticut.

è possibile produrre un maggior numero di prodotti senza cambiare fisicamente dei pezzi meccanici ma modificando esclusivamente pochi parametri o alcuni settaggi della macchina.

Una volta ultimata questa procedura di ottimizzazione, è consigliato eseguire un'analisi per verificare l'efficacia delle modifiche apportate e dei miglioramenti introdotti. Questa analisi si protrarrà nel tempo come vuole il miglioramento continuo alla base della Lean in modo da sostenere e migliorare ulteriormente le modifiche introdotte.

2.4.5. Tipiche problematiche che si possono incontrare eseguendo lo SMED

Quando si effettua una procedura di ottimizzazione SMED si incontrano spesso alcuni tipici problemi che in genere sono legati alle situazioni AS-IS dell'ambiente di lavoro e allo svolgimento "tradizionale" del cambio formato in sé:

- Problemi relativi al trasporto dei materiali: come anticipato al paragrafo precedente una delle attività esterne più problematiche quando si esegue un cambio formato consiste nel part feeding. È fondamentale garantire un ottimo flusso logistico tra la macchina e il magazzino affinché non si creino ritardi nell'arrivo dei pezzi, soprattutto se la macchina è ferma. Una possibile soluzione è quella di utilizzare dei carrelli di diverse dimensioni per contenere tutti i pezzi necessari per il cambio formato della macchina;
- Problemi legati alla mancanza di materiali utili al cambio formato: molto spesso non si trovano viti, bulloni o utensili di ogni tipo che generano perdite di piccola entità ma che sommate incrementano gli sprechi di tempo globali del cambio. A questo proposito - come fece Shingo nell'episodio di ottimizzazione delle tre presse della Toyo Kogyo - è opportuno dotare la linea di alcuni contenitori per gli oggetti essenziali nelle vicinanze dei macchinari in modo che siano a portata di mano per fronteggiare le situazioni di emergenza durante un cambio formato;
- Problemi relativi al malfunzionamento di uno strumento di misura o a una procedura di calibrazione delle macchine: anche in questo caso le micro-fermate nell'operazione di cambio formato possono crescere da qualche minuto fino ad ore se non si riesce a garantire una corretta calibrazione. In genere, i maggiori problemi riscontrabili sono imputabili ai software utilizzati quindi la soluzione consiste nel dotarsi di strumenti molto precisi e affidabili;
- Problemi legati alle difettosità dei pezzi della macchina: può capitare che ci sia una difettosità di un pezzo appena montato in macchina, o per caratteristiche intrinseche (rottura stessa del pezzo) o per montaggio sbagliato (magari per una sequenza sbagliata di montaggio). Questi sono i casi più gravi che si possono presentare perché viene perso del tempo per rimuovere la parte dalla macchina, valutare l'entità del danno ed eventualmente cercare di ripararla per poi reinserirla nella macchina. Inevitabilmente i tempi di setup crescono vertiginosamente nei casi più gravi, comportando il fermo non solo della singola macchina ma anche dell'intera linea. Per evitare l'insorgere di queste condizioni sfavorevoli è necessario effettuare molta manutenzione sulle macchine secondo l'approccio Lean della Total Productive Maintenance e fare affidamento alle check-list e alle function list;
- Problemi relativi alle riparazioni anticipate: può capitare di osservare delle non conformità nei prodotti finiti in fase di produzione. In questi casi è necessario fermare la macchina e rimuovere gli stampi o i pezzi che generano il difetto effettuando una riparazione anticipata per evitarne la rottura. Eventualmente è possibile sostituirli nel caso in cui si abbiano a magazzino dei pezzi di ricambio o nel peggiore dei casi è necessario portarli in officina per la riparazione. Questo non incide direttamente nel tempo di cambio formato ma comporta l'interruzione di produzione della linea. In aggiunta, è possibile che la rottura del pezzo non sia accidentale ma che possa essere causata da un errato montaggio di altri pezzi durante il cambio formato precedente o da un errato settaggio software dei parametri di lavoro della

macchina. Anche questo tipo di problema è risolvibile con un buon piano di manutenzione TPM e con delle tecniche Poka Yoke per eliminare gli errori in fase di smontaggio/montaggio degli inserti macchina o dei settaggi delle stesse.

2.5. SMED: una risorsa nascosta nell'impostazione di una produzione a lotti

Uno degli obiettivi fondamentali della Lean Production è quello di rendere economicamente sostenibile la produzione con lotti più piccoli (batch). La produzione a lotti è importante in ottica SMED perché consente di diluire il tempo perso per l'attrezzaggio delle macchine su un maggior numero di prodotti. Il fenomeno della globalizzazione⁷⁹, infatti, ha costretto le aziende a dover fronteggiare un mercato sempre più imprevedibile e che richiede una gamma di prodotti sempre più ampia. All'interno degli stabilimenti, i sistemi MPCS⁸⁰ continuano a rielaborare giornalmente innumerevoli modifiche per soddisfare la variabilità della domanda: come conseguenza i cambi formato subiscono un incremento esponenziale, di pari passo con i tempi di fermo impianto per setup. In poche parole un enorme spreco di produttività per le macchine e per le linee di produzione. Visto che gli impianti sono costretti a dover effettuare molti cambi formato sulle linee di produzione si ricorre alle pratiche SMED per ridurre i tempi di cambio formato con l'obiettivo di risolverli entro la singola cifra ("Single Minute").

L'obiettivo da perseguire per le aziende sarebbe quello di puntare a migliorare la flessibilità degli impianti di produzione e, allo stesso tempo, a ridurre gli stock di prodotto finito per evitare uno degli sprechi più difficili da combattere: l'eccesso di produzione.

In realtà, spesso le aziende per minimizzare i costi derivanti dai cambi formato decidono di percorrere esattamente la strada opposta, ovvero quella della produzione su grandi lotti.

L'idea di base è quella di "spalmare" gli enormi costi di setup su un maggior numero di prodotti da vendere al mercato. L'effetto del tempo di cambio formato è debole perché viene diviso per il tempo totale di produzione dell'intero lotto che risulta essere di grandi dimensioni. Infatti, per ordini diversificati e per bassi volumi di prodotto finito, l'impatto del tempo di cambio formato è molto più importante e grava economicamente sull'intero processo produttivo.

Di fatto, la produzione in grandi lotti può essere vista come l'accorpamento di ordini ripetuti di piccoli volumi, quindi, nel momento in cui la domanda assume la forma di piccoli lotti di prodotti diversi, le dimensioni di ciascun lotto possono essere aumentate combinando più ordini e producendo in anticipo sulla domanda per spalmare i costi di setup sul maggior numero di prodotti

⁷⁹ Qui si fa riferimento al fenomeno storico di diffusione degli scambi economico-commerciali su scala mondiale che si è sviluppato tra il XX e il XXI secolo alla cui base si sono sviluppate delle interdipendenze tra più paesi.

⁸⁰ MPCS (Manufacturing Planning and Control System, italianizzato "architettura del sistema di pianificazione e di controllo della produzione") è un sistema di pianificazione, programmazione ed esecuzione e controllo della produzione che interessa tre orizzonti temporali - il lungo (anno), il medio (mese) e il breve (giorno) termine - nei riguardi della previsione delle vendite e della gestione degli ordini dei clienti. Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; pp. 170,171.

finiti. Seguendo questa linea guida il rapporto tra il tempo di cambio formato e il numero di operazioni cala inevitabilmente tamponando l'inefficienza del cambio formato ma, allo stesso tempo, innesca il fenomeno della produzione anticipata che porta a sviluppare in catena alcuni dei sette sprechi esposti al capitolo precedente, tra cui il più grave, l'eccesso di produzione. Infatti, il problema principale di questa strategia, in netto contrasto con i paradigmi Lean, è quella di generare molta giacenza riempiendo i magazzini e incrementando il tempo di attraversamento dei prodotti finiti all'interno dell'azienda.

Creare giacenza può essere un fattore positivo prettamente per la sua funzione cuscinetto. In caso di rottura di un macchinario o di difetti nella produzione, è possibile attingere al magazzino delle scorte per attenuare queste problematiche o per colmare eventuali ordini dell'ultimo momento. Tuttavia, adottando un approccio di tipo Lean e seguendo i principi relativi alla Total Productive Maintenance e al Total Quality Management, queste due situazioni non dovrebbero presentarsi. Motivo per cui le caratteristiche positive della giacenza verrebbero annullate. Questo porta a pensare che la strada dei "grandi lotti" non sia la migliore da seguire oltre ad essere in netto contrasto con i principi del pensiero snello.

Infatti, un approccio basato su grandi lotti porta inevitabilmente ad alcuni svantaggi⁸¹:

- Giacenza eccessiva: accumulare stock di prodotto finito a magazzino è molto dispendioso in quanto questi prodotti nella peggiore delle ipotesi rimarranno per molto tempo fermi come materiale invenduto che alla fine dovrà essere smaltiti. Inoltre, l'immagazzinamento necessita di strutture adeguate allo stoccaggio (come scaffalature, pedane, intelaiature, ...) oltre che di illuminazione, climatizzazione o riscaldamento degli ambienti: l'insieme di queste controindicazioni contribuisce all'aumento dei costi per l'azienda;
- Carenze qualitative: nel migliore dei casi i prodotti accumulati a magazzino come scorte verranno venduti in un secondo momento se ci sarà richiesta. In più, oltre a rappresentare delle risorse aziendali bloccate e non sfruttate, questi prodotti necessiteranno probabilmente di alcune rilavorazioni prima di essere immessi sul mercato con un conseguente aggravio economico per l'azienda. Oltre ad impiegare delle risorse in fase di handling⁸², tenere la merce a magazzino, inoltre, aumenta la probabilità di danneggiamento o di deperimento del materiale stesso⁸³;
- Ritardi nelle consegne: per far pervenire al cliente un singolo pezzo di un lotto molto grande è necessario che tutti i pezzi del lotto vengano prodotti. Di conseguenza il primo cliente che effettua l'ordine ha un vincolo temporale che lo costringe ad aspettare molto più tempo del normale per il suo prodotto finito, dato che esso risulta inserito all'interno di un lotto di grandi dimensioni con ordini di altri clienti successivi al suo. Viceversa, un approccio con lotti di minori dimensioni comporta dei tempi di realizzazione – e quindi di consegna – del prodotto finito minori. Il processo ideale sarebbe quello che segue la politica Just in Time: in questo modo si produce solo quello che viene richiesto a valle, contraendo il Lead Time.

⁸¹ The Productivity Press Development Team, 2013, *SMED. La chiave della flessibilità*, Guerrini e Associati, Milano.

⁸² Con il termine "handling" ci si riferisce a tutte le operazioni relative alle movimentazioni manuali o automatizzate dei materiali all'interno della fabbrica. In questo caso si fa riferimento ai materiali posti a magazzino.

⁸³ In questo passaggio si fa riferimento al tasso di giacenza "i" esposto nel dettaglio al paragrafo successivo.

In figura 2.6 è rappresentata schematicamente la produzione su grandi lotti (a sinistra) e quella su piccoli lotti (a destra). Come anticipato all’inizio del paragrafo, la Lean Production e lo SMED sostengono la produzione su piccoli lotti.

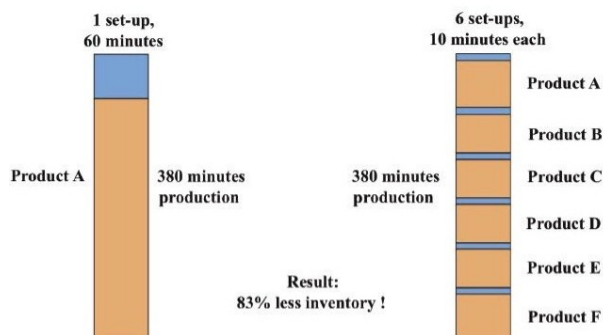


Fig. 2.6 – Produzione su grandi e piccoli lotti a confronto in ottica Lean.

Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 11.

Dall’immagine si intuisce il risparmio di giacenza (fino all’83%) che l’azienda è in grado di conseguire perché il piano di produzione aderisce alla realtà delle vendite⁸⁴.

Il tempo guadagnato con lo SMED mediante l’introduzione di cambi formato più rapidi consente di sfruttarlo per riorganizzare la produzione su lotti di minori dimensioni. Sviluppando di continuo questo schema, inoltre, la flessibilità delle linee aumenta e si concretizza l’obiettivo di risposta più tempestiva alle variazioni della domanda di mercato.

Il lotto di piccole dimensioni diventa economicamente sostenibile quando il trade-off tra costi di giacenza e costi di cambio formato viene minimizzato. È per questo motivo che nasce il concetto di lotto economico, che riassume quella teoria legata alla gestione degli ordini del fornitore o della giacenza a magazzino prima di essere venduta al cliente seguendo la strada di una minimizzazione analitica del problema.

2.5.1. Lo SMED e il legame con il lotto economico di produzione (EQM)

Esistono due tipologie di lotto economico, a seconda che si consideri il dimensionamento degli ordini di acquisto di materiale nei confronti di un fornitore (lotto economico di acquisto, EOQ) e quello degli ordini di produzione interni relativi alle linee produttive della fabbrica (lotto economico di produzione, EMQ).

Trattando il tema dei cambi formato, ci si riferirà alla seconda tipologia di lotto economico, quella relativa alla produzione interna di un’azienda, ma per il lotto di acquisto valgono delle considerazioni analoghe.

È necessario definire alcune ipotesi preliminari che circoscrivono la validità del modello:

⁸⁴ Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 11

- La domanda (D) è nota e viene assunta costante nel tempo, senza variazioni dinamiche del mercato e senza stagionalità del prodotto, di modo che la domanda dello storico coincida con quella futura;
- Il costo di attrezzaggio delle macchine (C_{setup}) è noto ed è indipendente dal numero di ore su base annua, quindi rappresenta una costante fissa;
- Il costo unitario di produzione di un singolo prodotto (c) è fissato e non varia nel tempo e nelle quantità senza la possibilità di prevedere sconti nei confronti del cliente che acquista il lotto;
- Il tasso del costo di mantenimento a magazzino (o tasso di giacenza “ i ”) è ipotizzato costante ed è calcolato in percentuale rispetto al costo unitario. Ha un valore numerico che varia dal 20% al 25% e indica quanto costa tenere a magazzino 1 euro di prodotto in giacenza per ogni anno (ma si può indicare anche per ogni mese con la formulazione $i/12$, o per ogni settimana con la formulazione $i/52$). All’interno di questo valore sono compresi i costi di opportunità mancata (cioè il guadagno perso per staticità del denaro), costi di gestione (ammortamenti, illuminazione, riscaldamento/raffreddamento, ...), costi di obsolescenza economica (per ammodernamento della linea di prodotti) e di obsolescenza tecnica (per introduzione di nuove norme) e infine costi legati a furto o danneggiamento della merce a magazzino;
- Non sono previsti vincoli di nessun genere a magazzino;
- Il lotto dovrebbe consegnarsi in un'unica volta, senza la possibilità di avere rotture di stock⁸⁵. In realtà, questa condizione vale più per il lotto economico di acquisto, in quanto in quello economico di produzione la consegna è graduale e varia a seconda del ritmo di produzione delle linee. Ciò significa che le unità prodotte per soddisfare la domanda interna (d) vengono consegnate in maniera progressiva man mano che vengono realizzate dalla linea con la relativa capacità produttiva (p). Il termine $\frac{d}{p}$ rappresenta, quindi, il rapporto tra la capacità produttiva per unità di tempo e la domanda unitaria per unità di tempo e graficamente identifica la pendenza della retta obliqua di figura 2.7. Il diagramma a dente di sega, inclinato di $\frac{d}{p}$ nel tratto obliquo suggerisce che con il lotto economico di produzione viene messa a giacenza non tutta la produzione del lotto (L) ma una parte (L'), perché durante il tempo τ alcuni pezzi prodotti possono venire già utilizzati nello step successivo del processo di trasformazione del prodotto finito.

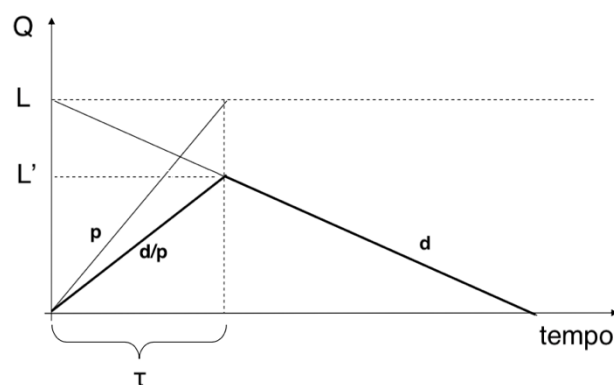


Fig. 2.7 – Andamento grafico del lotto economico di produzione.

Fonte: Schiraldi M. M., dispense del corso di *Logistica Industriale*, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, Roma, A. A. 2006/2007.

⁸⁵ Con il termine “rottura di stock” (o “out-of-stock”) si intende l’esaurimento a magazzino di un determinato articolo conseguenza di un’errata gestione della politica delle scorte.

Sulla base di queste ipotesi molto restrittive si può utilizzare la formula 2.4.1 del lotto economico di produzione per calcolare la quantità ideale del lotto L_{EMQ} :

$$L_{EMQ} = \sqrt{\frac{2 \cdot C_{setup} \cdot D}{i \cdot P \cdot \left(1 - \frac{d}{p}\right)}} \quad 2.4.1$$

La formula 2.4.1 è ottenuta come minimizzazione dei costi totali di produzione (C_{tot}) secondo la 2.4.2:

$$C_{tot} = C_{giacenza} + C_{setup} + C_{produzione} = i \cdot P \cdot \frac{L'}{2} + c_{setup} \cdot \frac{D}{L} + D \cdot P \quad \text{con} \quad L' = L \cdot \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad 2.4.2$$

In particolare, l'espressione 2.4.1 si ricava calcolando la derivata prima della formula 2.4.2 rispetto alla quantità del lotto (L) e la si pone uguale a zero. Da questa, si esplicita la quantità "L" del lotto economico, da cui l'espressione di L_{EMQ} ricavata alla 2.4.1.

Questa trattazione differisce da quella del lotto economico di acquisto in quanto stiamo analizzando una situazione di produzione interna all'azienda. Nella formulazione del lotto economico di acquisto non ci saranno costi di setup ma costi di emissione dell'ordine (da ipotizzare fissi). Per quanto riguarda i costi di giacenza, in questo caso, è necessario tenere a mente che il lotto da produrre impiega un certo tempo (τ), che non è istantaneo; nella trattazione del lotto di acquisto, invece, la quantità del lotto si consegna istantaneamente (quindi non saranno presenti i termini $\frac{d}{p}$ e τ).

In figura 2.8, è rappresentato il diagramma del lotto economico di acquisto così da poter effettuare il confronto con quello di produzione. Non essendoci il termine $\frac{d}{p}$ il grafico avrà un andamento a dente di sega semplice senza pendenza dove al posto del tratto obliquo ci sarà un tratto verticale fino a L (e non L' come per il lotto economico di produzione).

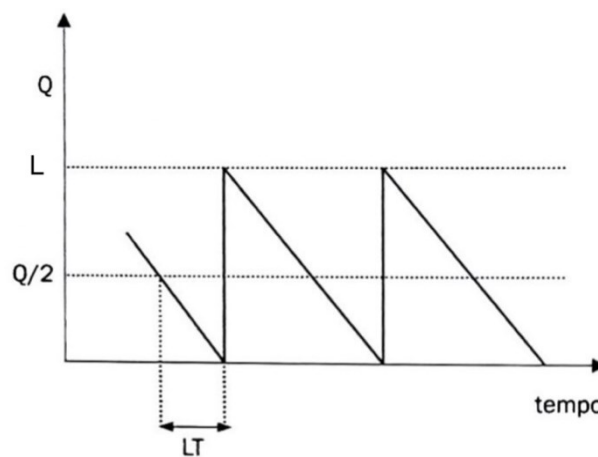


Fig. 2.8 – Andamento grafico del lotto economico di acquisto.

Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Iseidi, Milano; p. 104.

Nel caso in cui il termine $\frac{d}{p}$ del lotto economico di produzione cali tendendo a zero - caso in cui la produzione è molto maggiore della domanda - il tratto obliquo del dente di sega sarà ripidissimo quasi da potersi considerare verticale, proprio come nel lotto di acquisto. In questi casi dove la produzione tende a una produzione continua si può utilizzare L al posto di L'.

La formula di minimizzazione dei costi 2.4.2, contiene al suo interno un trade-off tra costi di setup e costi di mantenimento della scorta a magazzino. Graficamente, per il lotto economico di produzione, si ottiene il diagramma rappresentato in figura 2.9.

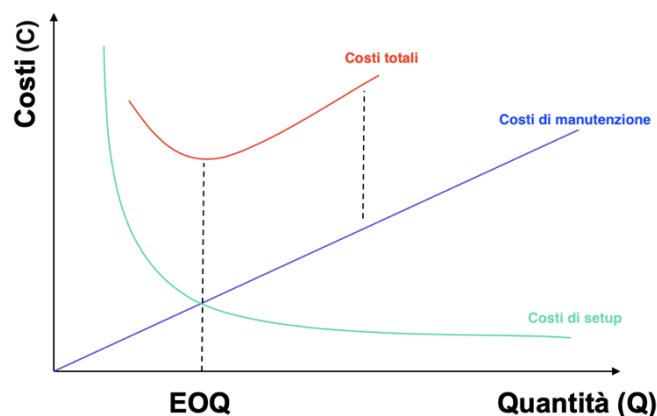


Fig. 2.9 – Minimizzazione dei costi totali secondo la teoria del lotto economico di produzione.
Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 104.

La funzione derivata prima che minimizza il lotto economico ha un minimo assoluto che corrisponde alla quantità ideale di lotto economicamente sostenibile in base alle ipotesi fissate. Il ragionamento è analogo per il lotto economico di acquisto dove graficamente compaiono i costi di emissione dell'ordine al posto dei costi di setup evidenziati in verde.

Da un lato l'EMQ, permette di stimare la dimensione del lotto che minimizza i costi totali (costi di cambio formato e costi di gestione delle scorte; dall'altro lato, lo SMED permette, riducendo i costi associati al setup, di ridurre l'EMQ, rendendo economicamente sostenibili lotti più piccoli.

Questo modello, tuttavia, presenta delle evidenti limitazioni date principalmente dalle forti ipotesi restrittive descritte in partenza. Nonostante questa poca aderenza con le caratteristiche reali, questa formulazione è ampiamente utilizzata in quanto la determinazione del risultato finale del lotto economico non comporta grossi errori a partire da una stima errata di previsione della domanda e della dimensione del lotto⁸⁶ (entro certi limiti ovviamente).

Infatti, come si vede in figura 2.10, in prossimità del punto di minimo la funzione di costo totale trovata risulta molto "piatta" (cioè poco ripida) e quindi poco sensibile a delle variazioni anche significative dei parametri di ingresso, soprattutto se ci si trova nella parte destra del valore minimo che consiste nella sovrastima della domanda. In generale risulta conveniente sovrastimare il lotto economico proprio per compensare meglio queste stime sbagliate in partenza.

⁸⁶ De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 105,106.

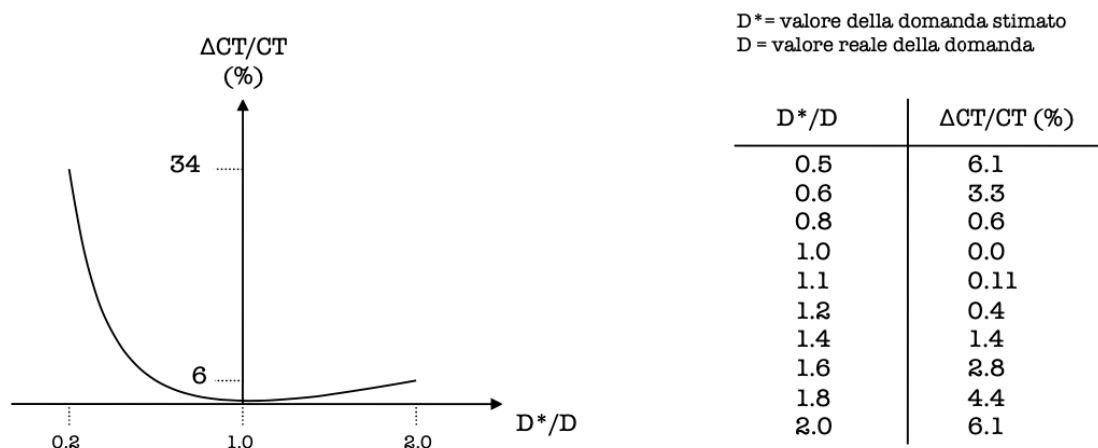


Fig. 2.10 – Variazione percentuale dei costi totali sulla base di stime errate (in eccesso) della valutazione della domanda.

Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 105.

Le principali limitazioni di questo metodo sono tutte relative alle condizioni non ideali poste nelle ipotesi di partenza. Infatti, anche solo rimuovendo l'ipotesi di indipendenza del costo unitario (c) dalla domanda richiesta (D) si apre il mondo delle scontistiche sul lotto di acquisto (o di produzione a seconda che si veda dal punto di vista del fornitore o del cliente-produttore). Questo genera delle discontinuità grafiche nel diagramma di minimizzazione del lotto economico tali per cui diventa necessario utilizzare modelli di calcolo più complessi.

2.5.2. Modello Occidentale Vs. modello Giapponese per l'applicazione SMED nell'ottica di lotti di dimensione ridotta

Esistono due approcci⁸⁷ per effettuare la riduzione dei tempi e dei costi di cambio formato nell'ottica di lotti di dimensione ridotta: il modello occidentale ampiamente utilizzato in Europa e il modello giapponese di derivazione Toyota. L'obiettivo da perseguire è lo stesso, ma il procedimento attraverso il quale lo si raggiunge è affrontato in modo diverso e di conseguenza comporta anche delle differenze nei risultati. In questo caso la differenza viene dalla modalità con cui si sviluppa l'approccio sui lotti di dimensione ridotta.

La scuola occidentale per implementare il modello di lotti di dimensione ridotta insegna a calcolare il lotto economico di produzione così come è stato presentato al paragrafo precedente, focalizzando l'attenzione sul quantitativo economico e non sull'ottimizzazione del cambio formato in sé, come richiederebbe lo SMED. La formula risulta di facile applicazione ma presenta ipotesi molto restrittive e non risulta facile calcolare i termini che in essa compaiono, a meno che non vengano forniti. Il processo nel complesso risulta più rigido perché si tenta di ridurre tempi e costi di cambio formato guardando più al quantitativo ottimale di produzione. Implicitamente il concetto di lotto economico nasconde un enorme punto debole: l'assunzione non formulata che

⁸⁷ Fonte: Aretèna Six-Sigma, <https://www.aretena.it/single-post/tempi-di-set-up-e-smed-approccio-tradizionale-vs-approccio-giapponese>

una drastica riduzione dei tempi di setup non sia possibile, o meglio non costituisca il fulcro del processo di ottimizzazione dei tempi e dei costi di setup.

Se un tempo di cambio formato fosse abbondantemente riducibile – e ciò è possibile adottando i principi SMED – allora la percentuale di tempo di cambio formato rispetto a quello della produzione del lotto calerebbe con la possibilità di ridurre al contempo il lotto economico. Ridurre in primo luogo i costi del cambio formato stesso e, solo a questo punto, ridurre l'espressione dei costi totali di produzione è la soluzione più corretta nell'ipotesi di implementazione SMED in questo processo di trade-off tra costi di setup e di mantenimento.

Come si nota dalla figura 2.11, abbassando la pendenza della curva relativa ai costi di setup si abbassa ulteriormente il punto di incontro con la retta delle giacenze a magazzino perché la curva si schiaccia a sinistra verso l'origine. In questo modo si ottiene un punto di minimo sempre minore che consente di lavorare in modo sostenibile con lotti economici di produzione sempre minori.

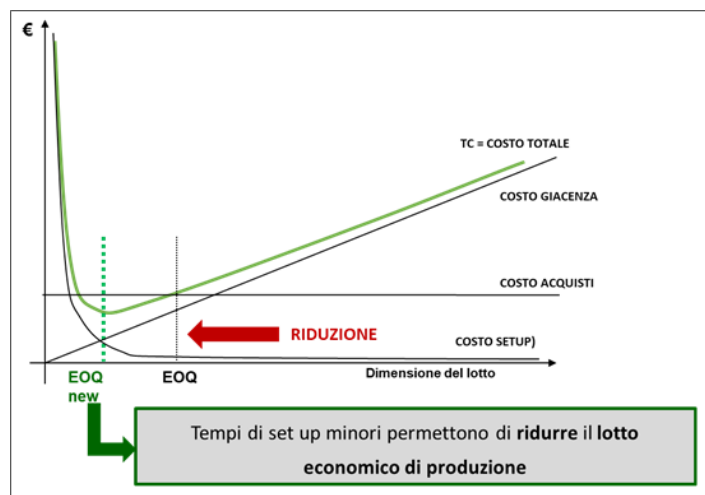


Fig. 2.11 – Rappresentazione del modello Giapponese per l'applicazione dello SMED nell'ottica di lotti di dimensione ridotta.

Fonte: Aretèna Six-Sigma, <https://www.aretena.it/single-post/tempi-di-set-up-e-smed-approccio-tradizionale-vs-approccio-giapponese>

Questa è la mentalità dell'approccio giapponese di derivazione Toyota che Shigeo Shingo applicava a suo tempo per ridurre gli sprechi e introdurre miglioramenti negli impianti da ottimizzare.

L'approccio giapponese non perde tempo a calcolare un lotto minimo che è economicamente sostenibile in chiare condizioni di non efficienza. Sarebbe come voler ottimizzare un processo che già in partenza presenta delle inefficienze risolvibili a livello di cambio formato mediante l'implementazione SMED. Focalizzandosi continuamente sulla riduzione dei tempi di cambio formato, Shingo affrontava il problema alla radice: garantiva flessibilità agli impianti e generava una ripetibilità del processo produttivo, minimizzando gli scarti, abbattendo i tempi di attraversamento e i lead time dei prodotti, senza doversi preoccupare di trovare un quantitativo minimo di lotto economico sostenibile. Di fatto questa quantità era una diretta conseguenza del processo di ottimizzazione SMED.

2.6. Benefici dello SMED

In generale, il vantaggio principale dello SMED riguarda la contrazione dei tempi di cambio formato (in particolare quelli di attrezzaggio dei macchinari) alleggerendo al contempo il carico di lavoro degli operatori coinvolti nel processo.

Oltre a questa diretta conseguenza, esistono molti altri effetti benefici che derivano dall'adozione dell'approccio SMED nell'ottica di una politica Lean sviluppata su lotti di dimensioni ridotte⁸⁸:

1. Incremento della flessibilità e delle linee di produzione;
2. Miglioramento dell'agilità del sistema produttivo;
3. Aumento della produttività dei macchinari e della qualità dei prodotti finiti;
4. Semplificazione del processo produttivo e miglioramento della sicurezza per gli operatori;
5. Eliminazione dei punti deboli concettuali.

2.6.1. Incremento della flessibilità dei macchinari e delle linee di produzione

Un obiettivo delicato nell'approccio SMED è quello di rendere economicamente sostenibile la produzione con lotti più piccoli. Questa politica di gestione della produzione congiunta allo SMED, porta a un miglioramento della flessibilità⁸⁹ dei macchinari e, in genere, anche delle linee di produzione.

L'adozione dello SMED rende possibile eseguire diversi cambi formato giornalieri sulla base di uno "schema di produzione suddiviso", in cui gli stessi prodotti vengono processati ogni giorno in piccole quantità. Facilitando il changeover dei prodotti, i lead time di produzione vengono drasticamente ridotti e si incrementa la flessibilità dell'intero sistema produttivo, rispondendo rapidamente alle variazioni della domanda. È vero che ogni produttore preferirebbe ricevere proposte di ordine con lotti importanti in quanto il guadagno è maggiore e si velocizza il processo di ammortamento dei macchinari e delle strutture, abbassando quindi i costi di gestione. Tuttavia, si sono viste in precedenza al paragrafo 2.5 tutte le fragilità della politica basata su lotti di grandi dimensioni. Invece, quando la produzione è collegata direttamente alla domanda attuale diventa possibile utilizzare una produzione di piccoli lotti per produrre il minimo necessario, tagliare i lead time al minimo, e rispondere immediatamente ai cambiamenti della domanda. La miglior strategia, quindi, è quella di produrre solo ciò che può essere venduto seguendo la politica del Just in Time.

2.6.2. Miglioramento dell'agilità del sistema produttivo

È già stato anticipato che l'abbattimento dei tempi di produzione e di consegna dei materiali risulta essere il vero e proprio beneficio dello SMED. La contrazione dei Lead Time produttivi

⁸⁸ The Productivity Press Development Team, 2016, *Quick Changeover for Operators: THE SMED SYSTEM*, Productivity Press, New York, pp.15-17 (basato su "A Revolution in Manufacturing: The SMED System" di S. Shingo).

⁸⁹ Con il termine "flessibilità" si indica la capacità di adeguarsi ai cambiamenti di volumi e di mix produttivi.

ottenuti porta ad un miglioramento dell'agilità⁹⁰ del sistema produttivo nei confronti della variabilità del mercato. A livello operativo, lavorare in ottica di miglioramento del cambio formato con lotti di dimensioni ridotte porta con sé alcune agevolazioni:

- Possibilità di produrre gli articoli in seguito all'arrivo degli ordini (e non prima, questo in totale coerenza con l'approccio Lean di tipo "pull");
- Possibilità di produrre eventualmente anche prima della conferma degli ordini, sulla base di informazioni attendibili sugli ordini che incombono;
- Possibilità di soddisfare gli ordini dell'ultimo momento che possono essere evasi senza dover ricorrere alla giacenza extra di prodotto finito (che la Lean condanna);
- Possibilità di eliminare le attese per i lotti, in quanto la maggior parte del tempo viene sprecato quando i materiali devono aspettare affinché la lavorazione di un intero lotto sia completata;
- Possibilità di rispettare le date di consegna, perché lo SMED consente di ridurre non solo la quantità di prodotti finiti immagazzinati ma anche i tempi di produzione, contraendo anche quelli di consegna.

2.6.3. Miglioramento della produttività dei macchinari e della qualità dei prodotti finiti

Un effetto ben visibile in seguito all'attività di ottimizzazione SMED è l'aumento della produttività⁹¹ dei macchinari e in genere anche delle linee di produzione. Se i tempi di cambio formato vengono ridotti drasticamente, allora le percentuali lavorative delle macchine e la produttività subiranno un incremento nonostante un aumento delle operazioni (seppur semplici) di cambio formato.

Conseguenza immediata è la riduzione dei costi legati al fermo impianto. Nel momento in cui una linea di produzione è ferma, l'azienda perde potenzialmente tutta la produttività che i macchinari potrebbero avere se fossero in movimento. Questo è il motivo principale per cui si cerca di far rimanere meno ferma possibile la linea durante la fase di cambio formato e da qui appunto l'esigenza di ricorrere alla metodologia SMED. Inoltre, se l'ammontare totale del tempo di cambio formato viene ridotto, si osserva una diminuzione delle ore di manodopera - e quindi anche del costo legato alla manodopera - oltre agli straordinari che l'azienda deve sostenere e pagare ai suoi dipendenti.

Un ulteriore effetto che deriva anche dall'utilizzo di una politica di produzione a lotti piccoli è la possibilità di creare un sistema di produzione senza giacenze in stile Lean. Nel momento in cui una linea ha maggior flessibilità e produttività è possibile rispondere al mercato in modo più reattivo adottando una politica Just in Time con lotti di piccole dimensioni. L'effetto immediato è la riduzione dello stock e il minor utilizzo del magazzino per le scorte di materiale. Nel momento in cui viene ridotto l'utilizzo di un magazzino si avrà un uso più efficiente dello spazio del magazzino e una diminuzione delle operazioni di movimentazione tra il magazzino e la linea, il

⁹⁰ Con il termine "agilità" si indica la capacità di adeguarsi ai cambiamenti della domanda come risposta al mercato.

⁹¹ Con il termine "produttività" si indica la capacità produttiva intesa come efficienza, ovvero il rapporto tra output e input processato, tanto migliore quando questo risulta prossimo all'unità (o al 100% se in percentuale).

tutto in pieno accordo con le linee guida del Lean Management. Inevitabilmente si osserverà un aumento del numero delle operazioni di cambio formato da eseguire sulle macchine. Tuttavia, se l'approccio SMED è stato svolto in modo corretto queste operazioni risulteranno semplici e standardizzate.

Con l'adozione dell'approccio SMED e del Poka Yoke, inoltre, si riducono le probabilità di commettere errori in fase di cambio formato, sia a livello di sostituzione di pezzi meccanici, sia a livello di calibrazione e settaggi dei macchinari. In questo modo si risparmia molto tempo nella ripartenza della linea abbassando l'incidenza di prodotti difettosi. Di conseguenza, migliora anche la qualità dei prodotti finiti visto che le condizioni operative vengono regolate e strutturate in anticipo con un certo ordine e sequenziamento.

2.6.4. Semplificazione del processo produttivo e miglioramento della sicurezza per gli operatori

Lo SMED consente di creare un'organizzazione semplificata del cambio formato: standardizzare le misure e le attività di cambio formato riduce il numero di utensili richiesti, e consente una miglior organizzazione, più funzionale degli strumenti necessari durante il cambio formato. Uniformando gli elementi di collegamento come dadi, bulloni, viti, ... sui pezzi macchina da sostituire sarà possibile utilizzare pochi strumenti (se non un unico utensile) per eseguire le operazioni riguardanti l'intero cambio formato.

Parallelamente, le operazioni semplici richiedono un livello più basso di abilità: avendo snellito e standardizzato il processo di cambio formato, ne consegue che le operazioni di attrezzaggio sono eseguibili anche da personale poco esperto. Cambi formato che tradizionalmente potevano venire eseguiti solo da uno specialista, ora possono essere portati a termine anche da un operatore meno formato. Così facendo è possibile impiegare la risorsa più esperta su altre criticità della linea. Questo porta inevitabilmente a una seconda conseguenza: la possibilità di rotazione dei ruoli all'interno di una linea. Così facendo non esiste più un operaio legato alla propria macchina ma tutti gli operatori sono in grado di intervenire su tutte le macchine della linea. Sicuramente questo effetto porta a una rottura della monotonia delle attività degli operatori e consente di sopperire alla mancanza improvvisa di un operatore.

Inoltre, cambi formato più semplici si traducono spesso in cambi formato più sicuri: l'aumento della sicurezza è una delle conseguenze più importanti della politica SMED. Secondo l'INAIL⁹², in Italia nel 2020 i decessi sul lavoro denunciati all'istituto sono più che raddoppiati rispetto a quelli registrati nel 2019. Da sempre gli incidenti sul lavoro sono stato argomento di discussione all'interno delle aziende, motivo per cui lo SMED favorisce la creazione di operazioni più basilari, che in genere sono anche più sicure per gli operatori.

Questa osservazione ha i suoi limiti visto che le misure di sicurezza implicite dei macchinari sono di solito l'indice per valutare il grado di sicurezza della macchina per l'operatore. Questo significa che macchine più "nuove" hanno una maggior probabilità di presentare dispositivi di sicurezza

⁹² Fonte: <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/news-ed-eventi/news/news-dati-inail-infortuni-mp-2020-2021.html>

come sensori, barriere di protezione, blocchi macchina, fermi, ... rispetto a quelle di meno recente costruzione, a prescindere dall'attività di SMED che è stata effettuata per migliorare il cambio formato.

2.6.5. Eliminazione dei punti deboli concettuali

Molto spesso quando ci si pone davanti a un problema e ci viene richiesta una soluzione che apparentemente sembra impossibile, l'indole umana tende ad accettare l'impossibilità della cosa, demotivandosi. In realtà, dopo averci effettivamente provato e magari esserci riuscito, ci si rende conto che è effettivamente possibile e che l'affermazione fatta in partenza non migliora la condizione e non ha per niente aiutato nella buona riuscita dell'operazione. La letteratura stessa, ci ricorda l'impresa apparentemente impossibile di Shingo di ridurre il cambio formato della pressa di elevato tonnellaggio in Toyota da otto ore a qualche minuto.

La cosa importante è affrontare la sfida in modo positivo, senza abbattersi in partenza. Così facendo crescono la determinazione e l'enfasi sul mettere le idee in pratica e nel trovare modi di far funzionare le cose. Questo cambiamento di pensiero, che è tipico della Lean Production, si ripercuote anche nel miglioramento della produzione stessa perché l'individuo a cui viene spiegato il motivo per cui la sua idea non può funzionare, sarà più propenso a sviluppare altri suggerimenti mantenendo un approccio attivo, proponendo soluzioni e incrementando la propria attitudine verso la politica di miglioramento continuo.

3. APPROCCIO 5S

In questo capitolo si delineano i cinque punti cardine dell'approccio 5S, una metodologia molto utilizzata in ottica Lean e facilmente applicabile a tutti i contesti industriali. Con cinque passaggi sistematici e ripetibili è possibile favorire l'ottimizzazione dello standard lavorativo dell'azienda - in particolare delle postazioni operative – per migliorare indirettamente la performance del processo produttivo. In seguito, vengono anche proposti i passaggi da seguire per lo sviluppo di una procedura generica di applicazione dell'approccio 5S in un contesto industriale. Il capitolo si chiude con un breve paragrafo relativo ai benefici di questa metodologia Lean. L'applicazione dell'approccio 5S all'interno dell'azienda ospitante Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. viene trattata a parte al paragrafo 5.3.2 del capitolo 5 dell'elaborato.

3.1. 5S: Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu, Shitsuke

Con l'acronimo "5S" ci si riferisce alla metodologia Lean ideata da Takashi Osada nei primi anni '80 (Ho et al., 1995⁹³). Anche in questo caso, il processo è stato reso famoso in Toyota. Inizialmente applicato al solo ambiente industriale manifatturiero giapponese, poi è stato esteso ad altri settori industriali, coinvolgendo anche un elevato numero di aziende europee. Il numero "5" è in riferimento ai cinque termini con i quali si indicano, in lingua giapponese, i principali punti per il miglioramento della postazione di lavoro e dell'efficienza organizzativa del proprio lavoro quotidiano. Come si evince dalla figura 3.1, la lettera "S", è riferita alle iniziali che accomunano questi cinque termini, in lingua giapponese (o in lingua inglese): Seiri (Sort), Seiton (Set in Order), Seison (Scrub), Seiketsu (Standardize) e Shitsuke (Sustain).

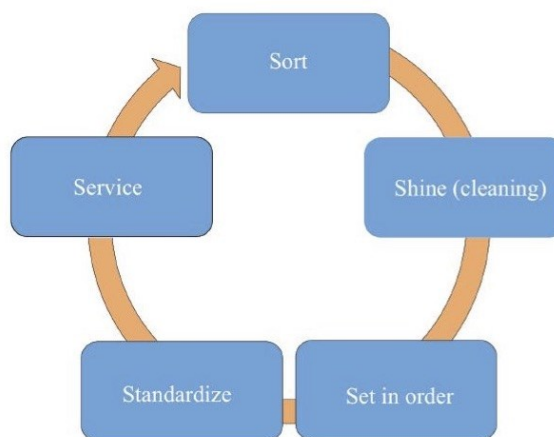


Fig. 3.1 – Approccio 5S.

Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 125.

Il metodo comprende una serie di tecniche basilari volte alla gestione degli ambienti di lavoro. Proprio a causa di questa apparente semplicità, l'approccio non ha catturato da subito l'attenzione delle grandi aziende dell'epoca, visto che le applicazioni sembravano quasi banali. Ad ogni modo, la semplicità impiegata per la risoluzione dei problemi di organizzazione, pulizia e

⁹³ Ho, S.K.M., Cicmil, S. and Fung, C.K., 1995, *The Japanese 5-S practice and TQM training*, Training for Quality, Kogan Page, London, vol. 3 n. 4; pp. 19-24.

standardizzazione si è rivelata nel tempo la chiave vincente per questa metodologia, pienamente in linea con l'intera struttura della Lean Organization. Non a caso è una delle tecniche Lean maggiormente utilizzate in ambito industriale. Nell'affrontare l'analisi e la descrizione dell'approccio basato sulle 5S si è fatto riferimento ad alcuni paragrafi del libro “*The 5S Playbook*” di Cristian Ortiz (2016)⁹⁴.

3.1.1. Seiri (Sort)

La prima S rappresenta l'ordinamento, ovvero l'atto di rimuovere ed eliminare tutti gli elementi non necessari da un'area di lavoro. In italiano si può tradurre come “scegliere e separare con lo scopo di ridurre lo spazio” ed è il primissimo passaggio da effettuare.

In generale si parte considerando una zona ristretta dell'impianto su cui focalizzare l'approccio 5S per poi estendersi alle postazioni di lavoro limitrofe. È opportuno, fin da subito, eseguire una pulizia generale ed accurata dell'area di lavoro iniziando a catalogare il materiale presente. È possibile classificarlo in tre categorie:

- “Garbage and junk (throw away or recycle)”, ovvero la “spazzatura”, cioè gli oggetti rotti o da riciclare;
- “Unneeded, never to return”, ovvero gli oggetti non necessari in quella determinata area;
- “Low-use items”, ovvero gli oggetti utilizzati o essenziali ma poco usati, che quindi andrebbero organizzati in una zona a parte e non in quella di utilizzo quotidiano che si vuole ordinare.

Per classificare e distinguere le tre tipologie si utilizza il metodo del “Red Tagging” a qualsiasi oggetto o attrezzatura eliminabile. Di fatto si applica un cartellino rosso (Red Tag) come etichetta cartacea agli oggetti appartenenti alla seconda categoria, cioè quella dei materiali non necessari in quella determinata area di lavoro (ha poco senso applicarla sugli oggetti da eliminare definitivamente che invece verranno depositati in un'altra zona). Come si evince dalla figura 3.2,

The image shows a red tag form with the following sections:

- Date** _____ **Tagged By** _____
- Item Description** _____
- Department** _____
- Item Type:**
 - Raw Materials
 - Finished Goods
 - WIP
 - Machine Parts
 - Tools
 - Instruments
 - Equipment
 - Other _____
- Reason Tagged:**
 - No Longer Used
 - Doesn't Work
 - Unknown Owner
 - Other _____
- Action to Take:**
 - Trash
 - Hold
 - Move to _____
 - Contact _____
 - Other _____
- Manager's Initials** _____
- Date** _____
- Tag No.** _____
- www.the5Sstore.com** **50T5SP**

Fig. 3.2 – Rappresentazione esemplificativa di un cartellino Red Tag.

Fonte: Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 18.

ogni cartellino viene compilato con dettagli e indicazioni scritte per favorire un'eventuale ricollocazione dell'oggetto a cui è applicato. Infatti, una volta rimossi dall'area in questione, i

⁹⁴ Ortiz C. A., 2016, *The 5S Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.

materiali vengono stoccati in un'area di deposito transitorio dove possono essere riutilizzati all'interno dell'azienda in una diversa area di lavoro (utilizzabili) oppure dismessi definitivamente se non necessarie in assoluto (inutili). La distinzione tra queste due categorie dipende dalla frequenza di utilizzo dei materiali.

Una volta completata la fase di smistamento si attua la procedura di rimozione del materiale non utile con l'obbiettivo di portarlo fuori dall'azienda entro il mese di inizio della pulizia.

Questo primo principio rappresenta al meglio l'idea che sta alla base del principio del Just in Time, per cui si deve avere "solo quel che serve, nella quantità che serve ed al momento in cui serve". Infatti, dal punto di vista produttivo questo primo aspetto consente di ottenere le seguenti migliorie:

- Riduzione degli spazi occupati: gli operatori hanno più spazio a disposizione per muoversi senza dover aggirare i materiali non necessari che, oltre a causare spostamenti inutili, costituiscono un ostacolo. Così facendo si aumentano anche le condizioni di sicurezza dell'operatore, riducendo la possibilità di cadere, di inciampare o di farsi male;
- Riduzione dei tempi: quando gli oggetti inutili si accumulano, accatastandosi alla rinfusa, creano disordine nelle postazioni di lavoro o nei magazzini. L'immediata conseguenza è che si impiega molto più tempo del necessario nella ricerca di quello di cui si ha bisogno a cui si può aggiungere una condizione di affaticamento dell'operatore che deve cercarli. In generale, quanto più gli spazi sono ristretti tanto più è consigliato sistemare ed ordinare;
- Risparmio monetario indiretto: tutti gli oggetti non necessari comportano delle spese per il loro mantenimento e di gestione che incidono indirettamente sul profitto finale per l'azienda⁹⁵. Inoltre, un eccesso di materiale o di scorta a disposizione tende a nascondere altri tipi di problema come trasporti logistici e movimenti non necessari, difficoltà di introdurre nuove attrezzature, carenze di spazi, ...;
- Ordine generale: uno spazio riorganizzato è meglio predisposto. Tutto quello che è necessario occupa un certo posto senza creare ingombro inutile o confusione. In questo modo c'è chiarezza visiva, un presupposto fondamentale per passare alla successiva S del "Set in Order". Anche solo dopo aver eseguito questo passaggio risulta più facile lavorare nel nuovo ambiente.

3.1.2. Seiton (Set in Order)

La seconda S rappresenta la sistemazione, ovvero la fase che si prefigge di impostare gli spazi e creare le posizioni per tutti gli elementi essenziali necessari all'area di lavoro. In italiano si può tradurre come "sistemare e organizzare definendo il posizionamento ottimale di ciò che è necessario".

Di fatto rappresenta una fase organizzativa degli spazi dell'area di lavoro in cui si ordinano anche i materiali e le strumentazioni in modo che abbiano ognuna un posto definito e ben visibile. Gli strumenti maggiormente utilizzati sono due: i Floor Marking Tapes e le Shadow Boards.

⁹⁵ Qui si fa riferimento all'indice di giacenza "i" già menzionato nei capitoli precedenti a proposito delle rimanenze.

Con il termine “Floor Marking Tapes” ci si riferisce ai marcatori a pavimento a nastro o a vernice (visibili in figura 3.3) che hanno la funzione di delimitare in maniera precisa lo spazio occupato da oggetti di notevole ingombro, macchinari, materiali a bordo linea (BOL), aggregati di macchine per il cambio formato, zone di gestione dei rifiuti, corridoi, ... In questo modo le aree di camminamento sono evidenziate come il rimanente spazio che non deve essere adibito a nessun altro materiale appartenente alle categorie precedenti, in quanto già assegnato. Con questo strumento, il rischio di infortunio o di urto contro ostacoli e i tempi per la ricerca degli oggetti calano di netto.



Fig. 3.3 – Rappresentazione dei marcatori a pavimento (a nastro) all'interno di un'area di lavoro

Fonte: Ortiz C. A., 2016, *The 5S Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 12.

Una volta completata la struttura dell'area di lavoro è possibile organizzare i singoli banchi di lavoro delle postazioni inserendo delle “Shadow Boards” come quella presente in figura 3.4.

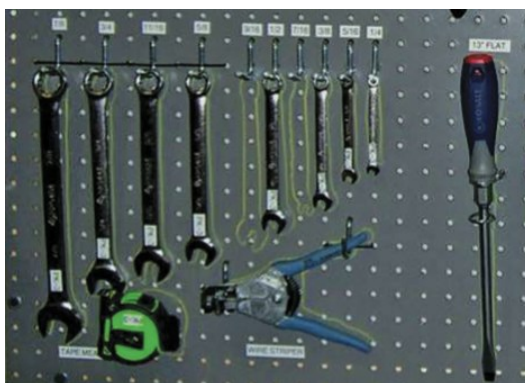


Fig. 3.4 – Rappresentazione esemplificativa di una Shadow Board.

Fonte: Ortiz C. A., 2016, *The 5S Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 19.

Si tratta di tavole colorate su cui graficare le sagome degli oggetti che si andranno ad appendere in seguito mediante ganci o chiodi. In particolare, si cerca di attenersi alla regola dei cinque piedi (o “5-Foot Rule”) tale per cui bisognerebbe disporre la tavola con gli oggetti a meno di un metro e mezzo dal punto di azione dell'operatore: in questo modo si riducono gli spostamenti ottimizzando i tempi di intervento. Per ottenere dei risultati soddisfacenti in tempi ridotti è necessario eseguire delle operazioni preliminari prima di creare le Shadow Boards: all'inizio si crea un elenco degli strumenti da inserire nella tavola, poi si separano gli oggetti in base alla

frequenza di uso e infine si dispongono a terra iniziando l'organizzazione visiva per lo stoccaggio sulla tavola. L'utilità di questo strumento è data dalla visibilità che esso offre all'operatore nella ricerca degli utensili necessari, riducendo così i tempi di ricerca, l'invio di feedback nel caso di mancanze e l'individuazione di oggetti obsoleti o non più utilizzati. Chiunque può visionare gli oggetti appesi, prelevarli facilmente, utilizzarli, e infine rimetterli a posto.

Queste due tipologie di individuazione “a colpo d'occhio” consentono di comprendere all'istante il modo in cui si deve operare tale per cui si ha un'unica collocazione possibile per ogni oggetto o macchinario o spazio e risulta più facile identificare possibili mancanze di materiali o anomalie nel sistema organizzativo della produzione. Ad esempio, per gli strumenti montati verticalmente è possibile usare il nastro per delinearne la sagoma e appenderli con dei chiodi ai rispettivi pannelli; per materiali da disporre internamente ai cassetti è conveniente dotarsi di separatori o calchi in schiuma per organizzare meglio gli spazi; per materiali cartacei di documentazione è consigliabile renderli visibili appendendoli a dei supporti di plastica magnetici, adesivi o semplicemente predisporli in alcune buste da appendere sui supporti della postazione da lavoro.

Dato che l'obiettivo è rendere il flusso di lavoro semplice e intuitivo a prima vista, può essere molto utile in questa fase creare uno Spaghetti Chart (come quello rappresentato in figura 3.5) per cercare di raddrizzare il più possibile il percorso contorto portandolo a una configurazione in linea o a ferro di cavallo oppure semplicemente ridurre il camminamento degli operatori e gli spostamenti di materiale.

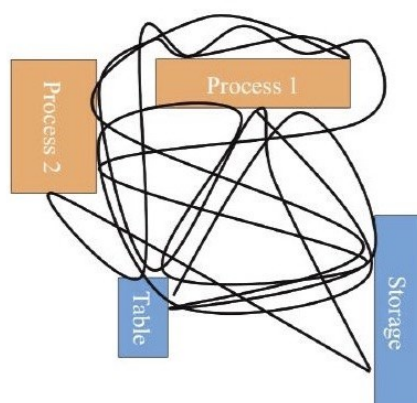


Fig. 3.5 – Spaghetti Chart dell'area da ottimizzare.

Fonte: Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 42.

In questa seconda fase rientrano anche le standardizzazioni delle procedure del metodo di lavoro più appropriato (SOPs) e la riorganizzazione della postazione di lavoro. Va sottolineato il fatto che in questa fase dell'implementazione delle 5S conta molto la collaborazione con il personale dell'area di lavoro: è necessario confrontarsi spesso con chi poi di fatto utilizzerà la nuova disposizione degli strumenti in modo da agevolarlo e non di rendergli il lavoro più difficile rispetto a come era prima.

3.1.3. Seison (Scrub)

La pulizia costituisce la terza fase della procedura 5S ed è identificabile come un continuo controllo per l'individuazione di sporcizia o di ostacoli visivi (prima nascosti dal disordine) in modo da evidenziare eventuali altre criticità. In italiano si può tradurre con il termine “controllare l'ordine e la pulizia non intensiva dell'area di lavoro”.

Le attività inerenti a questa fase variano dalla semplice pulizia del floor space, delle scaffalature, delle superfici di lavoro, ... allo sgrassaggio degli utensili; dal refill dei fluidi presenti nell'area di lavoro alla riverniciatura completa di attrezzature o utensili in modo da creare un'identificazione visiva in base al loro colore (carrelli, macchinari, transpallet manuali, ... ognuno viene identificato con un determinato colore). Lo scopo di questa di pulizia metodica è quello di mantenere in buone condizioni tutte le categorie di oggetti sopra menzionate prevenendo rotture o usure premature.

3.1.4. Seiketsu (Standardize)

La standardizzazione rappresenta la quarta S ed è la tecnica utilizzata affinché i risultati ottenuti tramite le prime 3S seguano un certo standard visivo o organizzativo. In italiano si può tradurre con il termine “rendere standard in modo abitudinario”.

Il significato della parola “standard”, non ha connotazione negativa. Infatti, con questo termine non si esprime un concetto passivo e statico nel tempo, bensì un'evoluzione dinamica in continuo divenire di miglioramento e flessibilità. Per ambire a uno stato sempre migliore nel tempo si utilizza un'implementazione basata su un ciclo PCDA accompagnato dalla classica sequenza di quattro fasi che si propongono di pianificare, provare, controllare e infine attuare la proposta all'interno di un continuo processo iterativo.

All'interno dell'ambiente industriale la standardizzazione visiva si può evidenziare a livello di colorazione dei nastri o delle vernici per la delimitazione delle aree a pavimento o per l'identificazione degli strumenti ordinati in precedenza. In figura 3.6 è rappresentato un esempio di standardizzazione dei colori con cui si identificano le zone deputate allo scarto dei materiali.



Fig. 3.6 – Rappresentazione di una standardizzazione per colorazione.

Fonte: Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 35.

A livello di standardizzazione organizzativa, invece, lo strumento più utilizzato nella ripetibilità delle azioni e delle procedure è la check-list scritta. Si tratta di uno strumento cartaceo o multimediale (come quello rappresentato in figura 3.7) redatto e costantemente aggiornato con la funzione di sintetizzare le operazioni e ricordarle agli operatori durante il loro lavoro.

CAMBIO FORMATO	DA :	A:	FATTO (spuntare)	NON NECESSARIO (spuntare)	Strumenti da utilizzare
RIEMPITRICE + TAPPATRICE (stelle/controstelle)					
PREPARAZIONE E POSIZIONAMENTO DEI CARRELLI (da fare durante la produzione precedente)					/
RIMOZIONE PROTEZIONI (da fare aprendo la porta n°17: sfilare le protezioni in acciaio (x3))					/
RIMOZIONE PEZZI MECCANICI INGRESSO RIEMPITRICE (da fare aprendo la porta n°17: sollevare il sensore presenza bottiglie con la manovella e allentare 2 manopole per rimuovere prima la coclea e poi la stella del cancelletto di ingresso bottiglie)					/
REGOLAZIONE ALTEZZA RIEMPITRICE (SOLO SE PASSO DA UN FORMATO PIU' PICCOLO A UNO PIU' GRANDE: da fare aprendo la porta n°17 e inserendo i connettori dalla giostra al monitor di comando)					Connettori
RIMOZIONE CONTROSTELLA ANGOLARE SUPERIORE GRANDE					(2 perni da sfilare)
RIMOZIONE SPONDINA INGRESSO STELLA RIEMPITRICE (da fare SOLO per formati 0,25L - 0,33L e 0,5L - 0,65L, aprendo la porta n°17: svitare 2 viti con la chiave)					Chiave da 10
RIMOZIONE PEZZI MECCANICI SUPERIORI RIEMPITRICE (da fare aprendo la porta n°17: rimuovere in sequenza stella superiore ingresso riempitrice (solo 1 pz di 2, l'altro si leva facendo girare la macchina), contro stella superiore uscita riempitrice, stella superiore uscita riempitrice (solo 1 pz di 2, l'altro si leva facendo girare la macchina))					(1 perno da sfilare sulla contro stella, 2 su metà stella superiore ingresso riempitrice e 2 su metà stella superiore uscita riempitrice)
RIMOZIONE PEZZI MECCANICI INFERIORI RIEMPITRICE (da fare aprendo la porta n°17: rimuovere stella inferiore ingresso riempitrice (4 pz), contro stella inferiore ingresso riempitrice, stella inferiore uscita riempitrice (4 pz), contro stella inferiore uscita riempitrice (3 pz))					/
RIMOZIONE PEZZI MECCANICI SUPERIORI TAPPATRICE (da fare aprendo le porte n°14, n°15, n°16 e n°17: rimuovere in sequenza contro stella superiore uscita tappatrice, stella superiore uscita tappatrice (2pz), contro stella posteriore tappatrice (2 pz), stella tappatrice (solo 1 pz di 2, l'altro si leva facendo girare la macchina))					Chiave a tubo da 10 (1 perno da svitare sulla contro stella superiore uscita tappatrice, 4 sulla stella superiore uscita tappatrice e 3 su metà stella tappatrice)
RIMOZIONE PEZZI MECCANICI INFERIORI TAPPATRICE (da fare aprendo le porte n°14, n°15, n°16 e n°17: rimuovere la stella inferiore uscita tappatrice (4 pz) e la contro stella inferiore uscita tappatrice)					/
INSERIMENTO stella tappatrice (solo 1pz di 2, l'altro si monta con una seconda rotazione della macchina)					/

Fig. 3.7 – Rappresentazione di una parte di check-list relativa al cambio formato di una riempitrice industriale.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

In ambito SMED, le procedure di cambio formato da un prodotto A ad un prodotto B possono risultare anche molto complesse in virtù del numero elevato di operazioni più o meno complesse da eseguire, motivo per cui le check-list rappresentano uno strumento fondamentale per fare chiarezza e seguire uno standard preciso senza sbagliare nel procedimento o far perdere tempo all'operatore. Conseguenza indiretta è la riduzione dei tempi di cambio formato e l'affaticamento dell'operatore.

Seguendo una check-list, infatti, si attua il principio Poka Yoke in linea con i capisaldi della filosofia Lean. All'interno di ogni check-list si riportano la lista delle operazioni da svolgere, il tempo necessario e la periodicità (a volte associate a foto se in formato cartaceo). È molto importante stabilire una check-list specifica relativa a una determinata procedura operativa (in un cambio formato per esempio) in modo che non sia generica e che sia utile per uno dato contesto (come uno specifico macchinario per esempio). Per la stesura di una check-list, in genere è necessario un lavoro di gruppo che coinvolga più ambiti e persone all'interno dell'azienda, primi tra tutti gli operatori che in seguito dovranno farne uso.

La parte più delicata di questa fase - che pone le basi per quella successiva - è legata allo spirito di adattamento degli operatori nei confronti delle variazioni nel processo produttivo: il cambiamento è una situazione con la quale l'essere umano non è sempre propenso ad agire. Sarà necessario seguire i principi della filosofia Kaizen per promuovere in modo positivo questo frequente mutamento dello stato dell'arte delle cose.

3.1.5. Shitsuke (Sustain)

La quinta ed ultima S rappresenta il sostenimento, ovvero la tecnica utilizzata affinché i risultati ottenuti in precedenza si mantengano e perdurino nel tempo come cultura aziendale. In italiano si può tradurre con il termine “sostenere la disciplina nel tempo”.

Una volta che le 4S sono state applicate è necessario mantenere con rigore e migliorare gli sviluppi e i risultati introdotti. Le azioni da effettuare sono molto basilari ma importanti e devono essere condotte con costanza nel tempo, soprattutto a livello giornaliero in accordo con la filosofia Kaizen dei piccoli passi compiuti un po’ per volta. Questo è possibile grazie a una formazione continua del personale (soprattutto quello nuovo) e allo sviluppo di cantieri Kaizen, purché queste operazioni siano eseguite con costanza e in maniera stabile nel tempo. A supporto di queste azioni, il mantenimento si potrà consolidare ulteriormente attraverso degli audit⁹⁶ periodici per la verifica degli standard proposti o normati. In queste condizioni di analisi continua dei problemi, con seguente identificazione di contromisure appropriate e monitoraggio continuo, è possibile perseguire il miglioramento nel tempo da parte di ogni singolo settore aziendale.

In quest’ultima fase è possibile creare una procedura di pulizia di fine giornata (End-of-Day Cleanup Procedure⁹⁷), una procedura dettagliata di turno (Daily Walkthrough⁹⁸), oppure delle schede di controllo 5S (come quelle rappresentate in figura 3.8 a cui è associato un foglio di tracciamento 5S. L’obiettivo di quest’ultimo strumento è quello di verificare le miglio-

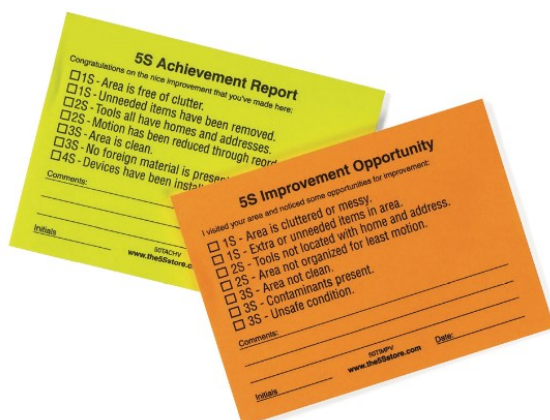


Fig. 3.8 – Rappresentazione esemplificativa delle schede di controllo 5S.

Fonte: Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 61.

⁹⁶ Con il termine “audit” si intende un controllo periodico annunciato che può essere eseguito da agenti esterni o interni all’azienda allo scopo di verificare la conformità o meno di un determinato obiettivo che l’azienda si era presa. Negli stabilimenti industriali, in genere sono molto frequenti gli audit esterni in materia di qualità e sicurezza. Fonte: De Chiffre L., Hansen H. N., Andreasen J. L., Savio E., Carmignato S., 2015, *Geometrical Metrology and Machine Testing*, Danmarks Tekniske Universitet Kongens Lyngby, Denmark.

⁹⁷ Secondo Ortiz, per evitare di perdere le miglioie appena introdotte con i cambiamenti apportati all’area di lavoro implementata è raccomandabile iniziare già quotidianamente a livello individuale a riordinare la propria postazione di lavoro al termine del turno in modo che non si creino da subito i presupposti per un imminente intervento coinvolgendo tutte e 5 le S.

⁹⁸ Assieme alla procedura di pulizia appena menzionata, è consigliato anche effettuare una passeggiata abitudinaria nell’area di lavoro per osservare che sia rispettato lo standard di lavoro e di pulizia introdotto con l’approccio 5S.

introdotte e di monitorare costantemente l'ambiente ottimizzato in modo da continuare ad implementare la politica 5S nel tempo in quell'area.

In genere tutti e cinque i passaggi delle 5S sono di fondamentale importanza. Tra questi però, gli ultimi due sono quelli essenziali, in quanto senza le azioni di standardizzazione e di sostenimento nel tempo non vi è più un mantenimento e un miglioramento continuo tipico dell'approccio Lean e della filosofia Kaizen, due concetti a cui l'approccio 5S è strettamente collegato.

3.2. Procedura generica di applicazione delle 5S

Nel momento in cui un'azienda decide di implementare l'approccio 5S è necessario seguire alcune linee guida per lo sviluppo e per la messa in pratica del progetto. Nell'affrontare l'analisi e la descrizione delle fasi della procedura di applicazione delle 5S si è fatto riferimento ad alcuni paragrafi dei libri "5S Made Easy" di David Visco (2016)⁹⁹ e "Process Implementation Through 5S" di Drew Willis (2016)¹⁰⁰.

3.2.1. Step preliminare: le basi del progetto 5S

Prima di iniziare ad utilizzare l'approccio 5S è necessario considerare una fase preliminare di pianificazione in cui redigere un modulo organizzativo del progetto. Il "5S Project Charter" in formato cartaceo o digitale come quello rappresentato in figura 3.9, è una carta di progetto che ha il compito di dettare le linee guida dell'implementazione che si vuole condurre in una determinata zona dello stabilimento.

Project Authorization			
Organization:		Coach:	
Project Title:			Project Lead:
		Project Area Name:	
What are the challenges?			
Project Objective:			
Target Completion Date:		Estimated Benefits:	
Coach Signature:		Project Lead Signature:	Approval Date:
Project Team			
Name	Role	E-mail Address	Phone
Scope			
Critical to Customer Satisfaction:			
Inside Scope of Project:		Outside Scope of Project:	

Fig. 3.9 – Rappresentazione esemplificativa di un 5S Project Chart.

Fonte: Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 8.

⁹⁹ Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, cap. 3-8.

¹⁰⁰ Willis D., 2016, *Process Implementation Through 5S: Laying the Foundation for Lean*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, pp. 1-3.

Così come nello SMED c'era un team di lavoro (Team SMED), anche per l'approccio 5S è necessario lavorare in gruppo (Team 5S) e anche in questo caso sarà necessario disporre di un responsabile 5S. Prima di iniziare ad applicare le 5S, quindi, è necessario riunirsi davanti al modulo del progetto e analizzare bene la situazione da implementare scegliendo con criterio il target, i principali benefici, le possibili criticità e soprattutto la zona di stabilimento che sarà interessata dal miglioramento. È molto importante pianificare al meglio la situazione scegliendo un buon capo progetto e un responsabile 5S, entrambi circondati da un buon team di lavoro che sia disposto a collaborare applicando questi principi in ottica Lean. Il capo progetto deve essere una persona con conoscenze relative al campo delle 5S e una buona esperienza nella gestione dell'implementazione dei processi produttivi. Quindi le sue conoscenze non sono limitate al solo progetto da sviluppare ma richiedono un'esperienza pregressa nel campo dell'ottimizzazione. Il responsabile 5S, invece, deve presentare anch'egli delle caratteristiche analoghe a quelle del capo progetto, ma più legate all'area di lavoro in cui si svolgerà l'ottimizzazione. Il responsabile 5S svolgerà un ruolo attivo sul campo, supervisionando e fornendo istruzioni al team di lavoro. Per quanto riguarda i membri del team, è necessario coinvolgere tutti gli operatori presenti nell'area di lavoro circoscritta o che hanno a che fare in primo luogo con questa. In aggiunta a questi, sarebbe opportuno disporre anche di una persona esterna all'area, in modo da poter vedere il processo con occhi diversi e in questo modo riuscire a delineare alcuni aspetti da un altro punto di vista.

I primi tre dei cinque principi sono ampiamente utilizzati dalle aziende che desiderano meramente effettuare un'azione di ordinamento e pulizia delle aree di lavoro, senza il bisogno di standardizzare e di sostenere questi principi nel tempo. In base a questa decisione cambia il metodo di gestione del progetto. Il programma 5S, infatti, non ha una vera e propria data di termine ma è in continuo svolgimento per favorire un flusso di lavoro semplice, sicuro e rapido¹⁰¹.

In genere, l'approccio 5S è applicabile a tutta l'azienda. Tuttavia, non è consigliato applicare questi principi contemporaneamente a tutte le parti della fabbrica. Sarebbe preferibile delineare l'implementazione a un'area minore in cui iniziano e finiscono idealmente una serie di processi per esempio. Nel caso in cui questa risultasse eccessivamente estesa, è preferibile scindere in più aree di minore estensione, scelte sulla base della loro funzionalità nell'ottica di favorire il flusso di lavoro. È consigliata un'ispezione sul campo per rendersi conto effettivamente delle dimensioni e dell'area stessa, facendo le opportune valutazioni. Una volta scelta l'area di lavoro è necessario definire le tempistiche di lavoro e le modalità con cui mettere in pratica questo approccio.

Un primo metodo potrebbe essere quello di fermare l'area da ottimizzare per la durata di qualche giorno e sfruttare quell'arco di tempo per implementare le migliorie. In questo modo si concentrerebbe il grosso del lavoro focalizzandosi in un momento di tempo ristretto dove sono coinvolte contemporaneamente tutte le parti. Questo approccio, pur garantendo una transizione più rapida e fluida, nasconde una criticità da non sottovalutare: la completa o parziale indisposizione di quell'area della fabbrica.

Un metodo meno invadente e preferibile, sarebbe quello di implementare a piccoli passi l'area di lavoro dedicando qualche ora o un giorno intero durante la settimana fino al completamento

¹⁰¹ Questo ribadisce il concetto espresso a inizio capitolo per cui il programma 5S non è un semplice programma di pulizia dell'area di lavoro, ma porta con sé un significato di miglioramento continuo.

dell'evento. In questo modo, il lavoro all'interno dell'area circoscritta non è minato dalla fase implementativa del progetto ed è più gestibile da parte dell'azienda. La progressione del progetto sarà più lunga temporalmente ma, diluire i tempi in questo modo potrebbe portare a una maggior capacità analitica della situazione a mente fredda. Ovviamente la situazione limite (tempistiche troppo lunghe) non è una soluzione valida perché bisogna evitare il decadimento di interesse o l'accavallamento di altri progetti con quello in atto, pena l'arresto dell'ottimizzazione 5S.

A questo punto, è possibile iniziare una fase di brainstorming dove si affrontano le criticità che hanno portato alla scelta della specifica area di lavoro e le possibili azioni da implementare. Come accennato prima è bene ricordare che il progetto in atto ha un'effettiva data temporale di chiusura ma in sé rappresenta una piccola parentesi chiusa di un processo a continua data da destinarsi, da eseguire come se fosse un'attività di routine.

Un punto da tenere in considerazione in questa fase iniziale è quello di riuscire a trovare un momento in cui tutti le persone coinvolte nel progetto siano effettivamente disponibili. Questo è un aspetto da non sottovalutare in quanto nel team interfunzionale che è stato creato persone diverse possono avere ruoli diversi e quindi anche disponibilità diverse. È bene avere a disposizione la mappa dei turni degli operatori che lavorano in quell'area e renderli informati della progressione del progetto nel caso di indisposizione di alcuni di loro. La partecipazione attiva al progetto e la comunicazione, sono infatti due punti fondamentale nel processo di ottimizzazione, coerentemente con la mentalità Lean.

Una volta proposte le migliorie apportabili è necessario fare un elenco degli strumenti o dei materiali necessari in quell'area di lavoro. È bene sottolineare che intercorre del tempo tra la stesura dell'elenco degli oggetti necessari e l'attuazione della seconda S (Seiton). In questa fase, la stima del Lead Time è fondamentale in quanto non è possibile procedere oltre con il processo di ottimizzazione. Nei casi più semplici si può impostare una o due settimane di Lead Time come periodo di fornitura di semplici utensili da lavoro che si trovano sul mercato e sono visionabili facilmente su cataloghi cartacei o online. In questo caso, è consigliato scattare qualche foto nei punti nevralgici dell'area di lavoro e discutere assieme al team di lavoro su quali materiali ordinare. Nei casi più complessi, in cui si richiedono attrezzature più specifiche o personalizzate a seconda delle richieste dell'azienda (scaffalature particolari o utensili specifici per le macchine, ad esempio), è inevitabile che le tempistiche aumentino notevolmente. In questo caso, dopo aver scattato le foto, è necessario valutare più cautamente l'acquisto di queste attrezzature, sia a livello di maggiori tempistiche, sia a livello di costi più considerevoli, dato che oggetti specifici personalizzati richiedono maggiori lavorazioni o attenzioni da parte dei fornitori.

3.2.2. Step 1: Riordinare e pulire

Si applica la prima S direttamente sul luogo di lavoro con il team al completo. L'obiettivo è scegliere e separare tutto ciò che non è necessario in quell'area per il processo produttivo da quello che effettivamente serve. Si classificano le diverse tipologie di materiale e le si identificano seguendo il metodo del "Red Tagging": ad ogni membro del team vengono consegnati un certo numero di cartellini da applicare sui materiali da eliminare che poi dovranno essere portati nell'area dei cartellini rossi predisposta dal team. È bene scattare alcune foto dell'area prima degli

interventi in modo da avere un riferimento da paragonare al dopo. A fine processo ci si riunisce nell'area di accumulo dei materiali da eliminare per discutere insieme e sistamarli in modo opportuno.

Una volta riordinato l'ambiente di lavoro è possibile avere una nuova visione più pulita e meno caotica dell'area da ottimizzare. In questa fase è consigliato osservare attentamente l'intero ambiente per carpirne le criticità. Infatti, come ricorda Taiichi Ohno (1988)¹⁰²:

"We can talk about work improvement, but unless we know production thoroughly we can accomplish nothing. Stand on the production floor all day and watch - you will eventually discover what has to be done. I cannot emphasize this too much. Opening our eyes and standing in the manufacturing plant, we really understand what waste is. We also discover ways to turn "moving" into "working," activities that always concern us."

Discutere in gruppo cosa si è osservato è molto importante per proporre soluzioni efficaci alle inefficienze riportate: la mentalità con cui procedere è quella di provare a risolvere una problematica in meno di mezz'ora, privilegiando quelle ambientali o quelle relative alla sicurezza. Sono da considerare anche i modi per migliorare l'ergonomia e per ridurre il più possibile l'affaticamento dell'operatore. Eventualmente valutare anche il riposizionamento delle stazioni di lavoro con assetto migliorato in linea o ad U (a ferro di cavallo).

Una volta riprogettato il layout dell'area di lavoro, si può passare a determinare come e dove posizionare gli strumenti, le forniture, gli stampi, i documenti, i lavori in corso (WIP), l'inventario e qualsiasi altra cosa che deve essere presente nell'area. Qui entrano in gioco le strategie descritte in precedenza al paragrafo relativo alla seconda S (Seiton), quali Shadow Boards, "Floor Marking Tapes", ...; in particolare, strumenti, attrezzature e materiali vanno collocati alla distanza più appropriata e si fa uso di queste tecniche visual per fare in modo che le non conformità si notino facilmente. Rientrano nei materiali da segnalare anche i dispositivi di protezione individuali (DPI) per tutelare l'incolumità degli operatori sul campo nel caso in cui i dispositivi in dotazione non siano sufficienti o risultino inutilizzabili.

Si procede ad etichettare tutti i materiali finora impiegati: anche i cestini fanno parte dei materiali da etichettare e da rendere visibili con il nastro a pavimento per mantenere l'ordine dell'area di lavoro. Ovviamente tutte le azioni eseguite devono rientrare in un certo standard, non si possono utilizzare etichette di formati, colori e font troppo diversi, a meno che non sia necessario. Eventuali supporti informatici – molto utilizzati ora nell'industria 4.0 – vanno protetti con dei sistemi di protezione come vetri o case specifici in modo che non si rovinino durante la produzione.

In generale nessuna idea di miglioramento dovrebbe essere messa da parte, ma ascoltata, discussa ed eventualmente messa in pratica, compatibilmente con il budget aziendale. Come capo progetto o responsabile 5S è bene ascoltare tutte le proposte provenienti dal team di lavoro.

È necessario pulire tutte le attrezzature, pareti, pavimenti, porte, davanzali, armadietti, in generale tutta l'area da ottimizzare. Se durante la fase di pulizia si notano alcune anomalie o lavori di manutenzione più impegnativi è bene segnalarlo con dei cartellini.

¹⁰² Ohno T., 1988, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Cap. 4.

Alla fine di questo step si scattano le foto alle postazioni pulite in modo da poter elaborare un confronto dell'area tra prima e dopo. Ci si riunisce nell'area appena ottimizzata per un breve confronto per avere la panoramica del risultato ottenuto.

3.2.3. Step 2: semplificare e standardizzare

La parola chiave in questa fase è “semplificare” le cose per tutte le persone che sono coinvolte in quell'area di lavoro allo scopo di rimuovere tutte le ambiguità. Una volta rese facili e ripetibili le operazioni, esse vanno standardizzate in modo che siano ripetibili nel tempo senza indurre gli operatori a sbagli dovuti a disattenzioni (questo in accordo con il Poka Yoke).

Utilizzare i colori come segnali collegati alla funzionalità è un'ottima strategia che riduce le possibilità di incorrere in errori, tuttavia, è necessario predisporre una legenda dove è spiegato in modo sintetico e chiaro lo standard relativo al colore. Per esempio il nastro a pavimento di colore rosso può delimitare l'area relativa a un certo tipo di materiali - come per esempio quelli relativi alla manutenzione delle macchine - per differenziarli da quelli contrassegnati con il colore verde - che potrebbero indicare i materiali da utilizzare durante il cambio formato delle macchine - o ancora altri con il colore arancione, ad indicare i materiali WIP da processare, e così via.

Una strategia utile potrebbe essere quella di stampare una pianta dell'area di lavoro e dividerla in quadranti o settori per affidarne uno a ciascuno degli operatori presenti, con l'obbligo di mantenerla pulita e ordinata quotidianamente.

Un'altra soluzione utile potrebbe essere quello di implementare dei sistemi per mantenere la pulizia dell'area di lavoro in modo automatico. Per esempio, dotare le postazioni di aspiratori automatici o contenitori per liquidi in modo che questi si depositino naturalmente senza dover ricorrere alla pulizia manuale a fine turno da parte dell'operatore. Questo consentirebbe una riduzione dei tempi delle procedure quotidiane di End-of-Day Cleanup Procedure e Daily Walkthrough accennate in precedenza.

A fine processo si possono evidenziare le modifiche ottenute: in figura 3.10 è rappresentata l'area di lavoro rivista (3.10 (a), a sinistra) rispetto alla situazione di partenza (3.10 (b), a destra). È possibile indicare anche gli spostamenti degli operatori (trattandolo come se fosse un nuovo Spaghetti Chart) in modo da constatare e visualizzare i miglioramenti effettuati in vista di ottimizzazioni future riguardanti quell'area di lavoro o estensioni di altre parti di stabilimento con una base già collaudata.

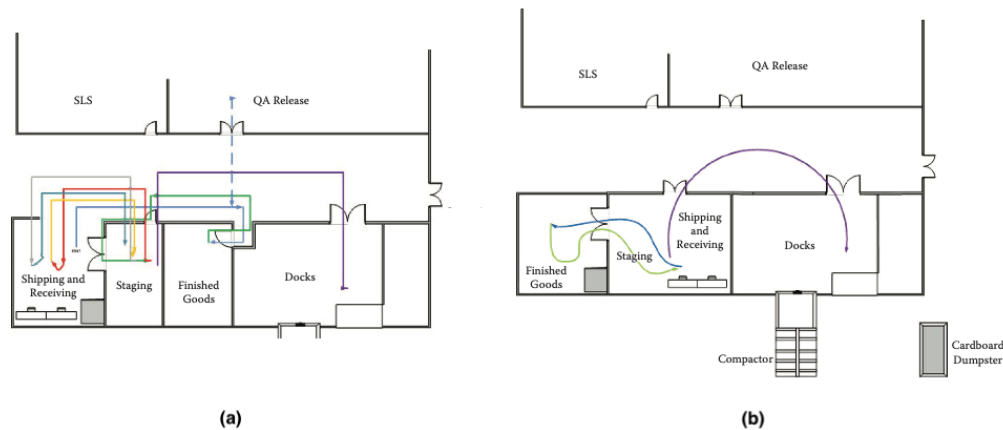


Fig. 3.10 – Rappresentazione dell’area di lavoro prima e dopo l’ottimizzazione 5S.

Fonte: Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 27.

3.2.4. Step 3: verificare e sostenere nel tempo

L’ultimo step del processo, implica la costruzione di una routine quotidiana necessaria a perseguire il processo di miglioramento continuo. Di fatto il sostenere rende le procedure appena standardizzate un’abitudine per gli operatori. La maggior parte delle aziende riesce la prima fase, applicando le 3S della pulizia dell’area di lavoro. Alcune riescono anche ad applicare la quarta S della standardizzazione. Poche sono quelle che riescono a sostenere le migliori introdotte.

Implementare un sistema visivo di promemoria a cartellini per ricordare agli operatori di continuare a svolgere attività 5S o per segnalare mancati infortuni dovuti a mal posizionamento dei materiali o delle strutture può essere un primo metodo molto efficace per perseguire nel tempo il processo di miglioramento continuo richiesto.

Un’altra strada da intraprendere potrebbe essere quella di valutare un piano di riconoscimenti non tangibili agli operatori più virtuosi. La ricompensa attraverso premi tangibili come denaro, regali, ferie, ... non è consigliata perché genera della competizione tra compagni di squadra e questo ha un effetto negativo all’interno dell’ambiente di lavoro. Viceversa, utilizzare dei gadget indossabili come una maglietta o una spilla che indichino simbolicamente una promozione o un merito può essere un modo migliore per ricompensare gli operatori più diligenti: in questo modo essi si distinguono dagli altri anche agli occhi dei superiori. Seguendo questa linea si potrebbe pensare di creare dei livelli di esperti 5S a livello aziendale. Meglio attribuire delle ricompense di gruppo per i risultati raggiunti invece di quelle individuali. Questo per evitare che alcuni operatori si concentrino esclusivamente sulle operazioni da fare per ottenere le ricompense. In aggiunta, se la ricompensa fosse assegnabile al solo individuo è molto probabile che questi si tenga per sé le buone idee senza condividerle con la squadra in modo da poter conquistare la ricompensa al momento opportuno, e questo distruggerebbe completamente il lavoro d’equipe tipico dell’approccio 5S.

Uno strumento molto utile ma che deve essere gestito in modo accurato è sicuramente l’audit. Definire un programma di auditing periodico basato su un ciclo PDCA per monitorare e misurare i miglioramenti introdotti nell’area può essere uno strumento chiave per rendere consapevoli gli

operatori delle miglorie e dei cambiamenti apportati al sistema, favorendo dei buoni propositi per implementare altri progetti di miglioramento continuo nell'area appena ottimizzata o in altre zone dell'azienda. L'obiettivo principale, però, non è quello di controllare l'operato delle risorse umane, bensì quello di responsabilizzare le persone e di indirizzare le analisi direttamente alla radice, in modo da intraprendere continuamente delle azioni correttive sul lungo termine. Viceversa, se gli audit dovessero venire utilizzati come uno strumento di supervisione dell'operato delle risorse umane potrebbero portare ad effetti collaterali devastanti in termini di feedback dell'area di lavoro: gli operatori inizierebbero a lavorare passivamente senza interessarsi al miglioramento ma facendo quanto basta per soddisfare le richieste dell'audit.

In genere, si fa uso di un cartaceo da compilare - come quello rappresentato in figura 3.11 - per evidenziare l'andamento attuale dell'area di lavoro ottimizzata. Il tempo per un audit non deve essere eccessivo: 20-30 minuti potrebbe essere un buon compromesso.

5S Audit Sheet		
Department/Area:		
Audit Date:		
Auditors:	# of Yeses	/16= %
Sort (Remove All Unnecessary Items)		
1. Work Station and/or Area is Clear of all Non-Production Required Material	Yes	No
2. Unnecessary Equipment has been Removed from the Area		
3. Excess and Obsolete Inventory has been removed		
Set in Order (Organize)		
4. Are Cablin and Air Lines Routed Neatly?		
5. All Tools are Organized with Identifications and Home Locations		
6. Locations and Containers for Items, Parts and Supplies are Clearly Marked		
7. Items on Floor are Labelled and Marked		
8. Fixtures are Placed in Proper Locations		
9. Garbage Cans are in Proper Locations		
Scrub (Clean)		
10. Floors, Work Surfaces, Equipment, and Storage Areas are Clean		
11. Garbage and Recyclables are Collected and Disposed of properly		
Standardize (Tasks)		
12. Tool Boards are Consistant in Their Organization and Appearance		
13. Colors on the Floor are Standardized (i.e. Green is for Garbage)		
Sustain (Keep it Up)		
14. 5S Audits are Conducted Weekly and Results are Posted		
15. Auditors are on a Rotation Schedule		
16. End of Clean Procedure is Posted		
<p> ● Green = 81% to 100% Area is 5S Compliance </p> <p> ● Yellow = 66% to 80% Area meets minimal standards </p> <p> ● Red = 0% to 65% Area needs immediate attention </p>		

Fig. 3.11 – Rappresentazione esemplificativa di un a procedura audit in formato cartaceo.

Fonte: Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 33.

Può essere d'aiuto, poi, creare una matrice di raccoglimento e di controllo dei dati dell'audit. I risultati possono poi essere graficati in un diagramma progressivo per valutare i miglioramenti nel tempo in modo da individuare la tendenza dei progressi e correggere le eventuali criticità. Un calo nella tendenza deve innescare un processo di autocorrezione personale per capire dove si sbaglia, alimentando la filosofia Kaizen del miglioramento continuo.

A questo proposito è anche consigliato condurre il primo audit come team di lavoro che ha partecipato al progetto in modo da renderlo oggettivo discutendo insieme di quanto si sta osservando: questo passaggio è fondamentale per poter stabilire uno standard. Dopo un po' di

tempo che il progetto è stato avviato con i controlli del capo progetto e del responsabile 5S, è possibile lasciare organizzare i controlli dell'area di lavoro ad altri e discutere insieme i punteggi settimanali o mensili traferendo gradualmente la responsabilità sugli altri membri del team. L'obiettivo è che questi "audit interni" diventino degli strumenti di feedback abitudinari.

3.3. Benefici delle 5S

L'insieme di tecniche proposte da Takashi Osada consentiva un aumento della produttività dell'azienda eliminando al contempo gli sprechi teorizzati da Ohno. L'essenza delle 5S consiste nell'eliminare i processi non a valore relativi alle postazioni di lavoro, sviluppando metodi standard per lo svolgimento ottimale delle attività.

Secondo Osada (1991)¹⁰³, infatti, il suo approccio generava tre importanti conseguenze:

- Ordine (Seiri e Seiton), per migliorare l'efficienza dei processi riducendo al contempo il carico di lavoro degli operatori e gli errori umani grazie alla semplificazione;
- Pulizia (Seison e Seiketsu), per migliorare l'efficacia dei processi contribuendo a una maggior sicurezza, trasparenza e benessere per le persone coinvolte;
- Disciplina (Shitsuke), per migliorare la risorsa umana intesa come persona attraverso l'istruzione e la formazione della stessa, in modo da portare maggior qualità degli standard di processo e maggior sicurezza per gli operatori in tutte le condizioni di lavoro.

Non è un caso che Osada avesse indicato il miglioramento della sicurezza come terza conseguenza del programma 5S. Un'indagine della Japan Industrial Safety and Health Association JISHA del 1999, infatti, ha mostrato che lo sviluppo e l'evoluzione del 5S tra il 1945 e il 1998 ha portato a una riduzione della frequenza degli incidenti sul lavoro. Come riportano anche Gapp et al. (2008)¹⁰⁴:

"However, quality has become the primary purpose of the 5S practice for most Japanese manufacturers."

Ad oggi, infatti, molte aziende cercano di sostenere l'approccio 6S¹⁰⁵: l'ultimo step aggiuntivo ai cinque che aveva proposto Osada è rappresentato infatti dalla qualità intesa come sicurezza per gli operatori (Safety - checking for hazards and defects).

Secondo Deepak Dhouchak (2017)¹⁰⁶ l'approccio è efficace ed implementabile a tutte le tipologie di aziende, come lo è il 5S proposto da Osada:

¹⁰³ Osada T., 1991, *The 5S's: five keys to a total quality environment*, Tokyo: Asian Productivity Organization; White Plains, NY: Distributed by Quality Resources.

¹⁰⁴ R. Gapp, R. Fisher, K. Kobayashi, 2008, *Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system*, Griffith Business School, Griffith University, Bundall, Australia, p. 576.

¹⁰⁵ Fonte: <https://leanmanufacturingtools.org/210/lean-6s-5s-safety/>

¹⁰⁶ Dhouchak D., 2017, *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, Application of 6S Approach in Manufacturing Industry – A Case Study*, Mechanical Engineering Department, University Institute of Engineering and Technology, MDU Rohtak, Haryana, India.

“The 6S is a technique used to increase the work performance, productivity and safety of manufacturing unit. The 6S technique can be implemented in all type of manufacturing industries.”

La sola differenza con il metodo originale è che in questi casi si mette in primo piano anche la sicurezza degli operatori.

In genere quindi, un programma 5S svolto in modo efficace migliora l'efficienza globale e il flusso di lavoro all'interno di un ambiente produttivo e di conseguenza, ne risente in positivo anche l'intero processo. In particolare - estendendo le tre conseguenze che Osada aveva teorizzato - i principali benefici correlati riguardano i seguenti punti:

- Aumento della produttività e dell'efficienza operativa dovuto a una miglior organizzazione e pulizia generale. In questo modo si crea valore per il cliente finale;
- Aumento della qualità sulla postazione di lavoro grazie ad una semplificazione e standardizzazione delle procedure che gli operatori sono tenuti a compiere. Come conseguenza diretta, si ha anche un aumento della qualità del processo stesso e dell'affidabilità delle apparecchiature;
- Aumento della qualità di lavoro degli operatori con riduzione dell'affaticamento e del camminamento delle risorse impiegate nel processo per svolgere le attività necessarie;
- Aumento della sicurezza sulla postazione di lavoro, con conseguente responsabilizzazione degli operatori coinvolti e riduzione del numero di infortuni in postazione;
- Ottimizzazione dello spazio di lavoro: si crea un layout migliore - comprensivo di segnaletiche, indicatori, divisori, ... - oltre a liberare spazio a bordo linea e sull'area di lavoro;
- Riduzione del tempo di ricerca di strumenti e utensili atti al lavoro preposto (come diretta conseguenza del punto precedente): avendo eliminato gli elementi superflui o danneggiati e avendo riorganizzato quelli essenziali è possibile ridurre le perdite di tempo inutili. In particolare, questo beneficio si ripercuote anche nel tempo di cambio formato che viene ridotto drasticamente;
- Miglior impatto visivo dal punto di vista di un osservatore esterno (obbiettivo da perseguire per una Visual Factory¹⁰⁷): le informazioni relative alla postazione di lavoro e ai macchinari in essa inserite devono essere comprese non solo dal gruppo di lavoro di quella specifica postazione ma anche dagli altri operatori che lavorano nell'area limitrofa o da altri organi aziendali che effettuano sopralluoghi. Di fatto, questa “standardizzazione visiva” del posizionamento degli oggetti rappresenta un marcato spartiacque rispetto alle tecniche tradizionali di comunicazione che, al contrario, preferivano caricare di molte informazioni solo poche persone specializzate o gerarchicamente superiori. In questo modo si forniscono ai dipendenti le informazioni di cui hanno bisogno, dove e quando ne hanno bisogno;

Come già a suo tempo aveva intuito Osada, il beneficio di maggior importanza - anche se non risulta un vero e proprio miglioramento quantificabile fisicamente - era rappresentato dal fatto che questo approccio favoriva lo sviluppo di una mentalità e di una crescita individuale della cultura Kaizen basata sul miglioramento continuo, approccio che verrà trattato più nello specifico nel capitolo seguente.

¹⁰⁷ Panizzolo R., Dispense del corso di *Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici*, Università degli Studi di Padova, A. A. 2019/2020.

4. FILOSOFIA KAIZEN

In questo capitolo si presenta uno dei principi base che ha strettamente a che fare con il sostenimento del Lean Thinking. Dopo aver brevemente presentato le origini e il contesto di sviluppo in cui il Kaizen ha acquistato notorietà si passa ad una descrizione più approfondita dei capisaldi alla base di questa procedura. Infine, si esaminano gli strumenti tipicamente utilizzati nei cantieri Kaizen, la procedura standard del Kaizen Problem Solving e i benefici relativi a questo approccio. Alcuni esempi di applicazione pratica dei principi di miglioramento continuo all'interno dell'azienda ospitante Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. sono trattati a parte al paragrafo 5.3.3 del capitolo 5 dell'elaborato.

4.1. Il Giappone e le origini del Kaizen

Kaizen è un termine di origine giapponese, introdotto in letteratura per la prima volta nel 1986 dall'economista giapponese e consulente sulla gestione della qualità Masaaki Imai con la sua pubblicazione *“Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success”*.

L'espressione più approssimativa con cui può essere tradotta la parola Kaizen è “cambiare in meglio”. In realtà, gli ideogrammi che compongono la parola intera sono la combinazione di due concetti più profondi. “Kai”, che significa effettivamente miglioramento, cambiamento è rappresentato come un individuo con una frusta; “zen”, invece, che significa bene, buono è rappresentato con un sacrificio di una pecora su un altare. In definitiva, il termine “Kaizen” può essere tradotto in modo più completo con l'espressione “al fine di migliorare e di migliorarci è necessario compiere dei sacrifici e degli sforzi”. Da qui, il significato di “processo di miglioramento continuo”, che attualmente ritroviamo per la maggiore all'interno dei contesti aziendali¹⁰⁸.

Il Kaizen, tuttavia, rappresenta qualcosa di ancora più profondo e che fa leva su una parte irrinunciabile per ogni azienda: il capitale umano. Kaizen è, infatti, l'opportunità di cogliere ogni ostacolo e trasformarlo in un'opportunità di crescita in modo che abbia un impatto positivo nella routine lavorativa di tutti i dipendenti, utilizzando soprattutto le loro proposte.

I presupposti della filosofia Kaizen nascono ancora una volta in Giappone, più precisamente nel secondo dopo guerra. Il paese nipponico esce clamorosamente sconfitto e patito dal secondo conflitto mondiale, motivo per cui gli Stati Uniti decidono di portare in Giappone alcuni esperti di Business Management per favorire la ricostituzione dell'industria del paese. I prodotti giapponesi, a quel tempo, erano scadenti e per gli acquirenti erano sinonimo di una brutta imitazione di quelli americani. La ricostituzione del processo di sviluppo industriale venne affidata all'ingegnere statunitense Edwards Deming, il quale, a partire dagli anni '50, assieme ad altri guru di gestione e controllo dei processi produttivi propose l'introduzione di un piano di controllo qualità sulla produzione industriale. La sfida ambiziosa proposta dallo statunitense era quella di risollevarlo in meno di dieci anni la situazione produttiva del paese. Il governo giapponese concesse l'avvio al progetto di miglioramento e un anno dopo venne proiettato un

¹⁰⁸ Medinilla A., 2014, *Agile Kaizen: Managing Continuous Improvement Far Beyond Retrospectives*, Springer, Berlin.

filmato educativo per introdurlo: il titolo era “*Miglioramento in 4 passi*”, traduzione della frase giapponese “*Kaizen eno Yon Dankai*”. Il Kaizen entrava ufficialmente a far parte del pensiero industriale nipponico.

Grazie a questo programma di miglioramento a partire dagli anni ‘60, i prodotti dell’industria giapponese acquistarono valore nei mercati europei dove cresceva vertiginosamente il loro importo grazie a una buona qualità e ad un prezzo ridotto rispetto ai competitors occidentali. La profezia di Deming si era realizzata, motivo che gli valse un’onorificenza da parte dell’imperatore giapponese.

Di lì a breve, il prodotto nipponico e il metodo giapponese acquisiranno sempre maggior fama nel mondo occidentale grazie ad alcune personalità forti dell’epoca come Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Kaoru Ishikawa¹⁰⁹ e Masaaki Imai, per l’appunto.

Con la pubblicazione del 1986 “*Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*”, Imai ufficializzava il Kaizen come metodologia di miglioramento continuo, consolidando l’esperienza produttiva basata sulla qualità giapponese e alimentando il mito del Toyotismo¹¹⁰ nel mondo.

La qualità introdotta dall’industria giapponese portò l’Occidente e in particolare l’Inghilterra ad introdurre nel 1987 la prima versione della Norma Internazionale ISO 9001¹¹¹, una serie di standard universali per la gestione della qualità dei prodotti, ad oggi indispensabile nell’ambiente industriale. Da qui in avanti, si concretizzerà un legame indissolubile tra Kaizen, Total Quality Management (TQM) e Quality Management Systems¹¹².

Questi avvenimenti testimoniano il motivo per cui il metodo Kaizen è ad oggi riconosciuto in tutto il mondo come un pilastro fondamentale della strategia competitiva di un’organizzazione oltre ad essere strumento indispensabile per favorire e sostenere la produzione industriale secondo la filosofia Lean. Kaizen, infatti, è una cultura che rende le aziende flessibili al cambiamento e capaci di trasformarsi in funzione delle esigenze dei propri clienti.

¹⁰⁹ Ingegnere, professore e innovatore giapponese del processo di gestione della qualità. Il diagramma causa-effetto utilizzato nel Kaizen Problem Solving - noto anche come diagramma di Ishikawa – porta, infatti, il suo nome.

¹¹⁰ Si fa riferimento al sistema Toyota Production System (TPS) alla base della Lean Production di Toyota.

¹¹¹ Aggiornata all’ultima versione ISO 9001:2015 rappresenta lo standard per i criteri di gestione della qualità, relativa ad ogni tipo di organizzazione. Assieme alla ISO 9004:2009 (che riguarda la soddisfazione del cliente) fa parte della certificazione ISO 9000:2015. Fonte: De Chiffre L., Hansen H. N., Andreasen J. L., Savio E., Carmignato S., 2015, *Geometrical Metrology and Machine Testing*, Danmarks Tekniske UniversitetKongens Lyngby, Denmark.

¹¹² Parte del sistema di management che comprende la serie di norme ISO 9000 e che è legato alla qualità per aziende pubbliche, private e laboratori di prova. Fonte: De Chiffre L., Hansen H. N., Andreasen J. L., Savio E., Carmignato S., 2015, *Geometrical Metrology and Machine Testing*, Danmarks Tekniske UniversitetKongens Lyngby, Denmark.

4.2. Capisaldi della filosofia Kaizen

Il Kaizen è basato su un approccio scientifico di analisi dei problemi per identificare le azioni di miglioramento (mediante un ciclo PDCA), sull'Hoshin Kanri¹¹³ e sull'elevato coinvolgimento aziendale con focus sull'area di lavoro (gemba¹¹⁴) allo scopo di garantire un'ottima qualità del processo produttivo (Total Quality Management). Esso è collegato strettamente al training e al coinvolgimento dei dipendenti all'interno delle logiche Lean e delle strategie aziendali.

Di seguito si presentano i capisaldi fondamentali della filosofia Kaizen, quelli cioè che non possono mancare nel momento in cui un'azienda vuole intraprendere la strada del miglioramento continuo.

4.2.1. Focus sul valore per i clienti e predisposizione al cambiamento

Il principio cardine del Kaizen è quello di continuare sempre a domandarsi che valore ricerca il cliente e quali sui bisogni è necessario soddisfare. Questo non è un'azione a sé stante, ma evolve nel tempo affinché vengano soddisfatte le esigenze del mercato. Se il valore per il cliente cambia nel tempo, allora devono cambiare anche le aziende ed i loro prodotti: motivo per cui si richiede una forte predisposizione al cambiamento. Nel mondo aziendale, infatti, il cambiamento è all'ordine del giorno. Ad oggi, tutto cambia in continuazione e il mercato è in continua trasformazione. Come anticipato, le esigenze dei clienti cambiano di anno in anno ed a lungo andare subiscono dei veri e propri stravolgimenti.

In questo contesto, il Kaizen è uno strumento che consente alle persone all'interno di un'azienda di diventare più flessibili allineandosi a questi cambiamenti. Il cambiamento è sempre un processo percepito inizialmente come faticoso in quanto è difficile lasciare i vecchi standard che hanno da sempre funzionato per implementare qualcosa di nuovo (e da questo passaggio si capisce il significato del "sacrificio" che il termine Kaizen tiene dentro di sé). Il Kaizen serve proprio per concretizzare questo cambiamento affinché abbia un impatto positivo. Più ci si allena e più velocemente si raggiunge il target. Questo modo di agire permette all'azienda di trasformare questi cambiamenti in un vantaggio nei confronti dei competitors.

4.2.2. Approccio PDCA e OPDCA

Molte volte quando si affronta l'argomento del Kaizen non viene naturale collegarlo a un approccio scientifico e rigoroso, quanto più a delle linee guida teoriche da seguire per migliorare i diversi ambienti dell'azienda. In realtà, il Kaizen poggia le sue basi su un approccio analitico e metodico che prende il nome di ciclo PDCA (acronimo inglese di Plan-Do-Check-Act). Si tratta di un metodo iterativo di gestione e controllo per il miglioramento continuo dei processi e dei

¹¹³ Con il termine Hoshin Kanri si intende un approccio gestionale originariamente utilizzato nella fabbrica di pneumatici Bridgestone negli anni '60. L'obiettivo è quello di favorire l'implementazione della strategia aziendale sia a livello manageriale, sia a livello operativo allineando le funzioni e gli obiettivi strategici aziendali sia in verticale, sia in orizzontale. Questo strumento appartenente alla filosofia Kaizen verrà trattato in modo più approfondito al paragrafo 4.2.4 del capitolo corrente.

¹¹⁴ Con il termine "gemba" o "gemba Kaizen" si intende il luogo fisico dove si crea il valore e nel quale si sviluppa il piano di lavoro.

prodotti, chiamato anche ciclo di Deming dal nome del suo ideatore, l'ingegnere statunitense che lo sviluppò per la prima volta in Giappone nel secondo dopoguerra, con l'intento di risollevare l'industria giapponese. L'approccio è scientifico perché si basa su dati ed evidenze, permettendo di identificare e realizzare nel modo migliore, più rapido e ripetibile un'attività fino al suo successivo miglioramento. È anche trasparente, in quanto si basa su una forte condivisione con il gembu, altro caposaldo fondamentale del pensiero Lean come evidenziato nel paragrafo successivo.

Il ciclo originale proposto da Deming si articolava nelle quattro fasi precedentemente elencate che in italiano possono tradursi con "Pianificare-Fare-Verificare-Agire". Oltre al ciclo classico esistono alcune varianti come quella del ciclo OPDCA¹¹⁵ (acronimo inglese di Observe-Plan-Do-Check-Act), che aggiunge una fase preliminare di osservazione al ciclo precedente. La nuova variante del ciclo può dunque tradursi in italiano con "Osservare-Pianificare-Fare-Verificare-Agire".

Nella seconda parte di questo elaborato è stato utilizzato il ciclo OPDCA come strumento Kaizen per effettuare i miglioramenti sulla linea posta all'interno dell'azienda ospitante, motivo per cui di seguito si riporta una breve descrizione dei passaggi fondamentali della variante OPDCA di questo ciclo.

- Observe: lo step preliminare è l'osservazione. In realtà questa fase non è contemplata nel ciclo di Deming originale ma è un'azione molto importante come sottolineava anche l'ingegnere giapponese Taiichi Ohno. Durante il periodo di consolidamento del sistema TPS, Ohno era solito adottare e far adottare al suo team di lavoro il metodo "Stand in Circle": si trattava di un metodo di osservazione dell'ambiente di lavoro da eseguire in piedi all'interno di un cerchio disegnato sul pavimento con un gessetto. L'obiettivo era quello di condurre una prima analisi della situazione corrente (AS-IS) che fosse indicativa ma anche molto chiara in merito alla situazione da ottimizzare annotando anche le minori anomalie in un certo gap di tempo di osservazione dell'area.
- Plan: il primo step è la pianificazione. In questa fase iniziale si definiscono le problematiche per avere un quadro generale delle maggiori criticità del sistema da migliorare. Si fissano gli obiettivi e si scelgono gli interventi da apportare in modo da riuscire a pianificare facilmente le operazioni di miglioramento. Il primo passo è condurre una prima diagnosi e una verifica di quello che è stato osservato al punto precedente. L'obiettivo chiave da tenere a mente è il flusso del valore.
- Do: il secondo step è l'esecuzione circoscritta di ciò che si è pensato. Dopo aver raccolto le idee e mappato il processo da implementare è necessario raccogliere tutti i dati e iniziare ad elaborare alcune soluzioni. Il modo più semplice e intuitivo è quello di realizzare la prova ideata direttamente sul campo. Sperimentare e intervenire sul sistema è la soluzione più indicata perché consente di acquisire dei dati immediati per elaborare un confronto tra il prima e il dopo.
- Check: il terzo step è il controllo. Di fatto questo passaggio consiste nel verificare i risultati ottenuti a seguito delle prove appena condotte. Si controlla l'esito degli interventi e delle modifiche apportate condividendo i risultati con il team di lavoro. Per la buona riuscita dell'intervento è necessario monitorare costantemente e tenere sotto osservazione ciò che è stato modificato in modo da carpire eventuali criticità. Una volta verificata l'efficacia dell'intervento è possibile confermarlo ricercando e discutendo la soluzione migliore per il determinato impiego.
- Act: il quarto ed ultimo step è l'azione. Una volta confermata la soluzione più adatta è possibile implementare ulteriormente ciò che si è sviluppato.

¹¹⁵ Fonte: <https://www.procedure-qualita-iso-9001.it/certificazione/ciclo-deming/>

A processo ultimato, è possibile monitorare nel tempo le prestazioni per evitare l'insorgenza di problemi a lungo termine. Questo passaggio non è da sottovalutare in quanto è necessario mantenere le modifiche attuate e continuare a migliorare progressivamente nel tempo in accordo con la filosofia Kaizen con l'obiettivo di identificare sempre nuove aree di possibile miglioramento sul sistema appena modificato. Eventualmente, si può pensare anche di esportare alcuni concetti adottati in altri apparati aziendali in modo da avere già una base da cui iniziare per implementare un nuovo ciclo OPDCA simile al precedente.

L'obiettivo finale consiste nell'ottenere un ciclo di miglioramento continuo dei processi un passo alla volta ma migliorando sempre di una piccola quantità lo standard attuale, come evidenziato in figura 4.1. Compiere piccoli passi rispetto allo standard in uso ma con costanza è un risultato migliore da perseguire piuttosto di compierne uno di enorme senza sviluppi ulteriori futuri.

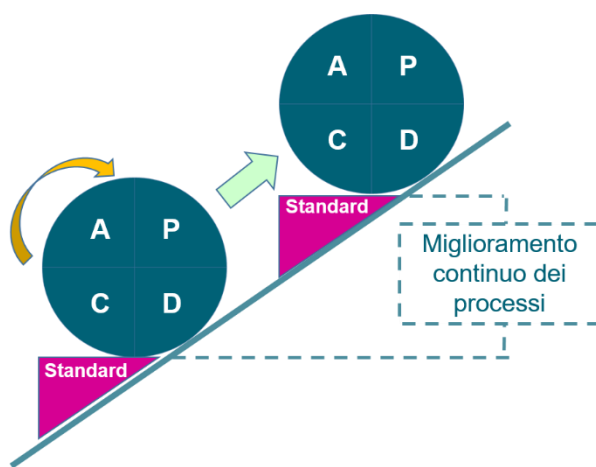


Fig. 4.1 – Rappresentazione del processo di miglioramento basato sul ciclo di Deming.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

4.2.3. Responsabilizzazione e motivazione delle persone: gemba e gemba Kaizen

Il Kaizen mette al centro le persone a diretto contatto con l'ambiente produttivo, il rispetto per esse e per il loro lavoro in modo da valorizzarne lo sviluppo a livello personale all'interno dell'azienda.

Nell'ambiente industriale, il gemba coincide fisicamente con il luogo in cui si sviluppa il piano di lavoro. Andando fisicamente in questo luogo, i manager dovrebbero essere in grado di acquisire nuovi dati grazie ad una nuova prospettiva. Nel Lean Thinking, si utilizza spesso il termine "passeggiata gemba" (gemba walk) per indicare proprio questo camminamento fisico del manager o della classe dirigente nell'ambiente di lavoro. Il fine principale è quello di osservare le aree contaminate da possibili sprechi ed eliminarli con opportune correzioni. L'osservazione deve essere imparziale e non deve portare con sé commenti o critiche nel modo di operare di chi ci lavora.

In realtà, questo atto rappresenta un qualcosa di più profondo: il manager si pone allo stesso livello degli operatori direttamente coinvolti nella produzione per immedesimarsi in loro e ottenere il loro punto di vista, una mossa senza la quale non si riuscirebbero a intravedere tutte le

sfaccettature del processo produttivo. È importante saper ascoltare gli operatori e portare a galla le problematiche che vedono. Anche se l'obiettivo è quello di mettere in luce le inefficienze del processo produttivo, questa procedura mira principalmente alla valorizzazione del singolo individuo: ci si impegna nella minimizzazione degli sprechi e nella riduzione di tutti quei processi che non creano valore aggiunto sul prodotto eliminando ogni operazione o attività del processo produttivo che il consumatore non è disposto a pagare.

Questo porta ad una semplificazione del processo produttivo porta, ad un miglioramento generale della cultura aziendale, ad una maggior sicurezza sull'ambiente di lavoro e ad un avvicinamento tra le diverse entità che costituiscono il cuore dell'azienda: da una parte la produzione e dall'altra la sfera manageriale.

Non è un caso, infatti, che il gemba in letteratura venga spiegato utilizzando la figura di una piramide rovesciata come quella rappresentata in figura 4.2, dove nella parte inferiore si trovano le figure di guida e i leader aziendali mentre nella sezione superiore sono posizionate le risorse umane a diretto contatto con l'ambiente produttivo. Queste ultime occupano uno spazio più grande rispetto al top management e costituiscono di fatto il gemba.



Fig. 4.2 – Rappresentazione piramidale del gemba Kaizen.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Il gemba viene chiamato anche “gemba Kaizen” dato che la filosofia del miglioramento continuo poggia le sue fondamenta in primo luogo sull'individuo e si basa sul principio che "l'energia viene dal basso", cioè che il risultato non viene raggiunto dai vertici gerarchici del management, bensì dai lavoratori direttamente coinvolti nella produzione.

Infatti, come affermava l'ingegnere giapponese Taiichi Ohno:

“Le Risorse umane sono qualcosa al di sopra di ogni misurazione. Le capacità di queste risorse possono estendersi illimitatamente quando ogni persona comincia a pensare.”

L'ideale sarebbe arrivare ad ottenere un'organizzazione aziendale a struttura orizzontale in cui i dipendenti e la direzione sono più facilitati nella comunicazione e nello scambio di idee. Questo obiettivo non è solo l'obiettivo del gemba Kaizen, ma anche dell'Hoshin Kanri, una parte fondamentale della filosofia Kaizen e del Lean Thinking che viene analizzato in modo più approfondito nel paragrafo successivo.

4.2.4. Hoshin Kanri e A3-X Problem Solving

Il termine giapponese Hoshin Kanri letteralmente viene tradotto con l'espressione "controllo logico della direzione dell'ago della bussola" o "gestione della bussola"¹¹⁶. Secondo il Lean Enterprise Institute (2014)¹¹⁷, Hoshin Kanri è "un processo di gestione che allinea le funzioni e le attività di un'organizzazione con i suoi obiettivi strategici. Un piano specifico annuale viene sviluppato con obiettivi, azioni, scadenze, responsabilità e misure precise".

Di fatto rappresenta un approccio per l'implementazione della strategia aziendale, che viene condivisa sia a livello manageriale (tactics), sia a livello operativo (operations), in modo che ognuno riesca a comprendere il proprio ruolo all'interno dell'azienda per raggiungere gli obiettivi prefissati.

L'obiettivo principale è, ancora una volta, quello di ridurre gli sprechi, in particolare quelli che derivano da uno scarso livello di comunicazione tra le diverse aree aziendali. In questo caso però, si cerca di affrontarlo definendo il contributo di ciascun individuo all'interno dell'azienda.

Le origini di questo approccio nascono ancora una volta in Giappone alla fine degli anni '60 per mano dell'azienda produttrice di pneumatici Bridgestone Tyre, Ltd. Dopo un periodo contrassegnato da numerose difficoltà, lo stabilimento principale di Kurume riuscì ad uscirne adottando un metodo di management basato sull'Hoshin Kanri e perseguendo i loro obiettivi con un'offerta di prodotti a prezzi contenuti ma di alta qualità, che nel 1981 portarono l'azienda a diventare uno dei cinque leader mondiale del mercato degli pneumatici¹¹⁸.

Il processo è articolato in quattro fasi e coinvolge quattro tipologie di gruppi di lavoro che sono tenute a collaborare insieme (nello specifico questi sono l'Hoshin Team, i Tactical Teams, gli Operational teams e gli Action Teams):

1. Creazione di un piano strategico, in genere annuale, sviluppato dalla direzione (Hoshin Team) dove figurano gli obiettivi a lungo termine dell'azienda monitorabili attraverso gli indicatori chiave di performance (KPI¹¹⁹). In questa prima fase, l'Hoshin Kanri incontra il Kaizen grazie ad un'altra idea centrale della cultura giapponese: l'hansei¹²⁰, ovvero un procedimento personale di auto-riflessione per comprendere gli errori passati e a partire da questi si cerca di implementare delle soluzioni. Uno degli obiettivi primari di Hoshin Kanri è quello di identificare quei progetti che sono necessari ma anche realizzabili, quelli che coinvolgeranno più persone e che comporteranno cambiamenti il cui effetto positivo si farà sentire in tutta l'azienda;

¹¹⁶ Jackson T. L., 2006, *Hoshin Kanri for the Lean Enterprise: Developing Competitive Capabilities and Managing Profit*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Introduction.

¹¹⁷ Shook J., Marchiwinski C., 2014, *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*, Lean Enterprise Institute Inc., Cambridge, Massachusetts.

¹¹⁸ Shingo S., 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Cambridge, Connecticut; p. 287.

¹¹⁹ Letteralmente "Key Performance Indicators" (abbreviato KPI) sono degli indicatori di efficacia per capire se il business dell'azienda è sulla strada giusta oppure no. Nel primo caso si misura la performance del processo, nel secondo caso si evidenziano le aree critiche. Fonte: Marr B., 2012, *Key Performance Indicators: The 75 measures every manager needs to know*, FT Pearson, Milan; Part One.

¹²⁰ Tosato P., 2016, *Samurai Manager. La montagna inaccessibile*, Guerini Next, Milano.

2. Sviluppo delle tattiche con un processo di tipo “top-down e bottom-up¹²¹”, cioè si instaura una forma di dialogo aperta chiamata “catchball” (o nemawashi), dove le idee vengono metaforicamente lanciate avanti e indietro - come una palla - tra il management e i membri degli altri team. Questa fase rappresenta l’essenza dell’Hoshin Kanri. I dirigenti di medio livello (riuniti nei Tactical Teams) sono tenuti a dettare le tattiche discusse con il top management e gli altri membri del team devono verificare l’attuabilità della strategia proposta. Ovviamente le tattiche possono essere ridiscusse in ogni momento e revisionate periodicamente in gruppo con ciascuna parte dell’organizzazione. L’obiettivo in questa fase del processo è quello di proporre azioni per migliorare le prestazioni sfruttando un flusso bidirezionale di informazioni, e non imposto dal solo top management. Il feedback continuo e la costruzione di piani strategici attraverso il consenso reciproco è la base dell’Hoshin Kanri. Le operazioni e i progetti vengono concretizzati grazie ai membri degli Operational Teams per poi essere sviluppate con la metodologia Kaizen o Kaikaku¹²² dalle persone degli Action Teams;
3. Sviluppo di uno “spiegamento” (deployment, riassunto schematicamente in figura 4.3) dall’alto verso il basso, ovvero la formulazione di una strategia di azione a livello manageriale scendendo gradualmente fino a renderla disponibile a tutte le aree della fabbrica attraverso indicatori visivi in tempo reale. Il punto chiave in questo approccio è la trasparenza delle decisioni prese in team, che si concretizza rendendo visibile ad ogni membro dell’azienda una serie di dati, obiettivi e di KPI in tempo reale, soprattutto al personale del gemba;



Fig. 4.3 – Schematizzazione del processo di deployment nell’Hoshin Kanri.

Fonte: Chiarini & Associati, <https://www.chiarini.it/blog/hoshin-kanri/>

4. Sviluppo di un piano di revisione continua (“day-by-day”) degli indicatori visivi più operativi dell’organizzazione. Un principio ricorrente nel Kaizen, così come nell’applicazione delle 5S e più in generale delle metodologie Lean è il sostenere le attività compiute nel tempo. Con l’ultimo passo dell’Hoshin Kanri ci si impegna a mantenere per poi sviluppare le migliori introdotte con una frequenza giornaliera. Questa implementazione è resa possibile proprio grazie agli indicatori visivi presenti nell’area di lavoro, con i quali è possibile evidenziare le criticità in tempo reale e correggerle al momento.

¹²¹ Il Lean Enterprise Institute (2014) afferma che “Una volta stabiliti gli obiettivi principali, dovrebbe diventare un processo top-down e bottom-up che coinvolge un dialogo tra senior manager e team di progetto sulle risorse e sul tempo disponibili e necessari per raggiungere gli obiettivi”.

¹²² Il Kaikaku (che in giapponese significa “cambiamento radicale” o “riforma”) è un principio Lean di miglioramento che si differenzia dal Kaizen perché porta a dei cambiamenti innovativi su larga scala - e non quotidiani - in modo da avere un forte impatto con un netto cambiamento del modo di operare nel gemba. Fonte: Yamamoto Y., 2013, *Kaikaku in Production Toward Creating Unique Production Systems*, Mälardalen University Press Dissertations, School of Innovation, Design and Engineering, Västerås, Sweden; p.5.

È chiaro che anche l'Hoshin Kanri, al pari dell'approccio Kaizen, si basa sull'applicazione di un ciclo PDCA, grazie al quale il management riesce ad interagire orizzontalmente con il gemba sia in fase di pianificazione, sia in fase di esecuzione. Il punto chiave per l'Organizational Learning¹²³ è quello di scoprire i problemi per poi risolverli e l'Hoshin Kanri soddisfa questo principio proprio attraverso l'implementazione continua del ciclo di Deming.

La denominazione A3-X deriva dal metodo grafico di risoluzione dei problemi di cui l'Hoshin Kanri fa uso, ovvero lo sviluppo in un foglio A3 (il formato più grande spedibile via fax all'epoca) di una matrice X (X matrix, visibile in figura 4.4) che collega tra loro gli obiettivi strategici di lungo termine alle tattiche sul medio-lungo periodo, agli indicatori di misura di breve termine e agli indicatori visual day-by-day. Di fatto rappresenta un modo visivo di collegamento tra i vari obiettivi aziendali a diversi livelli temporali che coinvolge e responsabilizza tutti i team di lavoro aziendali che sono tenuti a svilupparli lavorando in simbiosi.

¹²³ Qualche anno dopo la vittoria del Premio Deming da parte dell'azienda di pneumatici Bridgestone, pioniera dell'Hoshin Kanri, gli studiosi C. Argyris e D. A. Schön nella loro pubblicazione del 1977 intitolata *"Organizational Learning: A Theory of Action Perspective"*, definirono "Organizational Learning" la procedura di rilevamento e di correzione dell'errore tipica dell'Hoshin Kanri. Fonte: Jackson T. L., 2006, *Hoshin Kanri for the Lean Enterprise: Developing Competitive Capabilities and Managing Profit*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; Introduction.

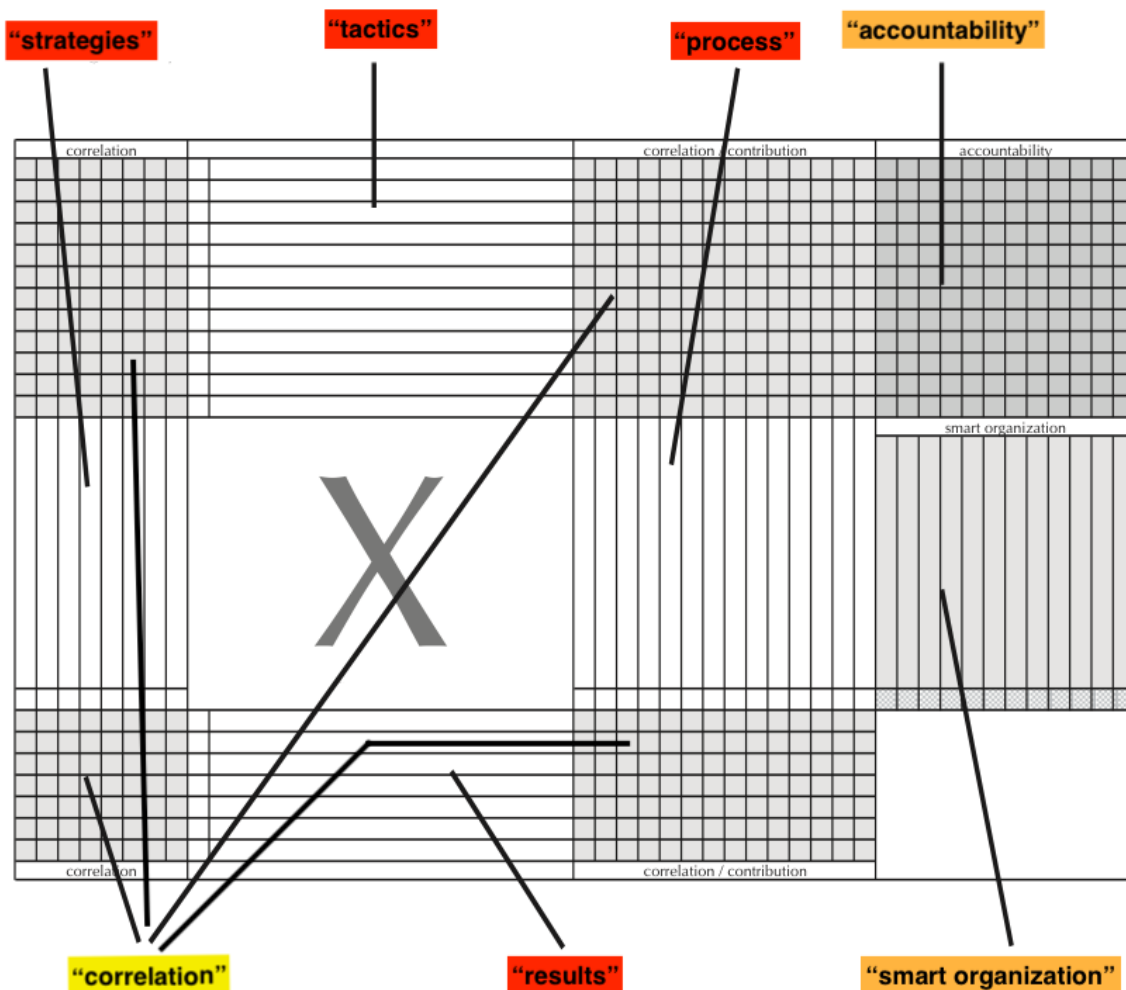


Fig. 4.4 – Rappresentazione di una X Matrix standard impiegata nell’Hoshin Kanri.

Fonte: Jackson T. L., 2006, *Hoshin Kanri for the Lean Enterprise: Developing Competitive Capabilities and Managing Profit*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; p. 7.

Operativamente, la matrice viene compilata dai diversi membri dei team.

L’Hoshin Team segna nella parte sinistra della matrice - denominata “strategies” - le strategie a medio-lungo termine con prospetto da tre-cinque anni in avanti e il piano strategico annuale (Annual Hoshin), con prospetto dai sei ai diciotto mesi in avanti. Questa sezione della matrice è il fulcro dell’intero documento in quanto evidenzia le direttive aziendali ad alta priorità considerate critiche dal top management. Gli obiettivi elencati possono essere molteplici e in genere sono definiti con non troppa specificità. Tipici obiettivi di questa categoria sono l’aumento della produttività, l’aumento della flessibilità sui volumi di produzione, il miglioramento della qualità dei prodotti, etc...

I Tactical Teams compilano poi la parte superiore della matrice - denominata “tactics” - con le tattiche e le iniziative più concrete da realizzare in base al programma stabilito dall’Annual Hoshin (molto spesso accompagnate anche da delle soglie numeriche da raggiungere o da non sfiorare). In questo caso, si passa ad obiettivi più specifici e settoriati, ma ancora piuttosto

generici a livello aziendale, che rivestono un periodo temporale che varia tra i sei e i diciotto mesi. Alcuni esempi di questi obiettivi possono essere l'aumento della capacità produttiva, il monitoraggio delle prestazioni, il miglioramento continuo in alcune parti dell'azienda, etc....

Gli Operational Teams evidenziano, in seguito, nella parte destra della matrice - denominata "process," - le operazioni concrete a livello settimanale-mensile. In questo caso si passa a definire delle attività più specifiche e dei progetti da effettuare in un arco di tempo compreso tra la settimana e i tre mesi, i quali devono essere portati a termine nel periodo medio-breve e possono coinvolgere misurazioni, storico di dati o indici da rispettare. Questi obiettivi possono riguardare la standardizzazione di alcuni processi specifici, la formazione del personale, la definizione di nuovi cantieri Kaizen, l'ottimizzazione dei carichi di lavoro degli operatori, etc....

Infine gli Action Teams riportano i progetti Kaizen e Kaikaku settimanali o a medio-breve termine da realizzare concretamente nella parte inferiore della matrice, denominata "results". In genere anche questa sezione presenta degli obiettivi descritti da prestazioni numeriche da raggiungere o con indici da non sfiorare per avere una stima finale sull'impatto economico-finanziario relativo agli investimenti o alle risorse definite nell'Annual Hoshin. In quest'ultimo caso si fa riferimento alle tecniche standardizzate di lavoro giornaliero e anche ai processi in tempo reale che coinvolgono i suggerimenti degli operatori allo scopo di evidenziare le difettosità, le non conformità, etc... Tipici obiettivi sono, per esempio, il mantenimento di un certo standard OEE, le specifiche procedure di Problem Solving Analysis giornaliero e settimanali, etc...

Ognuna di queste quattro sezioni si collega alla precedente e alla successiva grazie a quattro sottomatrici denominate "correlation". All'interno di queste matrici minori sono contenuti in ogni casella dei simboli - definiti in una legenda a parte - dove si stabilisce il legame tra gli obiettivi di due sezioni contigue. Le quattro sezioni descritte in precedenza sono connesse tra di loro in modo circolare con rotazione oraria (la sezione di sinistra è collegata a quella superiore, che a sua volta è collegata a quella di destra, che infine è collegata a quella inferiore). In questo modo si avranno dei legami contigui tra tutte e quattro le sezioni della X matrix.

Il risultato di questa enorme matrice si evince dai collegamenti più o meno forti che ciascun obiettivo di ognuna delle quattro sezioni di matrice ha con le altre: se il legame è forte si evidenzia con un simbolo, se è debole con un altro, in modo che si rendano distinguibili tra loro gli obiettivi con una dipendenza maggiore nei quattro livelli di Hoshin Kanri. Così facendo è possibile vedere in modo chiaro e veloce quali sono le giuste tappe da seguire per implementare un piano strategico comune definito a partire dal coinvolgimento di tutti i membri dell'azienda - dal top management al gemba - in modo orizzontale e trasparente. I simboli sono in genere rappresentati a parte nella legenda della X matrix.

L'ultima sezione importante della matrice si trova nell'estremo destro del documento. Si tratta delle tabelle denominate "accountability" e "smart organization". In questa parte si definiscono rispettivamente le responsabilità delle persone in merito alle attività che dovranno svolgere e l'elenco delle persone attive (Team Members). Queste ultime due sezioni hanno lo scopo di evidenziare l'organizzazione delle operazioni - chiamata anche "allineamento" - ovvero l'intreccio e la cooperazione che i lavoratori devono mantenere per lo svolgimento delle attività, sia a livello individuale, sia a livello di team di lavoro, per perseguire gli obiettivi proposti.

In figura 4.5 è rappresentata, a titolo di esempio, una X matrix utilizzata dall'azienda ospitante Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Impatto/Correlazione	"correlation" tactics - process	Tattica	"process"			"correlation" process - results	KPI	Valore KPI attuale	2019	2020	"correlation" results - strategies	"strategies"	"correlation" strategies - tactics	"smart organization"	"accountability"
			KPI	Processo di riferimento	Processo di riferimento										
●	●	Implementazione lavaggio con soda in cambio gusto (Adeguamento tecnico)	Produttività MDO (bottoloni MDO)	L60	3.084	60,5%	3.238 (+5%)			X		●	Dir. Operations	X	
●	●	Estensione da 72h a 120h (tempo massimo senza sanificazione a linea ferma) (Adeguamento tecnico)	OEE (%)	L61	1.808	68,3%	1.817 (+0,5%)	71,4%		■		●	Dir. Supply Chain & Ecosostenibilità	■	
○	○	Introduzione riempitrici elettroniche e serbatoi per ricircolo bibita (Adeguamento tecnico)	Scarto colata (%)	L63	4.298	70,6%	4.468 (+5%)	72,7%		■		○	Dir. Tecnica	■	
○	○	Riduzione consumi sistema trattamento aria (Adeguamento tecnico)		L64	8.051	77,6%	8.450 (+5%)	79,9%		■		○	Dir. Qualità	■	
●	●	Valutazione tecnica di potenziali modifiche di layout e tecnologiche che possano ottimizzare l'utilizzo di risorse in linea (Adeguamento tecnico)		L65	5.280	73,6%	5.540 (+5%)	75,8%		■		○	Dir. Risorse Umane & Ambiente & Sicurezza	■	
●	●	Inserimento minipallet in L63 (Adeguamento tecnico)		L66	3.303	62,0%	4.098 (+5%)	63,5%		■		○	Dir. Pianificazione e controllo	■	
●	○	Formazione nuovi capi impianto (Formazione)		L60	5.400	60,5%	4.900	62,3%		■		○	Dir. Generale	■	
●	○	Formazione personale squadre per lavorare su più linee (Formazione)		L61	2.300	68,3%	2.300	71,4%		■		○		■	
●	○	Formazione personale squadre per lavorare su più linee (Formazione)		L63	1.000	70,6%	1.000	72,7%		■		○		■	
●	○	Revisione piani di manutenzione (Produzione)		L64	1.000	77,6%	1.000	79,9%		■		○		■	
●	○	Riallocazione volumi produttivi L66; L64; L61 e L60 (Produzione)		L65	1.100	73,6%	1.100	75,8%		■		○		■	
●	○	Riduzione della complessità - Analisi strategica referenze a bassa domanda di mercato - Cost/Benefit Analysis (Ottimizzazione)		L66	7.700	62,0%	6.500	63,5%		■		○		■	
○	○	Sviluppo O-KPI Platform (monitoraggio)								■		○		■	
○	○	Implementazione e informatizzazione dell'Indicatore di Efficienza Lavorativa (IEL) - Linee Asettiche (Monitoraggio)								■		○		■	
○	○	Integrazione IEL e TCO nel software di pianificazione della produzione Compass (Ottimizzazione)								■		○		■	
○	○	Creazione di un tavolo di lavoro condiviso per l'identificazione del TCO (Ottimizzazione)								■		○		■	
○	○	Cantiere Kaizen Scarti bottiglie - Identificazione azioni per riduzione scarti (Monitoraggio)								■		○		■	
○	○									■		○		■	

Legenda

- Elevato impatto/correlazione
- Medio impatto/correlazione
- Basso impatto/correlazione
- ↑ Migliora il KPI
- = Effetto neutro sul KPI
- ↓ Peggiora il KPI
- X Team leader
- Elevato coinvolgimento
- Coinvolgimento

Fig. 4.5 – Rappresentazione di una X Matrix impiegata nell'Hoshin Kanri per le linee di imbottigliamento asettico.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

In particolare, essa è riferita allo sviluppo di un progetto Hoshin Kanri attivo nel 2012 per una tipologia particolare di linee di produzione denominata “impianto asettico”¹²⁴.

Rispetto alla matrice del Jackson di figura 4.4, in questo caso si sono ruotati i quattro obiettivi strategici di un posto in senso antiorario, ma la validità e i concetti precedentemente esposti rimangono gli stessi.

Di seguito, si procede ad una spiegazione più dettagliata del funzionamento della matrice: in questo specifico caso, si considereranno alcuni obiettivi - riquadrati in rosso - per evidenziare le potenzialità del metodo Hoshin Kanri attraverso l'impatto visivo della X matrix.

L'Hoshin Team segna nella parte inferiore della matrice alcune strategie a medio-lungo giudicate ad alta priorità. Come anticipato in precedenza, gli obiettivi che compaiono in questa zona di matrice sono più generici visto che coprono un prospetto dai tre-cinque anni in avanti. Tra questi consideriamo per esempio la voce “Aumento della produttività”, ovvero il termine riquadrato in rosso nella sezione “strategies”.

Questo obiettivo può essere confrontato con gli obiettivi della sezione successiva (“tactics”) nella tabellina di correlazione in angolo in basso a sinistra. Si nota che a questo obiettivo sono fortemente collegati tutti e quattro gli obiettivi della sezione. Infatti, andando ad esaminare la legenda presente nell'estremo inferiore della matrice, si osserva che con un simbolo di un punto nero pieno si indica un elevato impatto/correlazione di un obiettivo rispetto ad un altro, proprio come nel caso appena visto. Con un punto cerchiato non pieno si indica, invece, un medio impatto e, infine, con un segno posto cuneiforme non pieno si indica un basso impatto.

Tra gli obiettivi scelti dai Tactical Teams presenti nella sezione “tactics” si sceglie, ad esempio, la voce “Aumento continuità e saturazione capacità produttiva”, riquadrata in rosso. A questo punto si può procedere in modo analogo a quanto appena fatto andando ad analizzare la correlazione in alto a sinistra tra questo obiettivo e quelli della sezione successiva (“process”) facendo sempre riferimento ai simboli che si trovano nelle caselle.

Tra gli obiettivi di questa sezione si sceglie, ad esempio, la voce “Valutazione tecnica di potenziali modifiche di layout e tecnologiche [...]” riquadrata in rosso. Si nota che esiste anche in questo caso una forte correlazione con l'obiettivo precedente che viene indicato ancora una volta con il simbolo del punto nero pieno.

Allo stesso modo si procede nella zona di destra dove sono rappresentate le correlazioni tra quest'ultimo obiettivo e quelli della sezione “tactics”. In questa zona di correlazione della matrice (in alto a destra), si sono utilizzati dei simboli diversi dai precedenti (freccia verde, tacca

¹²⁴ Nell'industria alimentare, con il termine “lavorazione asettica” si intende tecnica di lavorazione del prodotto finito (in genere allo stato liquido) per cui è previsto il massimo isolamento di quest'ultimo dall'ambiente esterno senza dover ricorrere all'utilizzo della refrigerazione durante la fase di trasporto. Di fatto, si isola in modo ottimale il prodotto alimentare dentro a un contenitore in pressione chiamato “tank asettico” in modoc che la materia prima contenuta non entri a contatto con l'atmosfera dell'ambiente. Motivo per cui le zone di riempimento dell'impianto asettico che si occupa di versare il prodotto alimentare nel contenitore, sono opportunamente isolate dal resto dell'ambiente, proprio come lo erano i tank asettici in fase di trasporto.

gialla e freccia rossa) per indicare la dipendenza con l'ultima delle quattro categorie di obiettivi, ovvero quella redatta dagli Action Teams, ma la valenza del procedimento è analoga a prima.

Gli obiettivi della sezione "results" sono di fatto indicatori di un unico obiettivo: i KPI aziendali da perseguire espressi per specifiche aree dello stabilimento o addirittura per determinati macchinari o linee di produzione. Se si considera la voce "Produttività MDO" si nota che l'obiettivo della sezione precedente ("process") è migliorativo nei confronti di questo KPI. Inoltre, come anticipato in precedenza, in questa sezione di matrice sono presenti dei dati numerici come indicatori di obiettivo, utili nel livello più basso del deployment per concretizzare gli obiettivi a monte e per poter operare dei confronti numerici nel tempo.

Infine, si può "chiudere" il giro andando ad analizzare la sezione delle correlazioni in basso a destra dove ai KPI della sezione "results" sono correlati gli obiettivi principali di partenza definiti dal top management. Considerando l'obiettivo iniziale da cui era partito il tutto si può notare una forte correlazione (pallino nero pieno) tra la voce "Produttività MDO" e "Aumento della produttività".

Nella parte all'estrema destra della matrice, si notano le due sezioni "smart organization" (dove sono presenti i membri coinvolti nel progetto Hoshin Kanri) e "accountability" (dove figura la presa in carico delle attività da sviluppare). Si nota che le responsabilità sono riferite solo alla sezione "process", cioè quella compilata da parte degli Operational Teams, in quanto sono le operazioni da eseguire concretamente sul medio termine.

Per esempio, in merito all'obiettivo considerato in precedenza "Valutazione tecnica di potenziali modifiche di layout e tecnologiche [...]" si nota che esso richiede un elevato coinvolgimento da parte del "Direttore delle Operations" (simbolo del quadrato nero pieno) e un coinvolgimento del "Direttore Tecnico" come Team Leader dell'operazione (simbolo della X). Questo significa che le due persone dovranno collaborare insieme per concorrere insieme alla realizzazione di questo specifico obiettivo. Si nota anche che queste ultime non sono responsabili solamente di questa attività ma saranno coinvolte anche in altre attività come si evince dai simboli dalla matrice: basti guardare la riga riferita al "Direttore delle Operations" che è piena, ad indicare di fatto il pieno coinvolgimento di questa persona in tutte le attività presentate sul medio termine.

4.2.5. Total Quality Management (TQM)

Il Total Quality management (TQM) è un approccio organizzativo che coinvolge tutti i membri di un'azienda orientandoli verso il miglioramento continuo riguardante la capacità di fornire prodotti e servizi di alta qualità per i propri clienti. Da qui il profondo legame tra Kaizen e qualità.

L'evoluzione storica della TQM si è consolidata nel tempo in quattro fasi¹²⁵:

1. Quality Inspection, che riporta ad una basilare ispezione della qualità dei prodotti;
2. Quality Control, con la quale si identifica una prima bozza del controllo della qualità;
3. Quality Assurance, dove si inserisce il concetto di "garanzia" per la qualità;
4. Total Quality Management, che rappresenta la gestione della qualità totale nella sua più completa e ampia definizione come la conosciamo ai giorni nostri.

¹²⁵ Dahlgaard J. J., Khanji G. K., Kristensen K., 1997, *Fundamentals of Total Quality Management*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; pp. 7,8.

È evidente che il concetto di “qualità” non è qualcosa di nuovo alle attività umane, del resto fin dall’antichità si concordava sul fatto che esistevano dei prodotti “meglio lavorati” di altri.

Tuttavia, il primo vero esempio di attività a livello industriale nei confronti della qualità (Quality Inspection) del prodotto finito si è avuto agli inizi del ‘900 (1910) nell’azienda di Henry Ford, quando una Model T sulla catena di produzione scivolò fuori dalla linea. Da quel momento iniziò un processo di ispezione su tutte le parti del processo produttivo con l’obiettivo di delineare la qualità dei pezzi prodotti discriminando quelli conformi da quelli da scartare o da rilavorare o da vendere al mercato come prodotti di bassa qualità. Questo evento ha rappresentato la prima fase di ispezione qualitativa dei materiali con squadre di ispettori interni all’azienda.

Il passo successivo (Quality Control) che ha posto le basi del controllo qualità si è raggiunto nel 1924, periodo in cui sono state redatte delle specifiche scritte, delle misurazioni e delle standardizzazioni da seguire che richiedevano un controllo mirato attraverso competenze scientifiche. Durante la seconda guerra mondiale, i sistemi di produzione divennero sempre più complessi, da qui la necessità di entrare nella terza fase del processo di qualità, dove la squadra di ispezione non era più composta da lavoratori e membri interni all’azienda, bensì verificata da ispettori esterni.

In questa fase si è aggiunto anche un controllo statistico della qualità in post-produzione per evidenziare le non conformità: questo metodo prende il nome di Statistical Process Control (SPC)¹²⁶ e ha l’obiettivo di prevenire la produzione di prodotti finiti difettosi analizzando le informazioni, rivelando le criticità e correggendo le inefficienze allo scopo di aiutare l’operatore. Il SPC è collegato a un parametro importante del processo produttivo: la variabilità (variability). Per monitorare il comportamento di alcune variabili in un arco di tempo e per mantenere sotto controllo i vari parametri del processo, il SPC prevede l’utilizzo di carte di controllo denominate Shewart Control Chart¹²⁷, dal nome dell’ingegnere e fisico che le ideò. In particolare, Shewart delineò due tipi di cause che generavano variabilità nel processo: la prima, quella naturale, era dovuta ai fattori casuali che si sviluppavano accidentalmente (random factors) e la seconda, quella sistematica, era dovuta a dei fattori specifici non casuali (systematic factors). L’obiettivo dello SPC è quello di individuare la presenza di fattori sistematici dovuti per esempio a malfunzionamento delle macchine, a difettosità dei prodotti o errori umani per ridurre o eliminare questo tipo di fonti mantenendo il processo “sotto controllo”. Viceversa, in presenza di variabilità sistematica il processo veniva denominato “fuori controllo”.

Come rappresentato in figura 4.6, in ogni Shewart Control Chart figura una linea centrale - che rappresenta il valore medio - e due linee, una superiore e una inferiore, che rappresentano rispettivamente i limiti di controllo (control limits) del processo. Questi limiti derivano esclusivamente dalla natura del processo produttivo essendo collegati a delle tolleranze “naturali” che possiede il processo stesso e non si riferiscono alle tolleranze geometriche da disegno (chiamate anche specifications limits).

¹²⁶ De Chiffre L., Hansen H. N., Andreasen J. L., Savio E., Carmignato S., 2015, *Geometrical Metrology and Machine Testing*, Danmarks Tekniske Universitet Kongens Lyngby, Denmark.

¹²⁷ Shewart W. A., 1931, *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, MacMillan, London.

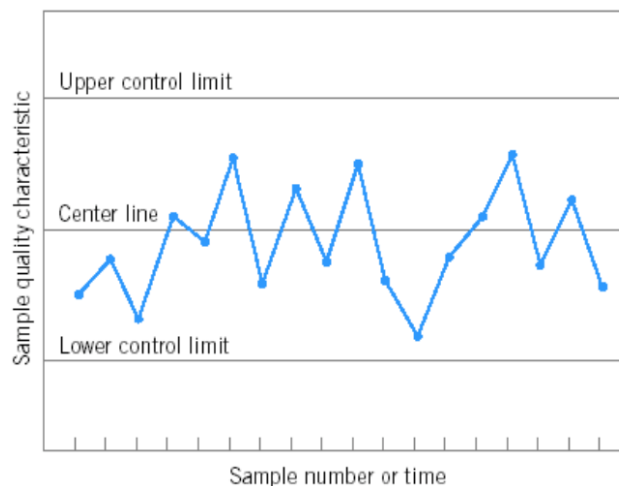


Fig. 4.6 – Rappresentazione di uno Shewart Chart.

Fonte: Savio E., dispense del corso di *Quality in Manufacturing Engineering*, Università degli Studi di Padova, A. A. 2020/2021.

Il terzo stadio del processo di qualità (Quality Assurance) contiene le due fasi precedenti, al fine di discriminare se un prodotto soddisferà o meno le esigenze di un cliente. Nel 1950 si iniziano a sviluppare manuali sulla qualità e sui costi della qualità, procedure di verifica dei sistemi di qualità e metodi di prevenzione sui processi di bassa qualità che porteranno al concetto di TQM dei giorni nostri.

L'ultima e attuale fase di evoluzione (Total Quality Management) che si è sviluppata a partire dal 1950, raggruppa nella sua completezza i concetti di gestione della qualità in ogni suo aspetto, prevedendone la comprensione e l'attuazione dei suoi principi. Si instaura così una filosofia del Total Quality Management a livello di organizzazione aziendale che acquista sempre più interesse arricchendosi di tecniche di gestione della qualità sempre più sofisticate.

Dalla fine del secondo dopoguerra, in concomitanza con l'ascesa della Lean Manufacturing, due forme di pensiero si affermavano. La prima, quella dell'ingegnere statunitense Deming (1982), che affermava che le criticità risiedevano nel processo produttivo e che i metodi statistici potevano aiutare a risolvere questi problemi e quelli organizzativi che risiedono nella sfera manageriale dell'azienda. La strada giusta secondo Deming era quella degli strumenti statistici SPC adottando la logica Lean di produzione giapponese basata sulla costanza del miglioramento continuo. Allo stesso tempo, il Dottor Joseph Juan (1980), concentrava i suoi interessi sulla funzionalità e sullo scopo dei prodotti finiti. Secondo il suo pensiero, infatti, un prodotto poteva soddisfare tutti i parametri qualitativi previsti ma poteva non risultare adeguato alle esigenze dell'acquirente. Concetti che andavano a fortificare la trattazione della piramide gerarchica dei bisogni che già Abraham Maslow aveva trattato nel 1954.

4.3. Kaizen e Kaizen-Kata: procedura generica di applicazione del Kaizen Problem Solving

A partire dalla teorizzazione del Kaizen come l'aveva proposta Maasaki Imai, nel corso degli anni diversi autori si sono interessati al suo studio e altri hanno avanzato nuovi approcci per la sua applicazione e implementazione.

Secondo Mike Rother (2009)¹²⁸, autore del libro "Toyota Kata", nell'azienda Lean per eccellenza esistono degli elementi abituarini molto più mentali del Kaizen stesso, che si nascondono dietro la risoluzione dei problemi operativi attraverso gli obiettivi di miglioramento continuo.

"Briefly put, the continuously repeating routine of Toyota's improvement kata goes like this: (1) in consideration of a vision, direction, or target, and (2) with a firsthand grasp of the current condition, (3) a next target condition on the way to the vision is defined. When we then (4) strive to move step by step toward that target condition, we encounter obstacles that define what we need to work on, and from which we learn."

Questi elementi costituiscono il Kata¹²⁹, il cui procedimento è diagrammato in figura 4.7.

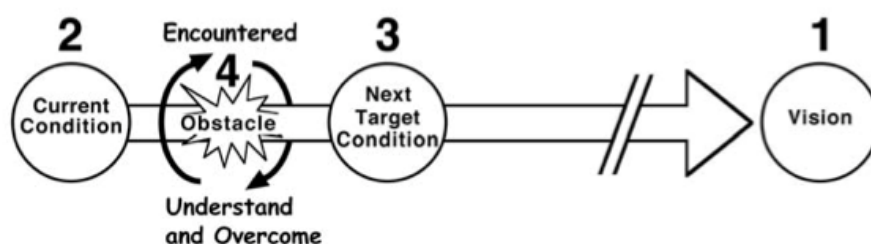


Fig. 4.7 – Schematizzazione di un processo di miglioramento Kata.

Fonte: Rother M., 2009, *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness, and Superior Results*; McGraw-Hill: New York; pp. 75,76.

Di fatto il Kata è basato su una visione di routine che parte da un obiettivo fissato da parte della direzione (il target da raggiungere) e definisce un obiettivo successivo analizzando la condizione attuale e affrontando gli ostacoli che si presentano sul cammino per raggiungerla, ostacoli che sono propedeutici alla nostra cultura, da cui è possibile trarre insegnamenti preziosi.

Anche Suárez-Barraza (2010)¹³⁰, propone di sviluppare il Kata di miglioramento accanto ai capisaldi del Kaizen, cioè quell'approccio mentale basato su otto punti che consente di affrontare i fallimenti che si presentano in qualsiasi tipo di organizzazione.

¹²⁸ Rother M., 2009, *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness, and Superior Results*; McGraw-Hill: New York; pp. 75,76.

¹²⁹ Il termine giapponese "kata" si traduce in italiano con la parola "forma", "modello" e trae le sue origini dalle arti marziali giapponesi. In particolare, indica una serie di movimenti codificati che individuano delle tecniche di combattimento e ne evidenziano i principi fondanti (tramandabili dal maestro all'allievo) e le opportunità di esecuzione ottimali. Il termine è stato utilizzato in Toyota per indicare quell'approccio mentale a sostegno del Kaizen, con cui affrontare e superare le situazioni più negative che ci si presentano.

¹³⁰ Gli otto step proposti da Suárez-Barraza nella sua pubblicazione *"La Kata de la Mejora, el Quinto Principio Rector del Kaizen"* sono (1) l'identificazione del problema, (2) la determinazione degli effetti del problema, (3) la valutazione della situazione attuale del problema, (4) l'identificare delle cause alla radice del problema, (5) la proposta di un Piano d'Azione di Miglioramento, (6) il riesame dei risultati della domanda, (7) la correzione e la standardizzazione delle azioni di miglioramento proposte e, infine, (8) la proposta delle conclusioni finali. Fonte: Suárez-Barraza, M. F., 2010, *La Kata de la Mejora, el Quinto Principio Rector del Kaizen*; Editorial Ágora Medios: Toluca, Mexico; p. 3.

Si può dunque parlare di un duplice approccio alla risoluzione dei problemi chiamato Kaizen-Kata. Secondo Ferenhoff et al. (2018)¹³¹, “il Kaizen-Kata migliora le capacità di risoluzione dei problemi dei dipendenti”.

Il Kaizen-Kata è un approccio applicabile individualmente a partire da ciascuna risorsa umana che fa parte dell'azienda. Tuttavia, la sua efficacia assume il pieno delle potenzialità quando il target viene affrontato all'interno di un gruppo di lavoro. Da qui parte la procedura di ottimizzazione¹³².

4.3.1. Step preliminare: formare il Kaizen Blitz ed effettuare il brainstorming

Il primo passo è quello di formare un team interfunzionale, che ha l'obiettivo di collaborare insieme. Il Kaizen Team è formato in genere da almeno 10 partecipanti guidati da uno o due esperti (Kaizen Coach) - interni o esterni all'azienda - che organizzano i cosiddetti Kaizen Blitz (o Kaizen Event) aziendali. Si tratta di riunioni periodiche mirate a migliorare in continuazione un problema circoscritto dell'azienda, che sia relativo all'ambito della produzione, degli uffici, dei servizi, ... Il Kaizen, infatti, è uno strumento Lean applicabile a tutti i comparti di un'organizzazione, non solo al reparto produttivo. I membri del team hanno funzioni diverse all'interno dell'azienda, da questo deriva l'interfunzionalità del gruppo di lavoro, che rappresenta un prerequisito fondamentale per questa tipologia di riunioni. Devono emergere, infatti, più punti di vista legati al problema da trattare, in questo modo si ha una visione completa delle criticità e dei punti da migliorare.

Nella fase iniziale si effettua un brainstorming di idee e di pareri legati alla tematica da implementare, allo scopo di identificare e assegnare i punti chiave da trattare. Tra questi devono figurare sicuramente quelli legati a ciò che ha effettivamente valore per il cliente. Un buon punto di partenza per fissare le idee su un riferimento cartaceo o digitale è l'utilizzo dello strumento Lean A3 Model Technique presentato nel primo capitolo dell'elaborato che verrà impiegato anche nella fase successiva.

4.3.2. Step 1: analizzare la situazione corrente con l'aiuto degli strumenti Lean

Il secondo step è quello di valutare le condizioni correnti (situazione AS-IS) e mettere in luce le criticità, avanzando ipotesi su come si possano risolvere le problematiche e impostando una bozza di ciò che si vorrebbe sviluppare per migliorare la situazione attuale.

¹³¹ Ferenhoff, H.A., Da Cunha, A., Bonamigo, A., 2018, *Toyota Kata as a KM solution to the inhibitors of implementing lean service in services companies*, Journal of Information and Knowledge Management Systems, vol. 48; pp. 404–426.

¹³² I seguenti paragrafi sono ripresi dall'introduzione e dal capitolo 2 (Change Management and Kaizen Teams) della pubblicazione *Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements*. Fonte: Alukal G., Manos A., 2006, *Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements*, ASQ Quality Press, Milwaukee; Introduction, cap. 2.

Una volta circoscritte qualitativamente le criticità è necessario identificare le cause dei problemi utilizzando degli istogrammi o dei particolari diagrammi.

Tra questi, per esempio, è molto utilizzato il diagramma a lisca di pesce di Ishikawa¹³³. È una tecnica visiva impiegata per individuare la causa o le motivazioni più probabili che portano a dei determinati effetti o problematiche, motivo per cui è anche conosciuto con il nome di **diagramma** causa-effetto a lisca di pesce, come evidenzia il suo aspetto grafico in figura 4.8.

Nel caso generale rappresentato si individuano le cause che portano ad un generico effetto secondo cinque categorie di analisi: il metodo, i macchinari, il management, i materiali e la forza lavoro.

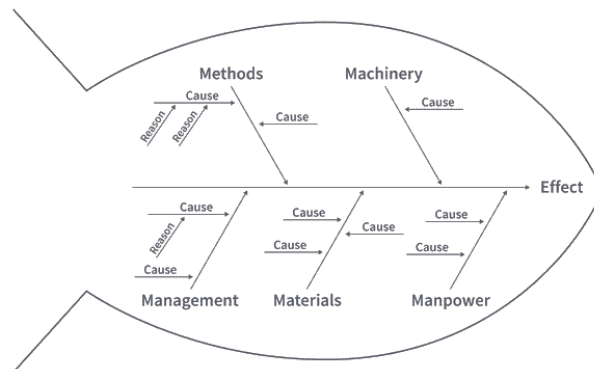


Fig. 4.8 – Schematizzazione di un diagramma di Ishikawa generico.
Fonte: <https://www.investopedia.com/terms/i/ishikawa-diagram.asp>

Questo approccio di analisi è stato ampiamente utilizzato anche in ambito di gestione della qualità, per esempio in riferimento ai fattori preponderanti che influenzano i risultati delle misurazioni di una macchina CMM (Weckenmann et al., 2002)¹³⁴, come riportato in figura 4.9.

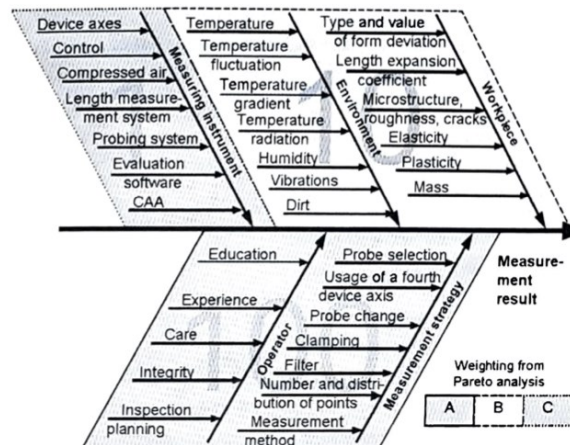


Fig. 4.9 – Diagramma di Ishikawa relativo ai fattori che influenzano i risultati delle misurazioni di una macchina CMM
Fonte: De Chiffre L., Hansen H. N., Andreasen J. L., Savio E., Carmignato S., 2015, *Geometrical Metrology and Machine Testing*, Danmarks Tekniske Universitet Kongens Lyngby, Denmark; p.13.

¹³³ Il diagramma di Ishikawa prende il nome dal suo ideatore, Kaoru Ishikawa, ingegnere e professore giapponese in merito alla qualità. In genere, è anche utilizzato nell'implementazione del ciclo PDCA e fa parte delle metodologie del Total Quality Management per la gestione della qualità.

¹³⁴ Weckenmann A., Blunt L., Beetz S., 2002, *Components of a training concept for coordinate metrology*, Leonardo da Vinci Project, University Erlangen-Nuremberg, Germany.

Accanto al diagramma di Ishikawa è possibile utilizzare anche la strategia de “i 5 perché”¹³⁵ (rappresentato schematicamente nella tabella 4.1), ovvero un metodo molto basilare in cui si scrivono in cascata le cause di una problematica, partendo dalla causa prioritaria generale e scendendo di cinque livelli nelle cause specifiche domandandosi di volta in volta “perché?”.

Tab. 4.1 – Rappresentazione schematica del funzionamento del metodo de “i 5 perché”.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Problema	Perché?	Perché?	Perché?	Azione
Problema	Causa 1	Causa 1.1		Azione 1.1
	Causa 2	Causa 2.1	Causa 2.1.1	Azione 2.1.1
		Causa 2.2	Causa 2.2.1	Azione 2.2.1
			Causa 2.2.2	Azione 2.2.2
			Causa 2.2.3	Azione 2.2.3
	Causa 3			

Come riportano Womack et al. (1990)¹³⁶, questo approccio veniva ampiamente utilizzato in Toyota in ottica di miglioramento continuo e di Total Quality Management. Nel momento in cui un operatore trovava un pezzo difettoso in linea doveva contrassegnarlo e portarlo in una zona di controllo dove veniva analizzato con l’approccio de “i 5 perché”. L’obiettivo era fare in modo che il difetto non potesse più presentarsi in futuro.

Anche lo stesso approccio 5S - trattato al capitolo precedente - è una metodologia efficace da utilizzare nel processo del Kaizen in quanto riflette alcuni obiettivi comuni al Kata (tra tutti, il sostenimento di ciò che si è sviluppato), fornendo una procedura specifica di miglioramento nei confronti dell’area fisica di lavoro.

Lo strumento con maggior potenziale in una prima analisi Kaizen rimane però il diagramma di Pareto¹³⁷. Si tratta di un istogramma ampiamente utilizzato in statistica e a livello di gestione della produzione in quanto riesce in modo rapido e chiaro ad evidenziare una classe relativa a una certa quantità che pesa più di altre nel complesso. In questo modo, se è necessario introdurre dei miglioramenti o aumentare le performance relativamente a una data classe, con questo diagramma è possibile determinare chiaramente in che direzione e su che prodotti agire.

¹³⁵ “The 5W’s and 1 H” è uno strumento di problem solving basato sui 5 perché (Who, What, Where, When, Why) e 1 come (How). I primi 4 perché e il come sono utilizzati per capire i dettagli del problema. L’ultimo perché è da utilizzare effettivamente in cascata per andare a ricercare nello specifico le cause delle criticità. Fonte: <https://www.isixsigma.com/implementation/basics/using-five-ws-and-one-h-approach-six-sigma/>

¹³⁶ Womack P. J., Jones D. T., Roos D., 1990, *The Machine That Changed the World*, Free Press, New York; p. 34.

¹³⁷ Il principio di Pareto afferma che, in genere, si valorizza un gruppo più ristretto di grandezze importanti a discapito di un insieme più ampio ma più marginale rispetto al primo.

Una delle applicazioni più note dell'analisi ABC basata sul principio di Pareto è quella condotta sul valore di impiego annuo, rappresentata in figura 4.10. In ascissa figurano gli articoli a

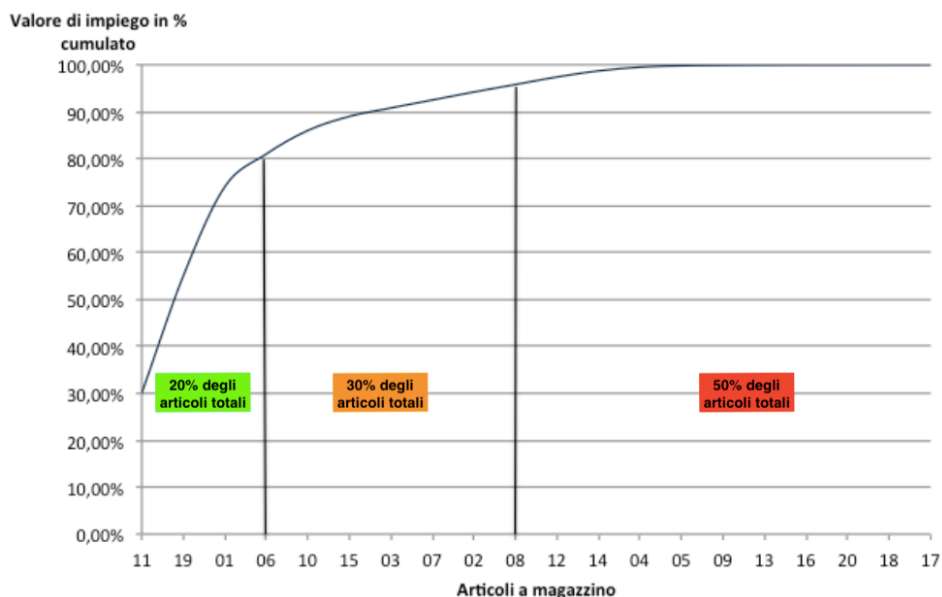


Fig. 4.10 – Analisi ABC semplice condotta sul valore di impiego annuo di un'azienda.

Fonte: Panizzolo R., dispense del corso di *Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici*, Università degli Studi di Padova, A. A. 2019/2020.

magazzino mentre in ordinata il capitale complessivo che l'azienda ha garantito per l'acquisto e per la vendita di ogni articolo che è uscito dal magazzino e che ora non è più lì. Il valore di impiego del capitale è riportato come percentuale cumulata a partire da una precedente analisi dei capitali e dei capitali percentuali ordinati in una tabella secondo un ordine decrescente.

Si osserva la suddivisione in tre classi (A, B, C, anche se a volte c'è anche una quarta classe D) in base alle soglie standard di valore cumulativo (80% di A, 15% di B e 5% di C è la combinazione classica). La classe A rappresenta gli elementi di fondamentale importanza (circa il 20% del totale); la classe B rappresenta gli elementi intermedi (circa il 30% del totale); infine la classe C rappresenta gli elementi irrilevanti o meno importanti (circa il 50% del totale). Questo tipo particolare di analisi è applicabile al magazzino come consumi, giacenze medie, frequenze di prelievo, ... e su clienti (o sui fornitori) mediante l'utilizzo di un'analisi ABC incrociata¹³⁸ (chiamata anche Cross Analysis).

4.3.3. Step 2: agire in modo compatto coinvolgendo il gemba

Una volta condotta questa analisi preliminare è possibile passare alla fase di azione vera e propria per implementare le possibili soluzioni proposte. È indispensabile agire per eliminare le attività non a valore (cioè quelle attività che il cliente non considera nel suo comportamento di acquisto e per le quali non è disposto a pagare). Tuttavia, tra le attività non a valore sono presenti quelle non a valore ma necessarie, che l'impresa deve necessariamente o obbligatoriamente svolgere allo

¹³⁸ Di fatto rappresenta l'incrocio di due analisi ABC semplici in una matrice 3x3 o 4x4 a seconda del numero di classi di suddivisione. Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano.

scopo di supportare o mantenere il valore aziendale. Invece, le attività non a valore e non necessarie - ossia gli sprechi - consistono in tutte quelle attività su cui è possibile creare dei margini di miglioramento per snellire l'intero processo di produzione. L'obiettivo è quello di cercare di ridurre la parte non a valore per favorire quella a valore: in questo processo assume un forte impatto la qualità del prodotto a tutti gli stadi di produzione, motivo per cui la Total Quality Management (TQM) assume un ruolo chiave nel processo di miglioramento continuo.

Inutile dire che queste fasi appena elencate sono il frutto di una serie di incontri del team di lavoro: non è possibile risolvere tutto il processo nel giro di qualche ora in quanto i cantieri Kaizen vengono istituiti nel momento in cui c'è una problematica di rilievo che coinvolge un fattore critico per l'azienda e che per questo motivo richiede delle tempistiche di analisi e di risoluzione che vanno da qualche giorno a qualche mese a seconda della complessità dell'evento. In alcuni casi è possibile che il cantiere Kaizen assuma dimensioni temporali anche maggiori con durata annua nel caso di interventi di maggior criticità.

In ognuno di questi casi, comunque, il lavoro viene portato avanti contemporaneamente da un gruppo di persone e non solo dai singoli individui che compongono il team. Il gembu rimane sempre il punto fisso in questo approccio, con l'obiettivo di stimolare il pensiero attivo di ogni persona e di responsabilizzare ogni dipendente. Il ruolo del Kaizen Coach è quello di supervisione e di organizzazione della squadra. È necessario possedere delle ottime conoscenze del pensiero Lean in generale per riuscire a gestire i Kaizen Blitz aziendali, soprattutto a livello di relazioni umane.

4.3.4. Step 3: sostenere nel tempo le migliori apportate

Come tutte le metodologie Lean, non basta praticare una tantum questo approccio. La forza del Kaizen-Kata risiede nella ripetitività del metodo. Per questo motivo è necessario sostenere nel tempo i miglioramenti e l'intera struttura del Kaizen, estendendola a tutte le parti dell'azienda per implementare nel tempo tutti i reparti, sia produttivi che non.

In definitiva, il Kaizen deve essere visto come un'opportunità per l'azienda per essere più competitiva e per crescere maggiormente nel mercato, in pieno stile Lean e in linea con i principi della gestione della qualità del prodotto. È anche un'opportunità per i lavoratori stessi, per poter lavorare in un'azienda solida, con una mentalità aperta a nuove proposte e con la possibilità di migliorare costantemente ogni singolo processo produttivo e ogni singola branca dell'azienda stessa.

4.4. Benefici qualitativi e quantitativi del Kaizen

I principali benefici associati alla filosofia Kaizen possono essere sia qualitativi (più a livello di personale coinvolto e team di lavoro), sia quantitativi (maggiormente legati al fatturato e agli interessi dell'azienda).

L'applicazione costante del processo di miglioramento Kaizen-Kata porta alle seguenti migliorie:

- Valorizzazione della persona - singolarmente e all'interno del gemba - dando la possibilità di esprimersi liberamente e concedendo un ruolo attivo nell'azienda a tutti i dipendenti che ne fanno parte: questo aspetto consente di migliorare la motivazione del singolo individuo e di abituarlo a pensare in modo costruttivo, accumulando conoscenza ed esperienza applicabili quotidianamente all'interno dell'ambiente di lavoro. È uno dei benefici migliori del Kaizen anche se spesso non è il principale per il top management in quanto non è un beneficio quantitativo ma qualitativo¹³⁹;
- Miglioramento e allineamento della collaborazione tra un gruppo inteso come team di lavoro e non più come singola risorsa passiva rispetto al contesto in cui è inserita;
- Riduzione del lavoro non necessario (attività non a valore, sprechi e anche numero di personale impiegato), dei rischi e degli errori umani (con un miglioramento della sicurezza) e dei guasti e dei malfunzionamenti (con miglioramento della qualità del processo). Ne consegue una riduzione dei tempi e quindi anche dei costi da sostenere da parte dell'azienda come immediata conseguenza dell'aver sviluppato dei cicli PDCA e OPDCA in loop continuo;
- Miglioramento complessivo del flusso di lavoro: in particolare, si assiste ad una riduzione degli step del processo (semplificazione e standardizzazione delle operazioni come nel programma 5S), della movimentazione di materiali e di operatori (mediante Spaghetti Chart si ottimizzano i flussi e le distanze di camminamento) e del tempo ciclo.

Questi i principali motivi per cui un'azienda dovrebbe implementare la strategia Kaizen all'interno dei propri processi, produttivi e non. Non si tratta di avere solo dei benefici quantitativi e monetari implementando delle migliorie in ambito Lean ma anche di formare tutto il personale sotto un diverso punto di vista e con una nuova mentalità in modo che questo lo aiuti quotidianamente ad affrontare i problemi in ambiente di lavoro con una logica semplice ma efficace.

¹³⁹ Manos A., 2007, *The Benefits of Kaizen and Kaizen Events*, Quality Progress, Milwaukee, vol. 40, fasc. 2; pp. 47,48.

5. ACQUA MINERALE SAN BENEDETTO S.P.A.

In questo capitolo si introducono alcune informazioni riguardanti l'azienda ospitante Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., con focus in particolare sullo stabilimento principale. L'obiettivo è quello di eseguire una contestualizzazione dell'ambiente in cui si è sviluppato e implementato il progetto relativo all'ottimizzazione del cambio formato. Dopo alcuni brevi cenni in merito all'evoluzione storica dell'azienda si passa alla descrizione dei tratti caratteristici dello stabilimento e del processo produttivo, con focus in particolare su quello relativo all'imbottigliamento. Il capitolo si chiude con tre brevi paragrafi relativi rispettivamente alla metodologia SMED, all'approccio 5S e alla filosofia Kaizen utilizzate in passato o attualmente in uso nell'azienda ospitante.

5.1. San Benedetto, 60 anni di risorse per la vita

Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. (figura 5.1) è una società internazionale italiana con sede principale a Scorzè (VE) che fonda il suo core business nella produzione di acque minerali e bibite analcoliche in bottiglia.



Fig. 5.1 – Logo e generalità dell'azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L'azienda ha conosciuto una profonda trasformazione che l'ha portata in breve tempo a diventare leader assoluto nello scenario nazionale (per il sesto anno consecutivo¹⁴⁰ con una quota a volume del 16.3%) ed internazionale del settore del beverage analcolico.

La sua storia, infatti, dimostra il ruolo fondamentale che ha avuto (e che ha tutt'ora) l'innovazione di prodotto e di processo nelle strategie di sviluppo, con particolare attenzione ad operare in scenari di mercato molto diversificati dell'intero settore del beverage analcolico.

Ad oggi, la sua posizione di leader di mercato commercialmente attivo in più di cento Paesi e il ruolo di primo player del comparto del beverage italiano, è imputabile alla ricca componente valoriale che l'azienda si è costruita nel tempo, con particolare attenzione alla tradizione, all'innovazione (R&D), alla sostenibilità e all'attenzione nei confronti del consumatore¹⁴¹.

¹⁴⁰ Fonte: Global Data, 27 luglio 2021 (dati del 2020).

¹⁴¹ Fonte: <https://www.sanbenedetto.it/it/60-anni-di-eccellenza/>

5.1.1. Le origini e il Boom economico degli anni '60

L'azienda nasce nel 1956 per opera di Augusto Zoppas e dei fratelli Bruno ed Ermenegildo Scattolin, proprietari di un negozio per la vendita di alimentari e del terreno su cui sorge attualmente lo stabilimento principale. L'acqua non era un prodotto che rientrava nel catalogo delle vendite del loro negozio ma si era già parlato della possibilità di sfruttare le proprietà di un'antica fonte a 300 metri di profondità, ancora oggi operativa.

Convinto sostenitore delle proprietà benefiche dell'Antica Fonte della Salute è il farmacista del paese che al tempo vendeva acque curative di Fiuggi e Sangemini in bottiglie di vetro a rendere. Su suo invito, gli Scattolin contattano l'Università di Pavia per eseguire le verifiche sulla composizione dell'acqua, la quale viene inviata a Roma per l'approvazione dell'Alto Commissariato per l'Igiene e per la Sanità Pubblica.

Nel 1951 il Ministero autorizza lo "smercio per l'acqua minerale in sito", che per questo motivo può essere servita e venduta localmente fino al 1956 quando arrivano le concessioni di vendita anche lontano dai siti.

Si assume, quindi, il 1956 come anno di nascita dell'azienda che prende il nome dal santo patrono della città di Scorzè, San Benedetto. I fratelli Scattolin sono Consiglieri, mentre Augusto Zoppas è il Presidente.

Nel tempo, l'ingresso della famiglia Zoppas si è rivelato di fondamentale importanza, sia a livello economico, sia a livello di competenza e professionalità del Gruppo imprenditoriale che vendeva elettrodomestici, il cui slogan "*Zoppas li fa e nessuno li distrugge*"¹⁴² era ben noto agli italiani negli anni '60.

Nello stabilimento di Scorzè l'acqua veniva estratta dalla falda nel sottosuolo e utilizzata per la produzione di bottiglie in vetro nella primissima linea di imbottigliamento, impiegando un numero esiguo di operai per coprire una porzione di mercato estremamente limitata vista l'alta competitività del settore italiano delle acque minerali, in mano a pochi grandi marchi tra cui Recoaro e San Pellegrino.

A partire dagli anni '70 lo stabilimento conobbe una fase di sviluppo sia tecnologico che commerciale (complice il Boom economico esplosivo in Italia a partire dagli anni '60) che lo portò in breve tempo a essere in grado di offrire prodotti sempre più commerciali e di largo consumo anche a livello nazionale.

Il problema principale della produzione a livello locale prima degli anni '70 infatti era dovuto alla scelta del vetro come contenitore per i prodotti: quest'ultimo risultava essere un materiale fragile, pesante e quindi poco pratico per la distribuzione del prodotto, a maggior ragione se doveva essere restituito all'azienda secondo la logica del vuoto a rendere (VAR). Una volta che il prodotto era stato imbottigliato e distribuito, il cliente era tenuto a restituire i contenitori vuoti che venivano reimmessi nel processo produttivo.

Per superare questo importante limite, l'azienda decise inizialmente di ridurre la quantità di vetro da utilizzare nella produzione delle bottiglie: questo comportò da un lato una maggior leggerezza

¹⁴² Fonte: Ferdinando Zoppas S.p.A., 1984, spot pubblicitario lavatrici del 1984.

del prodotto (con conseguenti benefici diretti da parte del cliente come l'ergonomia e la praticità) e dall'altro un minor costo di produzione unitario della bottiglia. Con questa accortezza, era possibile considerare il prodotto come un contenitore "One Way Packaging" (OW) con logica di vuoto a perdere (VAP), senza dover richiedere la restituzione del contenitore vuoto, visto che ora il prezzo della produzione risultava essere più basso di quello del reso da parte del cliente.

Per incrementare la distribuzione del prodotto, l'azienda sostituì anche le casse in legno con quelle in plastica, più leggere e maneggevoli che consentirono di creare una rete indipendente di distributori in esclusiva per San Benedetto.

5.1.2. Gli anni '80 e la rivoluzione del PET

Verso la fine degli anni '70 a seguito di un periodo di crisi industriale, i fratelli Scattolin decisero di abbandonare l'azienda lasciandola nelle mani di Giuliano De Polo e Enrico Zoppas, rispettivamente Presidente e Amministratore Delegato del Gruppo. In breve tempo riuscirono a farla diventare leader nel settore delle acque minerali grazie ad una straordinaria capacità di visione e ad un know-how tecnologico ereditato dalla famiglia Zoppas. La strategia si basava principalmente sulla riduzione dei costi, sul rinnovamento degli impianti e sulla costante ricerca di un'alternativa all'imbottigliamento in vetro.

Il vero punto di svolta si ebbe all'inizio degli anni '80 con l'introduzione del contenitore in materiale granulato PET (polietilene tereftalato) in diversi formati (1L, 1,5L e 2L) che consentì di superare definitivamente il limite tecnologico sul materiale di composizione dei contenitori: Acqua Minerale San Benedetto fu la prima azienda italiana pioniera nel campo delle preforme in materiale polimerico. Fu una scelta che da subito si rivelò vincente nel mercato del beverage per le innumerevoli caratteristiche positive del materiale, quali leggerezza, infrangibilità, non alterabilità del gusto e alti standard di qualità, facilità di produzione, stoccaggio e distribuzione.

A partire dalla metà degli anni '80, infatti, l'azienda era in grado di offrire un prodotto altamente innovativo per l'epoca e ad un prezzo molto competitivo rispetto alla concorrenza: questo portò in breve tempo a un'estensione del proprio mercato anche al di fuori dei confini regionali, soprattutto nei confronti del trasporto di prodotto per lunghe tratte con logica di vuoto a perdere in contenitore PET (una situazione logistica impossibile da attuare prima di allora dovendo fronteggiare il problema dei contenitori in vetro troppo fragili per sostenere lunghi viaggi).

Acqua Minerale San Benedetto diventò così un'azienda leader nel mercato nazionale delle acque minerali, nutrendo un particolare interesse nell'integrazione verticale del suo processo produttivo. Se inizialmente l'azienda si limitava esclusivamente all'imbottigliamento di acqua importando dall'estero le preforme in PET, ben presto intuì l'importanza strategica dell'autoproduzione delle bottiglie, investendo molte risorse e buona parte del capitale in impianti (macchine soffiatrici) per la produzione di contenitori in PET.

La scelta si rivelò vincente anche in questo caso: l'azienda ora non si limitava più solamente ad imbottigliare acqua, ma fabbricava anche gli aggregati del suo prodotto (come contenitori e tappi), passando in breve tempo anche alla progettazione del contenitore stesso e quindi alla realizzazione degli stampi.

Questo fattore, unito alla grande intraprendenza del Gruppo (primo in Italia anche nel 1995 per la realizzazione di un impianto di imbottigliamento asettico per la produzione di bibite non gassate) e a un utilizzo accorto e del tutto moderno della comunicazione pubblicitaria, porterà la fabbrica a una seconda fase di sviluppo intenso con particolare attenzione al mercato e alle esigenze del cliente.

Gli obiettivi dell'azienda che riguardavano la competitività in termini di prezzo, l'innovazione continua e l'elevata qualità del prodotto continuavano a essere mantenuti e nel contempo la popolarità del marchio cresceva vertiginosamente tanto da iniziare delle collaborazioni con altri prestigiosi brand.

5.1.3. La fidelizzazione e l'espansione del marchio nei mercati internazionali

Nel 1984 il Gruppo firma un accordo in franchising con Cadbury Schweppes International (per produrre e distribuire in Italia l'intera gamma di prodotti Schweppes) e in seguito nel 1988 firma un altro accordo di franchising con Pepsi Co. International (per produrre e commercializzare in Italia i prodotti marchiati Pepsi, Seven Up e Schweppes).

Forte dei nuovi accordi internazionali, nel 1995 l'azienda acquisisce due stabilimenti italiani: il primo a Popoli in Abruzzo (Gran Guizza S.p.A. che imbottiglia acqua minerale Guizza Fonte Valle Reale con l'obiettivo di servire il mercato della Grande Distribuzione e degli Hard Discount) e il secondo vicino a Biella in Piemonte (Alpe Guizza S.p.A. che imbottiglia acqua minerale Guizza Fonte Caudana).

Nel 1997 la compagnia inizia ad espandersi notevolmente oltre i confini italiani con l'obiettivo di incrementare la notorietà del marchio a livello internazionale: nascono così due nuove società San Benedetto, la prima nei pressi di Valencia in Spagna (Acqua Mineral San Benedetto S.A. che imbottiglia acqua minerale e bibite a marchio Fuente Primavera), mentre la seconda vicino a Santo Domingo in Repubblica Dominicana (Acqua Mineral Santa Clara C.P.A., di cui l'azienda detiene una partecipazione).

Nel 2000 il Gruppo acquisisce il 100% della società laziale Acqua di Nepi S.p.A. nei pressi di Viterbo (per l'imbottigliamento di acque effervescenti naturali), mentre nel 2001 continua l'espansione dei suoi mercati nell'Est Europa dove, in collaborazione con il marchio Danone, costituisce una società in Polonia (Polska Woda) e una in Ungheria (Magyarviz Kft.), diventando unico azionista nel 2010.

Nel 2002 San Benedetto chiude un ABL (cioè un contratto di conto-lavoro¹⁴³) con il marchio Coca-Cola per la produzione e confezionamento dei loro prodotti per il mercato europeo.

¹⁴³ Il conto-lavoro è una tipologia di contratto che prevede una lavorazione affidata a Società terze nei confronti di materiali appartenenti all'azienda che commissiona il trattamento del prodotto. La società terza prende in carico il materiale ed esegue le lavorazioni richieste per poi far rientrare il prodotto semilavorato nell'azienda di origine.

Nel 2006, la Zoppas S.p.A. assume il controllo del 100% dell'azienda, detenendolo fino al giorno d'oggi.

Nel 2015 la compagnia si assicura anche la fascia di mercato dell'Italia meridionale: nei pressi di Potenza in Basilicata, dapprima inaugura lo stabilimento di Viggianello Fonti del Pollino S.p.A. (che imbottiglia acqua minerale Fonte del Pollino) e in seguito acquista la fonte Cutolo Rionero in Volturne S.r.l., storico marchio lucano di acque effervescenti naturali.

Nel 2021 l'azienda ufficializza l'acquisto di Fonte Paradiso S.r.l. in provincia di Udine in Friuli-Venezia Giulia, denominandola Pocenia S.r.l.

Questo è solo l'ultimo passo di una manovra di espansione continua del marchio che è durato più di 60 anni e che ad oggi conta più di 2000 dipendenti nel mondo dislocati in 10 stabilimenti con influenza commerciale in oltre 100 paesi, con volumi stimati intorno ai 4,1 miliardi di pezzi venduti (2019)¹⁴⁴ e un fatturato annuo di 703 milioni di euro (2020)¹⁴⁵.

5.1.4. Sostenibilità: il PET, un'arma a doppio taglio

Uno dei principali punti su cui l'azienda ha posto l'attenzione negli ultimi decenni è stato quello legato alla tutela dell'ambiente, con particolare riferimento ai materiali utilizzati per il packaging e alle emissioni di gas inquinanti.

Se da un lato il materiale polimerico PET era stato il protagonista del successo delle aziende del settore alimentare negli anni '80 -'90, ben presto iniziò a manifestare le sue problematiche legate all'immagine del prodotto. A partire dagli anni 2000, infatti, le plastiche PET per l'imbottigliamento iniziarono a essere oggetto di studi più approfonditi in merito alla questione della sostenibilità con non poche critiche da parte dell'opinione pubblica in merito al riciclo e alla dispersione nell'ambiente.

In quel momento la maggior parte delle linee di imbottigliamento dell'azienda erano coinvolte nella produzione di bottiglie in PET, eccezion fatta per quattro linee che trattavano ancora contenitori in vetro, quindi si può affermare che l'azienda di fatto dipendesse dal consumo di questo materiale.

Pur essendo il PET un polimero sicuro e riciclabile al 100%, il Gruppo – che da sempre ha a cuore le tematiche ambientali – iniziò a studiare possibili implementazioni nei confronti del riciclo e della produzione del corpo bottiglia e del tappo, entrambi accomunati dal fatto che, per inciviltà, potevano essere dispersi nell'ambiente.

Un primo passo avanti è stato fatto nel 1998 con l'inizio dell'era del "Push&Pull", un tappo brevettato da San Benedetto con caratteristiche di totale asetticità e richiudibilità, punto di arrivo di una grande attenzione verso le richieste dei consumatori inseriti in un mercato sempre più dinamico anche all'interno della quotidianità delle persone.

¹⁴⁴ Forbes, 2021, *L'Italia da bere*, Forbes.it, BFC Media S.p.A., Milano, settembre 2021, vol. 47; p.33.

¹⁴⁵ Corriere della Sera, 2021, *La rete di acqua San Benedetto per un made in Italy sostenibile*, 23 agosto 2021.

Nel 2009 l'impegno in innovazione e miglioramento produttivo entra in contatto con la tutela verso l'ambiente in modo più marcato, motivo per cui la completa attività industriale viene riorganizzata in ottica di eco-sostenibilità del prodotto siglando un accordo volontario con il Ministero dell'Ambiente, rinnovato e revisionato in ottica di sviluppo sostenibile anche nel 2016, 2018 e 2019. In particolare, l'ultimo accordo si basa sui principi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica e sulla condivisione, promozione e cooperazione nell'analisi di iniziative utili alla sostenibilità dell'ambiente.

Nel 2012 nasce il progetto EcoGreen, una gamma di bottiglie innovative realizzate con plastica rigenerata (RPET, o PET di riciclo), volto alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica. L'RPET conferiva una nuova vita alle bottiglie utilizzate, riducendo l'utilizzo di plastica vergine (e quindi anche il contributo di anidride carbonica impiegata per produrla). Questo materiale doveva provenire dal recupero di bottiglie in PET per alimenti e metà del contenitore doveva essere costituito da materiale vergine, in accordo con quanto previsto dalla Normativa Italiana vigente¹⁴⁶. Il Gruppo, inoltre, continua a progettare e a produrre contenitori sempre più leggeri, utilizzando minor quantità di materia prima plastica, delineando, quindi, un continuo impegno a sostegno di un'economia circolare del prodotto.

Nel 2016 l'azienda realizza un impianto di Trigenerazione (in collaborazione con l'azienda E.ON Connecting Energies) per la produzione combinata di energia elettrica, riscaldamento e raffreddamento.

Questo ha comportato un notevole passo avanti per il risparmio sui costi energetici (pari al 15% ogni anno) e per l'abbattimento delle emissioni di anidride carbonica (con un calo di circa 17 300 tonnellate per ogni anno), rispettando l'obiettivo siglato nell'accordo volontario.

Nel 2017 viene creato in collaborazione con Treedom un polmone verde di 6000 alberi piantati nei pressi della sede principale dell'azienda nel Comune di Scorzè, in provincia di Venezia, sottolineando ancora una volta l'impegno e l'interesse dell'azienda nei confronti del rispetto e della salvaguardia dell'ambiente.

5.1.5. San Benedetto, "Total Beverage Company"

Per il quinto anno consecutivo (2020) The RepTrak Company¹⁴⁷ certifica la leadership reputazionale dell'azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. con uno score di 80/100 punti

¹⁴⁶ https://www.greenme.it/vivere/specialevivere/sanbenedetto/rpetplasticariciclata/#Dal_lato_dei_pr oduttori_IRPET_per_le_acque_minerali

¹⁴⁷ Italy RepTrak® 100 è il più importante studio annuale condotto da The RepTrak Company, società Internazionale che studia, monitora e gestisce la reputazione delle top 100 imprese a livello mondiale. Il rapporto è basato sullo studio di criteri come prodotti e servizi, innovazione, ambiente di lavoro, governance, responsabilità sociale e ambientale, leadership e performance, sulla base dei quali, l'azienda San Benedetto è riuscita nell'anno a staccare nel suo settore le principali concorrenti multinazionali. Fonte: <https://www.reptrak.com/>

(Fascia Eccellente), confermandosi prima azienda in Italia nelle bevande analcoliche, caffè escluso¹⁴⁸.

La strategia aziendale è quella di coprire numerose nicchie di mercato nel settore del beverage analcolico e dei soft drinks: il punto di forza risiede, quindi, nella diversificazione dei prodotti, una scelta che conferisce una notevole flessibilità nei confronti dell'aleatorietà della domanda, con una miglior risposta alle esigenze di mercato. Tuttavia, questo richiede un'attenzione mirata nell'ambito del cambio formato delle linee di imbottigliamento, le quali devono essere altamente efficienti per poter garantire la produzione di una così grande varietà di prodotti finiti.

Questi ultimi possono essere classificati principalmente in sei categorie:

- Acque minerali naturali o gassate (San Benedetto, Cutolo Rionero, Guizza, Acqua di Nepi, Vivia);
- Bibite piatte comprensive di the (San Benedetto, Guizza), bibite per la linea baby (Baby bottle, Baby camomilla, Baby the), nettari (Tel quel) e bibite a base di frutta (Succoso, Tropic);
- Acque addizionate (Aquavitamin, Ice Formula Zero, Skincare);
- Bibite gassate (cole, aranciate, lime, toniche, etc. a marchio San Benedetto, Schweppes, Guizza);
- Sport Drinks (Energade);
- Aperitivi analcolici (San benedetto Ben's, Ginger Spritz).

La gamma di bevande offerte è imbottigliata principalmente in PET (18 linee produttive) e in minima parte in contenitori di vetro (4 linee produttive, una a rendere, le rimanenti a perdere) e in lattine (Linea 39) con formati che complessivamente variano tra 0,25L, 0,33L, 0,4L, 0,5L, 0,75L, 1L, 1,5L e 2L.

Oltre ai prodotti precedentemente elencati, l'azienda imbottiglia per conto di terzi su concessione di PepsiCo, The Coca-Cola Company e Ferrero International SA.

Naturalmente queste appena esposte rappresentano le macro categorie di prodotti che l'azienda è in grado di consegnare al mercato, ma ognuna di esse presenta una molteplicità di caratteristiche differenti (contenuto, colore del contenitore o dei tappi, tipologia di formato, tipologia di etichetta, etc.) che portano a un totale di 200 famiglie di prodotto¹⁴⁹ che combinati tra loro possono portare attualmente a una variabilità di più di 2800 prodotti.

¹⁴⁸ https://www.sanbenedetto.it/wp-content/uploads/2020/07/CS-SB_RepTrak.pdf

¹⁴⁹ In questo caso, con il termine famiglia di prodotto si identifica la classe SMED: ogni famiglia di prodotto contiene un insieme di prodotti che sono raggruppati per comunanza di caratteristiche del formato bottiglia e contenuto. In questo modo le tempistiche SMED di cambio formato sono le stesse per l'insieme di prodotti contenuti in ogni classe.

5.2. San Benedetto Headquarter: la situazione AS-IS

La sede principale del Gruppo San Benedetto a Scorzè (VE) comprende un totale di 23 linee di imbottigliamento divise in 4 macro aree:

- Area Vetro, comprensiva delle linee 30, 31, 34 e 35 che si sviluppa nella sezione anteriore dell'azienda;
- Area Bibite, comprensiva delle linee 39, 42, 43, 46, 50, 60 e 61, che si sviluppa nella sezione laterale;
- Area Mezzanino, comprensiva delle linee 57, 63, 64 e 65, che si sviluppa nella sezione centrale rialzata;
- Area Rio, comprensiva delle linee 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58 e 66, che si sviluppa nella sezione posteriore.

Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. è un'azienda integrata verticalmente con un processo produttivo alquanto articolato che fa capo a due sotto-processi principali: la produzione del contenitore e l'imbottigliamento vero e proprio. Questi due procedimenti sono distinti tra loro e indipendenti grazie alla presenza dei silos bottiglie, ovvero degli enormi contenitori adibiti allo stoccaggio dei contenitori in PET che di fatto sono in grado di disaccoppiare i due processi.

5.2.1. Il processo di produzione del contenitore

Il reparto 80 è la zona in cui si sviluppa il primo dei due processi. Il PET viene importato dai fornitori distribuiti su tutto il mondo (soprattutto Italia, Arabia Saudita ed Estremo Oriente) in forma granulare, viene stoccato e utilizzato per la produzione delle bottiglie. All'interno della sede principale dell'azienda ci sono due tipologie di macchine adatte a questo scopo: macchine monostadio (dove il PET viene compattato in preforme all'interno degli stampi e direttamente trasformato in contenitore mediante soffiaggio) e macchine bistadio (se il PET arriva dai fornitori già sotto forma di piccole preforme che possono essere stoccate o soffiate per ottenere gli involucri finali). La quasi totalità delle macchine è monostadio perché la tendenza dell'azienda è quella volta all'autoproduzione, tuttavia, si fa uso anche di alcune macchine bistadio in virtù della loro produttività doppia rispetto alle monostadio, soprattutto nei periodi di stagionalità del prodotto (estate) dove l'azienda importa molte preforme soffiandole direttamente nel secondo stadio di questa macchina.

Ovviamente se il contenitore non è costituito da PET significa che, a valle, la linea di imbottigliamento sarà una delle quattro linee dell'area vetro o l'unica linea di produzione in formato lattina (linea 39). In questi casi, se la linea imbottiglia vetro a rendere (VAR), l'input del ciclo produttivo sarà costituito dalle bottiglie che i clienti hanno utilizzato e poi reso all'azienda; viceversa, se la linea imbottiglia prodotti "One Way Packaging" (OW) con logica di vuoto a perdere (VAP) o prodotti in formato di lattina, l'input sarà costituito rispettivamente da contenitori in vetro nuovi o lattine in alluminio nuove, entrambi importati dai fornitori.

L'obiettivo di questa tesi è quello di ottimizzare l'operazione di cambio formato di una linea con riferimento al processo di imbottigliamento: per questo motivo, questo secondo processo verrà ora trattato più nel dettaglio.

5.2.2. Il processo produttivo e le fasi standard di imbottigliamento

In generale, una linea standard di imbottigliamento è costituita da una serie di macchine automatiche collegate tra di loro per mezzo di nastri o trasportatori aerei (conveyors) e supervisionate da un certo numero di operatori, variabile a seconda del numero di macchine che compongono la linea e della complessità della stessa.

Di seguito verranno presentate, seguendo il flusso produttivo, le macchine che compongono una generica linea di imbottigliamento riferita a bottiglie in PET contenenti acqua o bibita che non necessita di un particolare ambiente protettivo. Infatti, le linee di imbottigliamento dell'area vetro e la linea 39 con contenitori in lattina presentano delle macchine diverse rispetto a quelle del PET in funzione della diversa tipologia di contenitore: le bottiglie/lattine vuote non vengono prelevate da un silos ma arrivano come contenitori a rendere o a perdere per poi essere depalettizzate e immesse sulla linea. Inoltre, in caso di bottiglia contenente una bibita che richiede un ambiente sterile si deve predisporre una camera asettica nella linea, motivo per cui si parla di imbottigliamento asettico, a cui non si farà riferimento nell'esempio che segue.

Il prodotto finito che non viene scartato dai macchinari del reparto di formatura delle preforme, passa su una rampa di salita e viene convogliato su dei rulli posti a una ventina di metri dal suolo che lo trasportano verso il rispettivo reparto di imbottigliamento dove verrà stoccato in alcune strutture di raccoglimento chiamate silos.

In figura 5.2 viene rappresentato lo schema semplificato di una linea standard di imbottigliamento in PET dell'azienda Acqua minerale San Benedetto.

Le fasi e i macchinari coinvolti nel processo produttivo sono i seguenti:

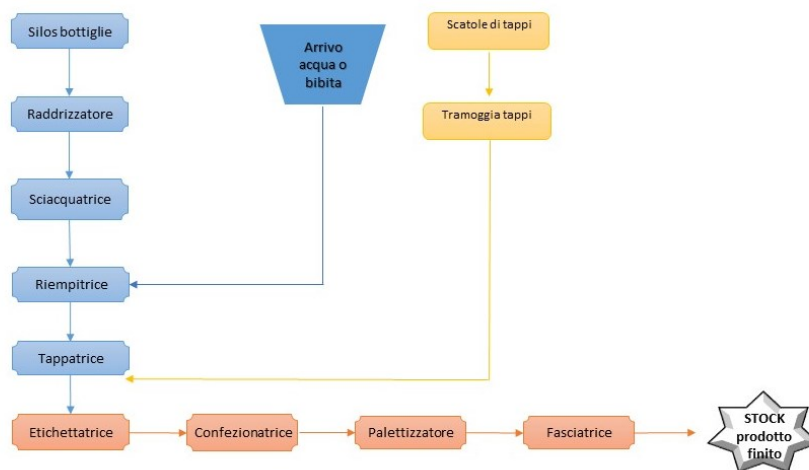


Fig. 5.2 – Rappresentazione del flusso di imbottigliamento in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

1. Silos bottiglie;
2. Raddrizzatore;
3. Imbottigliatrice (o monoblocco di riempimento);
4. Etichettatrice;
5. Confezionatrice (o avvolgitrice);
6. Palettizzatore con fasciatrice;
7. Stoccaggio del prodotto finito.

Ogni linea di produzione è dotata di uno o più silos, cioè dei grandi serbatoi costituiti da profilati cilindrici di acciaio in cui vengono stoccate dalle 100 000 alle 800 000 unità di preforme soffiate sfuse in base al tipo di formato prodotto. In San benedetto sono presenti un totale di 74 silos che ricevono gli involucri in PET ottenuti dal soffiaggio delle preforme nel reparto 80. Un carrello di distribuzione regolato da un sensore elettronico avvisa quando il contenitore si riempie troppo, mentre un sistema di soffiaggio coadiuvato da delle vibrazioni favorisce il deflusso delle bottiglie verso la linea.

La prima stazione in cui le preforme transitano è il raddrizzatore, una macchina ordinatrice rotante deputata a ricevere e raddrizzare i contenitori in PET disposti alla rinfusa provenienti dai silos. Il suo compito è quello di orientare le bottiglie in posizione verticale, con la bocca posta superiormente e il fondo verso il basso utilizzando un sistema pneumatico accoppiato alla forza centrifuga generata dalla rotazione della macchina. Il prodotto viene poi prelevato da una ruota dentata a stella e indirizzato su un nastro di uscita o su una linea aerea per il trasferimento alle successive macchine della linea di imbottigliamento.

I conveyors aerei trasferiscono il prodotto verso il monoblocco di riempimento costituito da tre macchine - sciacquatrice, riempitrice e tappatrice - che nell'insieme ha la funzione di sciacquare, riempire e tappare le bottiglie. La denominazione "monoblocco" deriva dall'assenza di polmoni di disaccoppiamento tra le tre macchine menzionate. Dopo aver distanziato le bottiglie di un certo passo grazie all'uso di stelle e coclee, la sciacquatrice le capovolge di 180° per metà rotazione della macchina consentendo a un ugello la disinfezione e il risciacquo da sotto, per poi raddrizzarle nella seconda metà pronte per la fase di riempimento. Le bottiglie transitano poi nella riempitrice, la macchina che di fatto inserisce il contenuto (che sia acqua o bibita) all'interno della bottiglia (filling) a partire da un serbatoio esterno. Come la macchina precedente è costituita da un insieme di stelle e coclee per il distanziamento delle bottiglie. A queste si aggiungono i piattelli e le campanelle che garantiscono il corretto posizionamento e la tenuta del contenitore. Una valvola meccanica regola l'ingresso e la fine del riempimento prima di liberare la bottiglia dagli organi di tenuta in modo che possa essere tappata in modo agevole. La tappatrice, quindi, provvede a chiudere i contenitori appena riempiti grazie ai tappi. Questi ultimi arrivano alla linea mediante un sistema pneumatico ad aria compressa e vengono stoccati in un piccolo contenitore (tramoggia) cadendo poi per gravità dentro una canalina apposita e vengono avvitati dalla macchina sul collo delle bottiglie.

Affinché il processo di imbottigliamento sia efficace, è necessario che le parti rotanti e traslanti che compongono queste macchine siano in fase tra loro per garantire l'avanzamento delle bottiglie. In genere il monoblocco risulta essere il "collo di bottiglia" (bottleneck) dell'intera linea, in particolare la riempitrice, su cui sono impostati i dati di feedback generali dell'intera linea.

A valle del monoblocco di riempimento è presente un'asciugatrice per rimuovere i residui liquidi esterni in modo che l'etichettatrice possa applicare un film di etichetta a caldo o a freddo sul collo della bottiglia. Si tratta anch'essa di una macchina rotante composta da stelle e coclee per distanziare le bottiglie che, vengono fatte ruotare su un piattello mentre viene tagliata e applicata un'etichetta sul collo dei prodotti. Una volta etichettate le bottiglie passano attraverso un tunnel riscaldato per consentire la termoretrazione dell'etichetta.

Le bottiglie, che arrivano dall'etichettatrice per mezzo dei nastri di trasporto, vengono separate e ordinate correttamente in un determinato numero di file da un sistema di guide provvisto di sensori che verificano l'eventuale presenza di vuoti o di bottiglie cadute. La macchina confezionatrice provvede alla formazione del pacco in fardelli di varie dimensioni che vengono tagliati opportunamente da un coltello a lama rotante e da una controlama fissa comandati da un sensore. Le bottiglie piene, etichettate e fasciate in gruppo entrano per qualche secondo in un forno di retrazione dove le elevate temperature fanno retrarre il film saldando al contempo la parte inferiore del fardello che era stata tagliata in precedenza dal coltello.

Alcune linee presentano anche una manigliatrice a valle della confezionatrice: si tratta di una macchina che applica una maniglia di materiale polimerico al fardello in modo da favorire l'ergonomia e la presa di pacchi di bottiglie di formato grande che possono essere particolarmente pesanti per l'utilizzatore/consumatore.

L'ultimo step del processo riguarda l'imballaggio dei prodotti finiti. Il palettizzatore è la macchina incaricata ad eseguire la stratificazione di prodotti che andranno a costituire il packaging terziario. Ricevuti i fardelli in ingresso, la macchina li posiziona orientandoli adeguatamente per la creazione di ogni singolo strato in modo meccanico (con dei puntali girapacchi) o in modo automatico (con dei manipolatori azionati da un software). A lato del palettizzatore è presente anche un magazzino di pallet vuoti e uno di interfalde, cioè dei cartoni che separano i vari strati di fardelli per conferire maggiore stabilità e robustezza al pallet. Gli strati di prodotto creati vengono impilati sopra la pedana del pallet, distanziati con le interfalde in cartone e convogliati verso la fine della linea mediante dei rulli di trasporto. In San Benedetto i possibili formati di packaging terziario che vengono utilizzati sono l'Europallet (ISO 1, 800 mm x 1200 mm), il pallet USA/UK (ISO 2, 1000 mm x 1200 mm) e il minipallet (800 mm x 600 mm).

A valle del palettizzatore è collegata la fasciatrice, una macchina ad anello rotante che ha il compito di ricoprire l'intero pallet di prodotto finito con più strati di film per renderlo più stabile e per impedire la caduta dei fardelli durante la fase di trasporto logistico. Al termine dell'operazione di fasciatura, è necessario anche applicare le etichette al pallet formato per garantire una completa tracciabilità del prodotto finito: questa operazione viene eseguita da una macchina etichettatrice di palette.

Nella maggior parte dei casi, al termine delle linee è presente un sistema di rulli combinato con dei montacarichi che in automatico indirizzano i pallet di prodotto finito verso la zona centrale della fabbrica dove si trova il magazzino centralizzato automatico. Si tratta di un magazzino altamente automatizzato asservito da sei trasloelevatori e utilizzato per lo stoccaggio di prodotto finito.

In alternativa, è presente un'area alla fine della linea di imbottigliamento dove i pallet formati vengono stoccati in automatico su con meccanismo a rulliera, in attesa di essere caricati dai carrelli elevatori per il trasporto verso il magazzino a ridosso della zona carico o per il carico diretto del prodotto finito sul mezzo logistico di trasporto.

5.3. Tipologie di progetti in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.¹⁵⁰

In Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. esistono diverse tipologie di progetti. In generale, si possono identificare due categorie principali di progetti: quelli “a budget”, cioè quelli caratterizzati da un certo budget prestabilito, e quelli “non a budget”, che derivano da specifiche richieste della direzione (come la realizzazione di una nuova bottiglia), da problemi improvvisi e inaspettati (come contaminazioni o progetti di sicurezza alimentare) o ancora da richieste dei clienti.

Queste ultime due categorie hanno maggior importanza perché derivanti da indicazioni fornite dal top management o pervenute direttamente dal mercato e dal consumatore finale che possono innescare un processo di miglioramento continuo grazie al feedback diretto dell’acquirente.

Il progetto di ottimizzazione SMED rientra nei progetti “a budget”, una macro categoria che può a sua volta essere suddivisa in due sottogruppi:

- Ricerca e Sviluppo (R&D), cioè quel settore che comprende i progetti - di durata anche superiore all’anno - relativi al settore tecnico/packaging (nuovi contenitori, riduzioni di peso delle preforme, miglioramenti tecnologici per macchinari, ecc.) o alla ricerca (nuovi materiali, impianti all’avanguardia, ecc.). Il budget di questa tipologia di progetti viene stabilito a inizio anno ma non risulta essere un vincolo forte. Alcuni progetti, infatti, possono essere abbandonati anche subito e ne possono subentrare di altri durante l’anno;
- Cantiere di industrializzazione, cioè quella categoria di progetti di durata inferiore all’anno (in genere cinque o sei mesi) che si interessano dei miglioramenti organizzativi e tecnici all’interno dei reparti di produzione. I budget per questi progetti sono inferiori rispetto a quelli della categoria precedente e vengono stilati a fine stagione estiva - cioè dopo il classico picco di domanda delle aziende stagionali come quella del beverage - in modo che i progetti siano conclusi entro il successivo periodo di picco della domanda. Come per i progetti di Ricerca e Sviluppo, anche quelli di industrializzazione possono subire delle modifiche, sia in termini economici nei confronti del budget (nel caso in cui il progetto assuma una criticità alta tale da essere preso in considerazione anche dal top management si può pensare di rimuovere il vincolo economico del budget), sia in termini di tempo (nel senso che può subire una traslazione temporale all’anno successivo se la sua criticità è reputata più bassa rispetto ad altri progetti a budget che hanno la precedenza). Nella tabella 5.1 è presente un esempio di portfolio¹⁵¹ dei progetti di industrializzazione “a budget”.

¹⁵⁰ Il seguente passaggio è ripreso dalla Tesi Magistrale in Ingegneria Gestionale di Biasetto A.; pp. 188-190.

¹⁵¹ Un portfolio è una raccolta di progetti raggruppati insieme per agevolare la gestione efficace del lavoro ai fini del raggiungimento degli obiettivi aziendali strategici.

Tab. 5.1 – Portfolio cantieri di industrializzazione in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Stabilimento	N°Progetti	Descrizione
Scorzè	161	Progetto 2L Tondo Quadro Guizza a 27 grammi macchina 7
Scorzè	350	Progetto 0,5L Naturale Acqua 9,5 grammi macchina 4-9-6 linea 51-52
Scorzè	351	Progetto 0,5L Naturale Bibite 14,5 grammi macchina 51-8B linea 64
Scorzè	354	Progetto nuova bottiglia 0,5L Gass Bibite SB per SFR 24 EVO
Scorzè	357	Progetto nuova bottiglia 1L Succhi
Scorzè	360	Progetto predisposizione SFR 16 e pressa preforme 96/96 a formato 1,5L Gass Bibite Guizza
Scorzè	362	Progetto SFR 24 EVO linea 66
Scorzè	363	Spostamento macchina 61 in posizione 9 e smontaggio macchina 60
Scorzè	364	Installazione FX 70/64 per potenziamento 1 5L New Zoe
Scorzè	365	Progetto riduzione consumi raffreddamento acqua e riduzione tempo ciclo su PPS 300
Scorzè	366	Progetto recupero aria bassa pressione su monostadio
Scorzè	367	Progetto deumidificatore MORETTO a basso consumo per macchina 11
Scorzè	368	Progetti impianti generici e nastri-silos bottiglie
Scorzè	369	Etichettatrici Sacmi Linea 51-52
Scorzè	370	Sviluppo piano industriale per SS

Il progetto di ottimizzazione SMED a cui si fa riferimento in questo elaborato rientra nei progetti “a budget” e, nello specifico, in quella dei cantieri di industrializzazione.

Sul tema dei cantieri di industrializzazione, l’azienda ha conosciuto un decennio di forte incremento e partecipazione da parte di molti dipendenti aziendali. Come riporta l’ex responsabile della produzione, Rosario De Marchi, in una delle sue ultime riunioni con il team di lavoro SMED del 2019:

“In questi anni si stanno portando avanti cantieri di ogni genere, dalla mappatura dei flussi (sia di produzione che di processo); cantieri di riduzione MUDA con lo scopo di ridurre gli sprechi a 360° come lo scarto di bottiglie, lattine e sciroppi; cantieri che coinvolgono i nostri fornitori per crescere parallelamente aumentando le conoscenze reciproche; cantieri 5S importantissimi per proseguire nel mantenimento di un luogo di lavoro sicuro e curato; cantieri di formazione volti ad aumentare costantemente il know-how del personale; cantieri tecnici con lo scopo di aumentare maggiormente la flessibilità, l’efficienza e l’innovazione delle linee di imbottigliamento e dei reparti, sempre mettendo al centro la persona, fondamentale in ogni cantiere di miglioramento.”

La spinta e la motivazione a progredire migliorando di volta in volta è sempre stata la mission aziendale, come ribadisce il presidente e amministratore delegato Enrico Zoppas:

“Unire qualità, sicurezza e capacità innovativa con un profondo rispetto dell'ambiente, del territorio e la valorizzazione delle persone.”

Non c'è da stupirsi se all'interno dell'azienda capita di imbattersi nel cosiddetto “decalogo del successo”, rappresentato in figura 5.3.

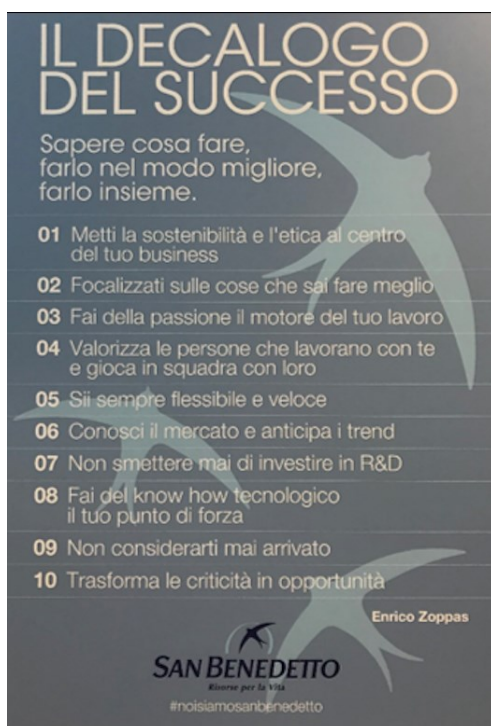


Fig. 5.3 – Il “Decalogo del successo” presente in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Si tratta di un'insegna appesa in alcune zone dello stabilimento (uffici, aree di produzione, ...) che ricorda i dieci punti chiave che l'azienda cerca di perseguire a partire dagli impegni quotidiani con l'obiettivo di progredire in modo continuativo secondo i principi del Kaizen. Tra questi sveltano su tutti la sostenibilità (parola chiave durante l'evoluzione storica dello stabilimento), la valorizzazione e il rispetto delle persone (altro termine importante che fa riferimento al Gemba Kaizen), il trascinarsi e la responsabilizzazione dei lavoratori, la ricerca e sviluppo e, non da ultimo, il miglioramento continuo, cardine di tutta la filosofia Kaizen.

5.3.1. SMED in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

La capacità di innovare è condizione necessaria per rimanere competitivi, soprattutto in un mercato in mano a pochi grandi marchi come quello delle acque minerali. È necessario, quindi, essere estremamente flessibili nei volumi di produzione in accordo con la domanda di mercato, concetto sintetizzato nel paradigma della Lean Production e mutuato dall'esperienza giapponese.

Proprio sulla base di questo concetto fondamentale, l'azienda San Benedetto a partire dal 2012 ha iniziato una fase di standardizzazione delle procedure. Su richiesta di alcuni operatori, infatti,

sono state disposte alcune check-list che indicavano una procedura di cambio formato chiara e distinta da utilizzare nelle linee di produzione più complesse, cioè quelle del vetro.

Vista l'efficacia del nuovo modello proposto, il Gruppo ha deciso di ampliare il metodo, coinvolgendo altre linee dello stabilimento.

Nel 2015 le linee pilota guidate da cantieri di miglioramento sono la linea per la produzione in lattine (linea 39) e quella della produzione in vetro a rendere (linea 31).

La linea 39 delle lattine è stata interessata dall'acquisto di nuove attrezzature per svolgere le funzioni di cambio formato in modo più rapido, che hanno portato a una riduzione dei tempi di setup, indispensabile essendo la linea 39 l'unica dello stabilimento adibita all'imbottigliamento in lattina. Proprio per questo motivo il cantiere è stato riaperto nel 2019, in seguito ad un periodo di fermo momentaneo, per eseguire degli interventi di alleggerimento delle stelle della riempitrice, ovvero quegli organi rotanti per il distanziamento delle bottiglie durante la fase di riempimento.

Sulla linea 31 adibita alla produzione di bottiglie di vetro a rendere, invece, i cantieri SMED si sono focalizzati sul miglioramento del monoblocco di riempimento e in particolare sulla riempitrice. Per questo motivo sono stati acquistati degli avvitatori elettrici a batteria programmabili e con coppia di serraggio dinamometrica per facilitare il serraggio delle cannuce, ovvero gli organi utilizzati per iniettare la bibita all'interno della bottiglia.

Il progetto SMED per la linea del vetro è continuato poi nel 2019 e nel 2020 rispettivamente con degli interventi di miglioramento delle regolazioni sul depalettizzatore e sull'incassettatrice e con l'acquisto di un magazzino verticale adibito allo stoccaggio dei pezzi di cambio formato della linea (figura 5.4).

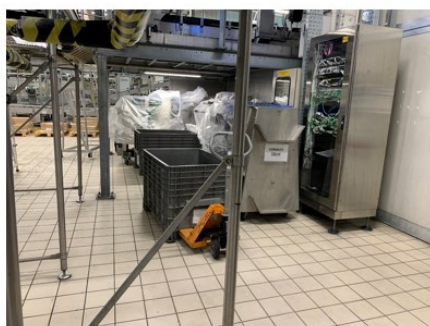


Fig. 5.4 – Progetto SMED linea 31 (situazione precedente all'ottimizzazione a sinistra; situazione ottimizzata a destra).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Contemporaneamente a partire dal 2019 è stato aperto un progetto SMED per la linea 42 nell'Area Bibite, allo scopo di ridurre i tempi dei frequenti cambi formato che interessavano le macchine confezionatrici. La linea 42, infatti, è la linea in grado di produrre la più alta variabilità di prodotti finiti all'interno dello stabilimento, quindi nell'arco di un anno è soggetta a un numero elevatissimo di cambi formato anche per la produzione di piccoli lotti di prodotto. Da qui la necessità di migliorare le tempistiche degli attrezzaggi.

Al momento i progetti SMED rimangono attivi su tutte e tre le linee menzionate in precedenza per via delle loro criticità a livello economico per l'azienda in termini di costificazione dei cambi formato, un argomento che verrà approfondito meglio nel capitolo seguente.

Parallelamente allo sviluppo di progetti SMED nel processo produttivo di imbottigliamento, dal 2018 se ne sono sviluppati anche altri all'interno del processo di produzione del contenitore. Nel Reparto 80 è stato avviato un progetto di alleggerimento degli stampi delle soffiatrici – ovvero le macchine che soffiano le preforme dandole l'aspetto del contenitore finale - con una riduzione di 72 chilogrammi ad ogni cambio formato. Questa miglioria si è apportata indirettamente anche ad alcune linee di produzione (tra cui la linea 42, di recente ottimizzazione SMED) che non presentano dipendenze dalle soffiatrici dell'impianto 80 in quanto sono provviste di una soffiatrice specifica per la linea stessa.

5.3.2. 5S in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

La strada del miglioramento continuo inizia in molte aziende italiane con l'implementazione dell'approccio 5S, lo strumento all'apparenza più semplice da introdurre in una realtà nuova al Lean Thinking. I progetti 5S in San Benedetto non sono attivi da sempre ma hanno subito un forte incremento a partire dalla prima decade degli anni 2000 in seguito soprattutto ad alcune consulenze con il Kaizen Institute avvenute nel 2012, nell'ipotesi futura di implementare delle condizioni Lean aziendali.

Nei reparti produttivi esistono delle zone dove sono presenti delle lavagne, in cui sono riportati gli indicatori, gli obiettivi, le non conformità mensili, gli impegni, ... Tra queste ne figura una denominata "lavagna 5S" (rappresentata in figura 5.5), dove sono stati inserite quattro tipologie di cartellini in formato cartaceo: "5S", "risparmio energetico", "segnalazioni di sicurezza", "tutela dell'ambiente".



Fig. 5.5 – Lavagna 5S presente in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Di fatto queste quattro tematiche rappresentano il più basso livello del deployment aziendale introdotto con l'Hoshin Kanri e sono propedeutiche per perseguire l'obiettivo di miglioramento continuo nell'ultima S (Sustain) come strumenti di segnalazione retroattiva. Gli scopi sono

molteplici: dal pieno coinvolgimento degli operatori delle linee di imbottigliamento alla riduzione degli sprechi, anche i più difficili. In figura 5.6, si riportano a titolo di esempio due cartellini della lavagna 5S.

PROGETTO 5S 360°		
COMPILATO DA: ISICATO ALESSANDRO		
DATA	LINEA	MACCHINA
11.07.18	31	CARONATRICE
DESCRIZIONE RICHIESTA / SEGNALAZIONE: PEDANA - RIALZO PER CONTROLLO DATA PACCHI		
SUGGERIMENTO AZIONE MIGLIORATIVA: PEDANA O RIALZO		
BENEFICI ATTESI: EVITARE CADUTE 5 DISORDINI AD OPERATORE NELL'ESeguire I CONTROLLI		

SEGNALAZIONI SICUREZZA		
COMPILATO DA: STEFANO TATIANA		
DATA	LINEA	MACCHINA
04/02/2020	31	LAVABOTTIGLIE
DESCRIZIONE SEGNALAZIONE: SCARICO 1° MACERO		
SUGGERIMENTO AZIONE MIGLIORATIVA: PROLUNGAMENTO TUBO SCARICO 1° MACERO		
BENEFICI ATTESI: EVITARE INALAZIONI, SCOTTATURE, SCHIZZI DEI PRODOTTI CHIMICI CONTENUTI		

Fig. 5.6 – Rappresentazione esemplificativa di due cartellini della lavagna 5S in San Benedetto S.p.A. (a sinistra cartellino del progetto 5S; a destra cartellino delle segnalazioni relative alla sicurezza)

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

In aggiunta, tutte le aree critiche dello stabilimento (aree di produzione contenitori, aree di imbottigliamento, magazzini, ...) sono state interessate da un comune progetto 5S dove sono stati introdotti i carrelli porta stampi, le Shadow Board per gli utensili e i marcatori a pavimento per delimitare le aree della tipologia presentata nel capitolo 3 relativo alle 5S.

5.3.3. Kaizen in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

A partire dal 2012 l'azienda ha conosciuto una fase di avvicinamento ai principi Kaizen per merito delle preziose consulenze tenute dal Kaizen Institute grazie a cui l'azienda ha potuto conoscere ed arricchirsi delle metodologie e degli strumenti caratterizzanti la cultura Kaizen-Kata.

I molteplici cantieri di miglioramento avviati dal 2012 ad oggi hanno permesso all'azienda di raggiungere importanti risultati su più fronti. Tutti i progetti portati avanti avevano e hanno come primo obiettivo quello di coinvolgere non solo tutto il personale dell'area produttiva ma tutti gli enti aziendali al fine di renderli attori principali della sfida che ormai da tempo l'azienda si è prefissata: essere più competitiva e veloce nella risposta al cliente.

Si adotta costantemente il ciclo di Deming per migliorare la qualità dei prodotti finiti e dell'intero processo produttivo, con particolare attenzione rivolta a non conformità e reclami, a testimoniare l'importanza che il consumatore finale ha per l'azienda. Tale strumento è stato poi esteso negli anni anche alla valutazione delle richieste di miglioramento sia tecniche che di processo e alla pianificazione degli interventi di manutenzione.

Altro strumento fondamentale in ottica di miglioramento continuo sul quale San Benedetto ha voluto puntare è il “debriefing”, ossia la valutazione e la riflessione finale su tutto ciò che è accaduto sulla linea di produzione in un arco temporale definito (in genere giornaliero o settimanale). Con questo approccio, tipico del Kaizen Problem Solving, l'azienda ha voluto offrire aiuto alle persone coinvolte nel processo produttivo per trovare le motivazioni e capire la

natura dei problemi. Si analizzano in primis gli aspetti legati alla sicurezza, sia operatore che macchina, per poi passare alla qualità del prodotto ed efficienza linea mediante delle riunioni ristrette in presenza dei membri della produzione e del team di produzione.

A supporto di tutto ciò, si sta lavorando per introdurre lo strumento della “FMEA”¹⁵² per analizzare maggiormente i difetti di qualità con il classico obiettivo è di migliorarsi continuamente al fine di raggiungere risultati sempre più appaganti, in linea con il principio “zero difetti”. Il filo conduttore di tutte queste metodologie si concretizza nell’Hoshin Kanri. L’obiettivo è quello di garantire che le attività progettuali e i cantieri Kaizen abbiano un miglior collegamento con la strategia aziendale, motivo per cui si è iniziato a utilizzarlo per supportare lo sviluppo di un modello di pianificazione integrata delle linee al fine di ridurre tempi di set-up e stock.

All’interno dell’azienda ci sono due Kaizen Coach supportati da un Kaizen Manager alle dipendenze dirette del top management come rappresentato dall’organigramma aziendale di figura 5.7 riferito al Kaizen.

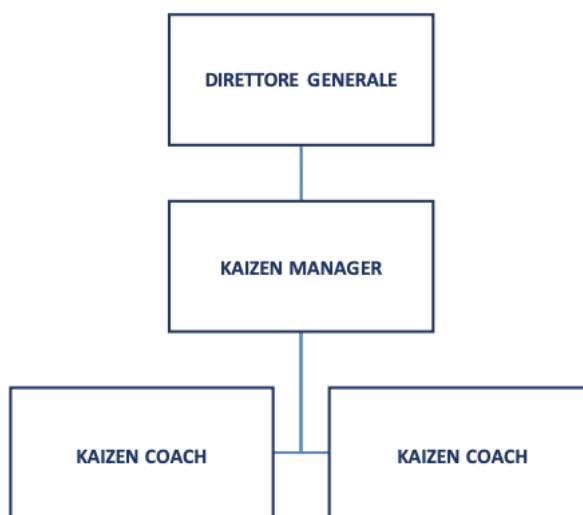


Fig. 5.7 – Organigramma Kaizen in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Un ulteriore passo nello sviluppo Kaizen si è concretizzato con l’intervento di Pierluigi Tosato, manager veneto e dipendente di Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. agli inizi degli anni 2000. Nel libro *“Gemba Kaizen. Un approccio operativo alle strategie del miglioramento continuo. Con le storie delle aziende italiane che ce l’hanno fatta”* di Maasaki Imai¹⁵³ compare anche l’intervento di Tosato in merito a un progetto di miglioramento Kaizen sviluppato all’interno dell’azienda San Benedetto S.p.A., nello stabilimento principale di Scorzè. In particolare, l’intervento apportato riguardava la riduzione del peso delle bottiglie e di conseguenza della quantità di plastica utilizzata per formare l’involucro di un nuovo tipo di bottiglia, mantenendo inalterate la funzionalità e le caratteristiche di base. Oltre a questo alleggerimento della bottiglia, a Tosato si deve anche l’introduzione di un “Comitato tecnico”, un meeting settimanale in cui si

¹⁵² Letteralmente “Failure Mode and Effects Analysis” (abbreviato FMEA) è un insieme di attività volte a individuare preventivamente le potenziali difettosità durante il ciclo di vita di un prodotto finito con l’obiettivo di determinarne le cause e le possibili correzioni. Inizialmente sviluppata negli anni ’60 nel comparto aerospaziale, si è estesa nel decennio successivo alle industrie del settore automotive.

¹⁵³ Imai M., Angeli F., 2016, *Gemba Kaizen. Un approccio operativo alle strategie del miglioramento continuo. Con le storie delle aziende italiane che ce l’hanno fatta*, Franco Angeli, Milano.

prendono le decisioni in modo veloce ed efficiente cercando al contempo di migliorare sempre di più lo standard attuale.

L'azienda ha adottato molte strategie Kaizen dalla collaborazione con Tosato - tra cui l'importanza del Gemba e la condivisione orizzontale delle decisioni mediante Hoshin Kanri e ovviamente il sostegno quotidiano dei principi Kaizen all'interno di tutti i contesti aziendali - ampiamente descritte nel suo libro "*Samurai Manager. La montagna inaccessibile*"¹⁵⁴. A livello di strategie Kaizen, nel suo libro Tosato tratta anche lo sviluppo dell'hansei¹⁵⁵ come tecnica di riflessione prima di iniziare una procedura di ottimizzazione e fa riferimento anche al "Codice di Bushido"¹⁵⁶ come principio ispiratore del Kaizen.

Questi sono solo alcuni aspetti che evidenziano come per Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. il miglioramento continuo sia la strada corretta da seguire per passare da un approccio basato su cantieri Kaizen a una vera e propria Organizzazione Lean. L'obiettivo è arrivare ad un approccio interfunzionale esteso a tutti gli apparati aziendali nei confronti di ciò che crea valore per il cliente finale, ad una visione d'insieme trasversale dell'azienda in modo che venga favorita la collaborazione, rafforzando la cultura del cambiamento continuo per migliorare la predisposizione dei dipendenti. È necessario che queste tematiche vengano estese anche alle consociate¹⁵⁷ e ai fornitori dell'azienda nell'ottica di instaurare la massima collaborazione.

Agli obiettivi prefissati sono arrivati nel tempo i risultati attesi: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. si aggiudica il Kaizen™ Award Italy 2021¹⁵⁸, riconoscimento ufficiale del miglioramento continuo rilasciato da Kaizen Institute per la maturità nell'implementazione dei principi Kaizen e per l'integrazione degli stessi con la strategia aziendale. In particolare, il progetto oggetto del premio è stato quello relativo alla flessibilizzazione della tecnologia di produzione delle bottiglie.

¹⁵⁴ Tosato P., 2016, *Samurai Manager. La montagna inaccessibile*, Guerini Next, Milano.

¹⁵⁵ Con il termine "Hansei" si indica un procedimento personale di auto-riflessione per comprendere gli errori passati e a partire da questi si cerca di implementare delle soluzioni future.

¹⁵⁶ "Bushido" (letteralmente traducibile con l'espressione "la via del guerriero") è l'antichissimo codice di condotta che regolava lo stile di vita e la morte dei leggendari guerrieri giapponesi: i samurai; da qui il titolo stesso del libro di Tosato. Secondo questo codice "quando le menti di tutti i guerrieri coincidono, le energie si armonizzano, e quando le energie si armonizzano, la forza è unica e uniforme". Da qui la forte associazione metaforica della cooperazione e del sostegno reciproco dei combattenti samurai ai quali devono ispirarsi, secondo Tosato, i lavoratori nelle aziende per arginare le difficoltà quotidiane nella vita lavorativa. Fonte: Tosato P., 2016, *Samurai Manager. La montagna inaccessibile*, Guerini Next, Milano.

¹⁵⁷ In finanza aziendale, una consociata aziendale (o semplicemente consociata) è una società che è posta in relazione ad un'altra società. Il rapporto tra i due enti può essere dato da possesso di quote o azione di una società rispetto all'altra o da possesso di quote o azione di entrambe le società da una terza.

¹⁵⁸ <https://www.sanbenedetto.it/it/news/kaizen-award-italia-2021-a-san-benedetto/>

6. PREREQUISITI E FONDAMENTI DEL PROGETTO SMED

In questo capitolo si delineano le basi per lo sviluppo del progetto SMED aziendale. Nella prima sezione si tratta la struttura organizzativa del progetto, in riferimento ai team di lavoro coinvolti e alla procedura pratica da seguire per l'ottimizzazione. Successivamente, si presentano alcuni strumenti attualmente a disposizione dell'azienda grazie a cui è stato possibile effettuare delle analisi dati e dei confronti tra periodi temporali diversi. Tra questi, verranno menzionati sia il software gestionale di acquisizione dati (per i tempi reali di cambio formato), sia gli strumenti matriciali (per la stima dei tempi teorici di cambio formato). Nella parte finale del capitolo si presenta nel dettaglio l'analisi preliminare del progetto che ha circoscritto le linee obiettivo su cui intervenire. Il presente capitolo, di fatto, chiarisce e delinea le basi delle procedure che verranno applicate nei capitoli successivi.

6.1. Il Team SMED e il legame con gli altri team di lavoro

In Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. l'ufficio che si occupa dei progetti di ottimizzazione relativi ai cicli di produzione e di imbottigliamento è l'ufficio di "Ingegneria di Processo e di Manutenzione" all'interno del quale lavorano una ventina di dipendenti che hanno l'obiettivo comune di migliorare le performance del processo produttivo interno, con particolare attenzione all'efficienza delle macchine e alle politiche manutentive delle linee.

Come accennato nel capitolo precedente, all'interno dell'azienda i progetti SMED sono sviluppati da un team di lavoro, chiamato Team SMED. Si tratta di un gruppo interfunzionale costituito da sei-sette persone in cui figurano oltre ad alcuni dipendenti dell'ufficio prima accennato anche il responsabile della produzione, il responsabile dell'efficienza dei macchinari e il responsabile SMED. In aggiunta, completano il Team SMED gli operatori specializzati (chiamati "tecnici di linea"¹⁵⁹) direttamente inseriti nel processo di produzione che sono a stretto contatto con la linea - o con le macchine appartenenti alla linea - da ottimizzare. Questi ultimi, quindi, non sono stabilmente inseriti nel Team SMED ma vengono chiamati nel momento in cui l'ottimizzazione del cambio formato si svolge in una delle linee a loro assegnate.

Il Team SMED non è l'unico che si occupa dell'ottimizzazione del cambio formato. Come è stato trattato nei primi capitoli dell'elaborato, lo SMED è in genere collegato anche all'approccio 5S e ai principi della filosofia Kaizen. Motivo per cui i progetti SMED in azienda coinvolgono la totalità di questi tre team di lavoro: Team SMED, Team 5S e Team Kaizen. La simbiosi di questi tre gruppi consente di affrontare il progetto di miglioramento del cambio formato in modo compatto su tre dei fronti principali inerenti all'ambito Lean. Nel progetto SMED ci sarà un team principale che segue in modo diretto l'ottimizzazione (Team SMED) ma questo potrà essere affiancato e supportato da alcuni membri degli altri due gruppi, di modo che risultino attive almeno una decina di persone nel processo di ottimizzazione. Questo implica una gran collaborazione tra più persone che prendono parte al progetto. Non è scontato il lavoro d'equipe,

¹⁵⁹ Un tecnico di linea è un operatore altamente specializzato che riveste il ruolo permanente di supervisore della/e linea/e a cui viene assegnato e costituisce la persona chiave di collegamento tra la produzione effettiva dello stabilimento e l'ufficio di Ingegneria di Processo e di Manutenzione. In genere, un tecnico di linea è il riferimento per due, al massimo tre, linee di imbottigliamento nello stabilimento di Scorzè.

soprattutto tra membri con ruoli aziendali molto diversi all'interno del team. L'obiettivo è quello di cercare di integrare più personalità in un'unica mentalità comune per sviluppare il progetto.

Per quanto riguarda l'organizzazione del lavoro di squadra si aprono due strade possibili per lo sviluppo del progetto SMED¹⁶⁰: quest'ultimo può svilupparsi a "matrice forte" o a "task force". Entrambe le procedure riguardano la collaborazione di più risorse aziendali nell'unico progetto di ottimizzazione SMED, ma si differenziano per il modo in cui esse vengono impiegate.

In un progetto a matrice forte, le risorse umane impiegate non sono concentrate tutto il tempo sul progetto di ottimizzazione, ma investiranno una parte del loro tempo nel progetto SMED e contemporaneamente continueranno a svolgere le funzioni aziendali a loro demandate. Di conseguenza, con questo approccio le tempistiche del progetto potrebbero crescere di molto; tuttavia, compiendo piccoli passi in modo continuativo si perviene all'obiettivo principale dei cantieri Kaizen accennato nei precedenti capitoli, con tutte le positività che ne derivano a livello implementativo. Questo approccio è quello che viene utilizzato al momento in azienda ed è anche quello che è stato usato anche per sviluppare il progetto SMED presentato in questo elaborato.

In un progetto task force, invece, le risorse che sono coinvolte sono interamente dedicate allo sviluppo del progetto per tutto il tempo che permangono in azienda. Di conseguenza le tempistiche del progetto possono essere accorciate in quanto si ha una focalizzazione di tutti i partecipanti al progetto. Tuttavia, con questa tipologia di approccio si tolgono momentaneamente - per un periodo più o meno lungo - il ruolo e gli incarichi di ogni membro del team di lavoro, andando potenzialmente a sottrarre delle risorse utili nella routine quotidiana dell'azienda. L'azienda ospitante non ha mai optato per questa strada come intelaiatura organizzativa dei suoi progetti a budget.

Comunque si decida di intraprendere la strada per sviluppare il processo, in un progetto SMED di ottimizzazione si deve cercare di responsabilizzare ogni membro del team assegnando ad ognuno uno scopo primario. Come riporta Henry (2013)¹⁶¹, è importante che ciascun membro si assuma la responsabilità dei ruoli che gli vengono affidati (questi ultimi possono comparire per esempio nella X matrix del processo Hoshin Kanri o più semplicemente possono figurare all'interno del foglio organizzativo dell'A3-X Problem Solving in fase di pianificazione del progetto). Agli incarichi primari vengono poi affiancati anche obiettivi minori in corso d'opera in base anche all'evoluzione del progetto e ai nuovi imprevisti che possono nascere.

In data 21/03/21, i membri dei vari team si sono riuniti per confrontarsi sulle dinamiche delle procedure attualmente utilizzate in azienda per lo sviluppo dei progetti SMED. In particolare il responsabile SMED, quello della produzione e quello dell'efficienza dei macchinari hanno espresso le linee guida sui progetti SMED appena indicate, in modo da spiegare e chiarire a tutti i membri presenti l'organizzazione e la scaletta da seguire.

Il primo passo nell'implementazione del progetto viene affidato ai membri del Team SMED con l'obiettivo di effettuare un'analisi preliminare sulla base di una ricerca dati eseguibile in azienda. Il target è quello di individuare potenziali linee critiche su cui applicare i principi SMED.

¹⁶⁰ Il seguente passaggio è ripreso dalla Tesi Magistrale in Ingegneria Gestionale di Faggian F.; p. 39.

¹⁶¹ Henry J. R., 2013, *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York; pp. 168-169.

6.2. IGE e ILIS: gli strumenti di feedback per ottenere una base di dati reali

In Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., la base di un qualsiasi processo di ottimizzazione è lo studio dei dati raccolti nel tempo. Essendo a tutti gli effetti un ambiente di industria 4.0, lo stabilimento produttivo di Scorzè è in grado di avere a disposizione sia un sistema di monitoraggio dati in tempo reale, sia uno storico dati (ottenuto a partire dalla registrazione dei dati in tempo reale).

Entrambe le tipologie di dati provengono da una matrice comune, ovvero il software gestionale dell'azienda, chiamato IGE¹⁶².

Grazie a questo software è possibile utilizzare una sezione – denominata “ILIS¹⁶³” – per mezzo della quale si può accedere sia ai dati giornalieri (con aggiornamenti al minuto), sia ad uno storico di dati registrati nel tempo. Attraverso questa interfaccia è possibile visualizzare e consultare in ogni momento una vasta gamma di dati raccolti da sensori di ultima generazione montati sulle linee di produzione.

Come si evince dalla figura 6.1, sono acquisibili svariati parametri in riferimento all'andamento della produzione, all'efficienza delle macchine, al numero di bottiglie prodotte, agli scarti prodotti, alla pianificazione giornaliera delle produzioni, etc... In particolare, nell'immagine sottostante si fa riferimento ai dati della linea 39.

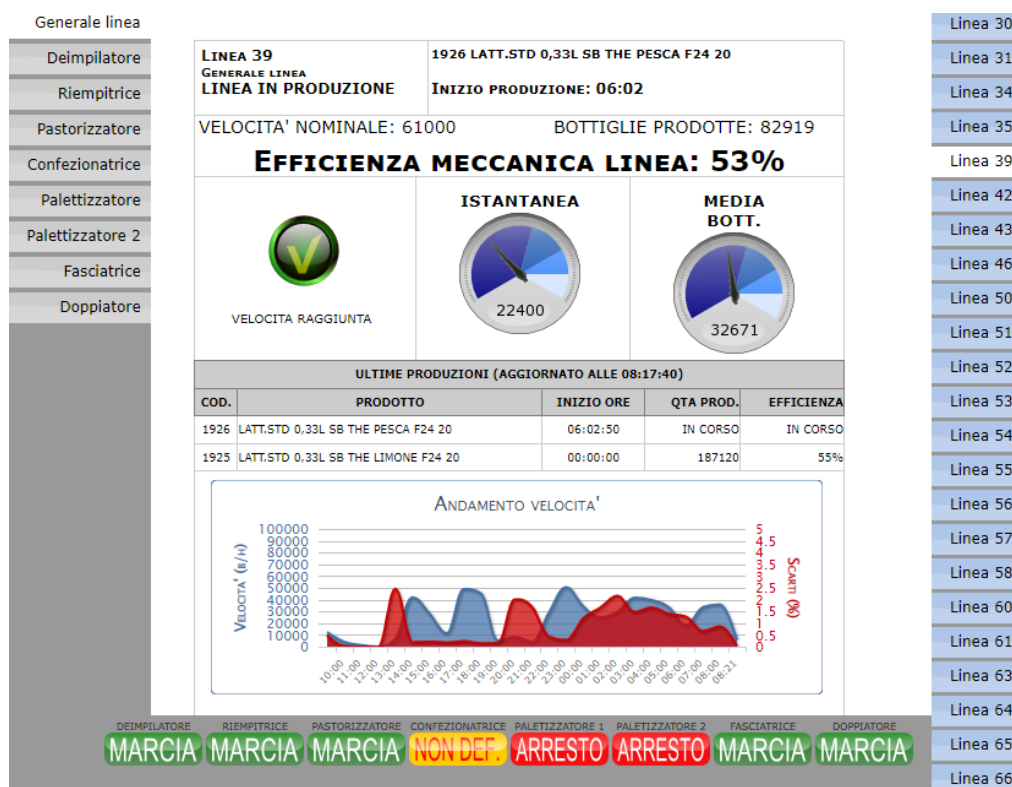


Fig. 6.1 – Parametri in tempo reale ricavabili da ILIS per la linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

¹⁶² IGE è il software gestionale dell'azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. utilizzato per l'acquisizione e l'archivio dei dati raccolti quotidianamente in tempo reale dagli impianti di produzione.

¹⁶³ ILIS è una sezione di IGE costituita da un'interfaccia che consente agli operatori o ai responsabili di visionare i dati in tempo reale sulle linee di imbottigliamento e di produzione.

In figura 6.2.1, invece, è presente una diapositiva che indica uno dei dati principali che si andranno a considerare nell’analisi preliminare del progetto SMED: i tempi di cambio formato reali, cioè quelli definiti effettivamente dalle registrazioni continue dei sensori presenti in linea.

La matrice è composta da tante righe quante sono le linee di imbottigliamento dello stabilimento di Scorzè. Sull’asse orizzontale figura il tempo. Ogni colonna corrisponde all’intervallo temporale di un’ora e ad ogni colonna sono associate quattro caselle ciascuna della durata di 15 minuti. La risoluzione temporale con cui vengono aggiornati i dati, pertanto, è pari a 15’. Ciò significa che ogni 15’ la matrice si aggiorna nei tempi con una nuova casella.

Questa può essere:

- una casella di produzione, se figura un numero all’interno ad indicare l’efficienza meccanica della linea (su fondo rosso se l’efficienza è bassa, ovvero sotto il 10%, su fondo arancione e giallo se è medio-bassa, ovvero compresa tra 10% e 50% e su fondo verde se è elevata, ovvero superiore al 75%);
- una casella di cambio formato, se figura la scritta “CG”, abbreviazione di “cambio gusto” ma che è da intendersi in senso più generico come cambio formato);
- una di fermata programmata (se figura la scritta “FP”, per cui si intende la fermate della linea per manutenzione predittiva e preventiva);
- una casella bianca se la linea è ferma nel senso che non è attiva e non deve produrre.

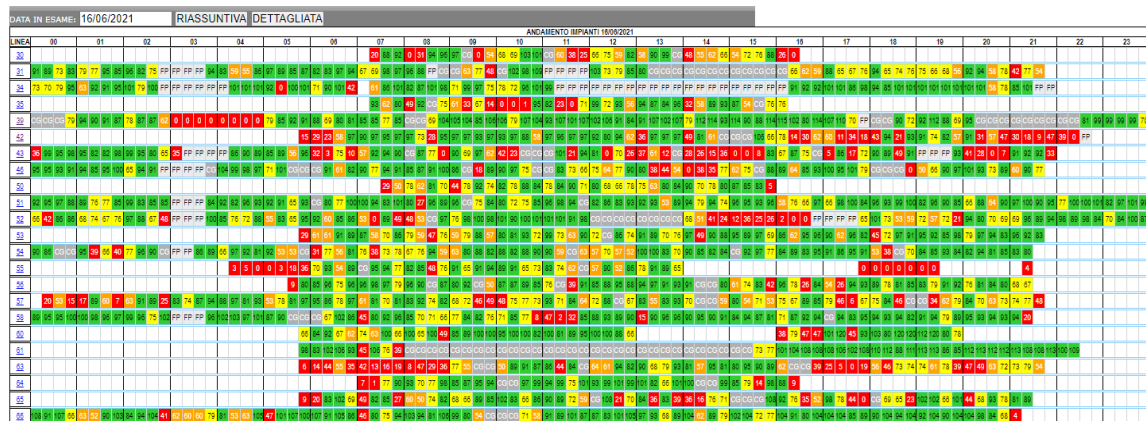


Fig. 6.2.1 – Panoramica generale dell’andamento delle linee di imbottigliamento ricavabile da ILIS.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Per esempio, in figura 6.2.2 si riporta un focus dell’immagine 6.2.1 precedente dove si evidenzia la casella con la sigla “CG” indica il tempo di cambio formato.

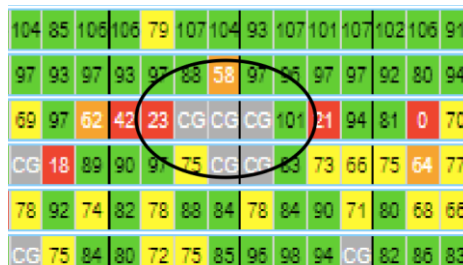


Fig. 6.2.2 – Panoramica generale dell’andamento delle linee di imbottigliamento ricavabile da ILIS.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

In questo caso l'interfaccia propone una visualizzazione molto sommaria del tempo di cambio formato della linea in questione: come già anticipato, ad una casella corrisponde il valore temporale 15 minuti. Ciò significa le tre caselle cerchiare corrispondono ad un cambio formato temporalmente superiore od uguale ai 10 minuti (due caselle) e inferiore od uguale 15 minuti (tre caselle) al massimo.

I dati precisi vengono, invece, registrati in un report scaricabile il giorno successivo dove si evidenziano le durate effettive dei cambi formato con precisione del minuto. Nella tabella 6.1 è presente un'estrazione di un report di dati poi convertito in un foglio Excel per essere analizzato o confrontato con altri dati in qualsiasi momento.

Tab. 6.1 – Estratto di un report di dati ricavabile da ILIS riguardante la produzione della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Linea	Giorno inizio produzione lotto	Classe SMED	Codice prodotto	Prodotto	Produzione	Minuti in sola produzione	Minuti in fermata pianificata	Minuti in cambio formato
39	17/06/2021 00:50	103	1649	LATT.SLEEK 0,33L SB THE LIMONE 20	296526	317	23	1
39	17/06/2021 10:19	198	8244	LATT.SLEEK 0,33L OASIS TROPICALE 21	687627	821	0	229
39	18/06/2021 00:00	198	8244	LATT.SLEEK 0,33L OASIS TROPICALE 21	1172743	1440	0	0
39	19/06/2021 00:00	198	8244	LATT.SLEEK 0,33L OASIS TROPICALE 21	459479	496	0	0
39	19/06/2021 09:08	103	1650	LATT.SLEEK 0,33L SB THE PESCA 20	621893	691	14	53
39	19/06/2021 21:20	103	6786	LEMON TEA 0.33L SLEEK EN/HU/ALB/RO/GR 20	114329	125	0	27
39	19/06/2021 23:35	103	1649	LATT.SLEEK 0,33L SB THE LIMONE 20	18842	25	0	10
39	20/06/2021 00:00	103	1649	LATT.SLEEK 0,33L SB THE LIMONE 20	302275	317	4	0
39	20/06/2021 07:03	102	8584	LATT.SLEEK 0,33L SCHWEPES TONICA 12	134765	180	1	102
39	20/06/2021 10:39	127	5308	LATT.SLEEK 0,33L PEPSI REGULAR 2014	151391	161	0	36
39	21/06/2021 06:31	127	5317	LATT.SLEEK 0,33L ARANCATA SLAM	263819	333	0	0
39	21/06/2021 19:56	65	4744	LATT.STD 0,33L LIPTON PESCA F24	16385	243	0	472
39	22/06/2021 00:00	65	4744	LATT.STD 0,33L LIPTON PESCA F24	48042	188	2	0
39	22/06/2021 03:24	65	4780	LATT.STD 0,33L LIPTON LIMONE F24.	110678	189	1	14

Ad esempio, si nota che il giorno 21/06/21 è stato eseguito un cambio formato dal prodotto 5317 (classe SMED "127") al prodotto 4744 (classe SMED "65") che è durato 472 minuti. Quello segnato è il tempo reale del cambio formato registrato in linea che andrà confrontato con quello teorico stimato presente nelle matrici dei tempi standard. I termini "prodotto" e "classe SMED" verranno descritti e approfonditi nel paragrafo successivo.

Tuttavia, c'è una precisazione importante da fare. Il dato che viene caricato e acquisito dal software ILIS al momento è inserito in modo manuale dagli operatori. Va da sé che questo può rappresentare una prima fonte di incertezza e di approssimazione del tempo effettivamente registrato in linea, in quanto un operatore che carica i dati può essere più o meno preciso rispetto ad un altro.

Questo è un ulteriore motivo a conferma del fatto che come punto di partenza per lo sviluppo di un progetto SMED sia propedeutico monitorare di persona con i membri del team i cambi formato direttamente in linea in modo da rendersi conto delle effettive tempistiche del cambio formato che alle volte potrebbero venire "falsate" da disattenzioni o eventuali distrazioni degli operatori.

6.3. Le matrici SMED: lo strumento per ottenere una base di dati teorici

Oltre allo storico dei dati reali effettivamente registrati in linea, è possibile consultare anche un'altra tipologia di storico di dati, molto utile nelle analisi SMED: il database aziendale contiene anche i dati dei tempi teorici di cambio formato sotto forma di matrici che si andranno ora a trattare. A differenza di quelli reali effettivamente registrati, questi dati teorici sono stati stabiliti

sulla base di considerazioni a priori (come l'idealizzazione dei processi di imbottigliamento, la standardizzazione delle procedure di cambio formato, i continui suggerimenti offerti a partire dal dialogo sul campo con i tecnici di linea, con i capi impianto¹⁶⁴ e con gli operatori, etc...). Sebbene rappresentino un'idealizzazione del processo di cambio formato essi sono una forma base di standardizzazione dei tempi di cambio formato per ogni linea di imbottigliamento.

Ogni settimana infatti, questi dati teorici vengono confrontati con quelli reali allo scopo di evidenziare lo scostamento tra i due processi. Mediante un principio di feedback continuo¹⁶⁵ è possibile implementare nel tempo l'aderenza del caso teorico a quella del caso reale. Questo si traduce in un miglioramento della schedulazione della produzione a monte, che, anche grazie alle stime dei tempi di cambio formato, può organizzare al meglio la produzione scegliendo la sequenza di prodotti da produrre che “tenga ferme” le linee il minor tempo possibile.

La combinazione di queste due informazioni – dati reali e dati teorici stimati - contribuirà a fornire il punto di partenza dell'analisi del progetto di ottimizzazione SMED.

A sostegno di questo, si esegue in partenza un'analisi economico-produttiva delle linee di produzione in merito ai cambi effettuati, ovvero un'analisi che indica quanto effettivamente costa per l'azienda ogni operazione di cambio formato per ogni singola linea di produzione. Questa analisi verrà affrontata nello specifico nei paragrafi seguenti, in quanto si vuole ora descrivere più precisamente la struttura delle stime dei dati teorici dei tempi di cambio formato adottata in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

6.3.1. Le matrici SMED con i tempi teorici di cambio formato

Nell'ottica del miglioramento dei cambi formato, l'azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. analizza i dati raccolti in tempo reale dal software IGE e li confronta con quelli teorici contenuti in un file Excel. Si tratta di un file in cui sono contenute le matrici specifiche riferite a ciascuna linea di imbottigliamento dello stabilimento in cui figurano tutte le possibili combinazioni di cambio formato da un prodotto A ad un prodotto B che la linea è in grado di eseguire.

In realtà, data la mole di prodotti finiti processabili dalle linee dello stabilimento di Scorzè, è stato utile classificare più prodotti finiti in classi. In Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. si utilizza il termine “classe tecnologica” o “famiglia tecnologica” per raggruppare un certo numero di prodotti finiti aventi lo stesso tempo ciclo (dove tempo ciclo assume il suo classico significato come descritto nel capitolo iniziale). Viceversa si utilizza il termine “classe SMED” o “famiglia SMED” per raggruppare un certo numero di prodotti finiti accomunati dalle stesse operazioni e dalle stesse tempistiche di cambio formato. Questa distinzione è necessaria perché prodotti finiti con lo stesso tempo ciclo possono avere tempi di cambio formato diverso.

Le combinazioni di cambio formato espresse dalle matrici di questo file allora, non fanno riferimento al passaggio da un prodotto finito A ad uno B ma da una classe SMED A ad una classe

¹⁶⁴ Un capo impianto è un operatore della linea altamente formato che in genere si occupa dei macchinari più critici o delle procedure più complesse fungendo da punto di riferimento per gli altri operatori in turno.

¹⁶⁵ Il feedback è da intendere come aggiornamento manuale delle stime dei tempi teorici di cambio formato sulla base dei continui dati raccolti riferiti ai cambi formato che realmente avvengono sulle linee.

SMED B, all'interno delle quali sono presenti più prodotti finiti raggruppati in base ai tempi di cambio formato.

Per esempio, guardando la tabella 6.2, si nota che i prodotti riportati fanno parte tutti della medesima classe tecnologica 127. Tuttavia i primi tre (quelli con codice 4721, 5320 e 5321) fanno anche parte della stessa classe SMED denominata "127C3L" perché accomunati tutti dallo stesso tempo teorico di cambio formato stimato. Il tempo teorico di cambio formato è visibile nella matrice della linea 39 che processa questa famiglia SMED.

Tab. 6.2 – Esempio di classificazione in famiglia SMED di un maggior numero di prodotti finiti.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Codice prodotto	Classe tecnologica 127			Codice prodotto	Classi SMED 127C3L, 127C3S e 127GL		
4721	127C3L	LATT.0,33L 7UP TEMPO FP 20		4721	127C3L	LATT.0,33L 7UP TEMPO FP 20	
5320	127C3L	LATT.SLEEK 0,33L 7UP 2014		5320	127C3L	LATT.SLEEK 0,33L 7UP 2014	
5321	127C3L	LATT.SLEEK 0,33L 7UP TEMPO FP 20		5321	127C3L	LATT.SLEEK 0,33L 7UP TEMPO FP 20	
5317	127C3S	LATT.SLEEK 0,33L ARANCIATA SLAM 2014		5317	127C3S	LATT.SLEEK 0,33L ARANCIATA SLAM 2014	
5322	127C3S	LATT.SLEEK 0,33L MIRINDA TEMPO FP 20		5322	127C3S	LATT.SLEEK 0,33L MIRINDA TEMPO FP 20	
5319	127C3S	ARANCIATA MIRINDA LATT SLEEK 0,33 LT		5319	127C3S	ARANCIATA MIRINDA LATT SLEEK 0,33 LT	
5308	127GL	LATT.PEPSI REGULAR SLEEK 0,33L 2014		5308	127GL	LATT.PEPSI REGULAR SLEEK 0,33L 2014	
5309	127GL	LATT. SLEEK 0,33LT PEPSI REG - TEMPO		5309	127GL	LATT. SLEEK 0,33LT PEPSI REG - TEMPO	
5310	127GL	LATT.PEPSI TWIST SLEEK 0,33L 2014		5310	127GL	LATT.PEPSI TWIST SLEEK 0,33L 2014	
5312	127GL	LATTINA PEPSI LIGHT SLEEK 0,33L 2014		5312	127GL	LATTINA PEPSI LIGHT SLEEK 0,33L 2014	
5314	127GL	LATTINA PEPSI BOOM SLEEK 0,33L 2014		5314	127GL	LATTINA PEPSI BOOM SLEEK 0,33L 2014	
5315	127GL	LATT.SLEEK 0,33L PEPSI MAX 2015		5315	127GL	LATT.SLEEK 0,33L PEPSI MAX 2015	
5316	127GL	LATT.SLEEK 0,33L PEPSI MAX SENZA CAFF.19		5316	127GL	LATT.SLEEK 0,33L PEPSI MAX SENZA CAFF.19	
5318	127GL	LATT.SLEEK 0,33L PEPSI MAX LIME 19		5318	127GL	LATT.SLEEK 0,33L PEPSI MAX LIME 19	

Allo stesso modo, i prodotti con codice 5317, 5322 e 5319 fanno parte della classe SMED "127C3S" e, pur essendo appartenenti alla stessa classe tecnologica, si differenziano dalla classe SMED precedente per un ciclo di sanificazione diverso che varia il tempo teorico stimato di cambio formato. Un discorso analogo si può fare per i prodotti appartenenti alla classe SMED "127GL" che presentano delle tempistiche ancora diverse da quelle dei prodotti precedenti.

Questo stratagemma risulta indispensabile in quanto le distinte base¹⁶⁶ dei prodotti finiti sono molto ampie visto che una bibita può presentare più formati, più tipologie di etichette, più colorazioni della bottiglia o del tappo, etc... Utilizzando questa distinzione in "classi SMED" è possibile riassumere più facilmente le combinazioni di cambio formato processabili da ogni linea dello stabilimento.

Attualmente le principali combinazioni possibili in tutto lo stabilimento di Scorzè sono più di 5000, come evidenzia la tabella 6.3.

¹⁶⁶ Con il termine "distinta base" ("Bill of Materials", abbreviata con la sigla BOM) si intende la distinta tecnica di progettazione contenente il prodotto finito al massimo livello di dettaglio dei suoi codici costituenti. Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano.

Tab. 6.3 – Possibili combinazioni di cambio formato tra classi SMED diverse per tutte le linee (anno 2021).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Linea	n° combinazioni
30	16
31	576
34	4
35	36
39	484
42	1225
43	100
46	400
50	324
51	1
52	81
53	4
54	49
55	4
56	49
57	9
58	64
60	484
61	289
63	100
64	81
65	196
66	676
TOTALE	5252

L'input con cui si sono ottenuti questi dati è ricavabile dalle matrici SMED di ogni singola linea. In queste matrici figurano tante colonne quante sono le operazioni specifiche di cambio formato dei macchinari presenti nella linea, accompagnate dai relativi tempi di cambio formato teorici (stimati sulla base dell'esperienza e a partire dal continuo confronto con i dati raccolti in tempo reale da IGE). In riga sono presenti le possibili combinazioni di cambio formato che la linea può operare, dalla classe SMED A alla classe SMED B.

In figura 6.3 è rappresentato un estratto della matrice SMED della linea 39 a titolo di esempio.

FORMATO DI PARTENZA		FORMATO DI ARRIVO		Cambio gusto	Cambio lattina	Cambio formato da 330 SLEEK a 330 CLASSIC e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 CLASSIC e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 CLASSIC SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a CLASSIC a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 250 SLEEK a CLASSIC e vicev.	Delta Temperatura Pastorizzatore	CIP I	CIP G	CIP H	TOTALE
Descrizione	Classe	Descrizione	Classe	25	20	300	120	300	120	300	300	50	170	170	150	
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	M	M							X				50
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0.33L (SLEEK)	127GL	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, LIMPIDO)	102L	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANGIATA PEPSICO 0.33L (SLEEK)	127C3S	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	SEVEN UP 0.33 (SLEEK)	127C3L	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	65LP	M	M	X							X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	M	M	X							X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0.33L LATT.	41	M	M	X							X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANGIATA PEPSICO 0.33 (CLASSIC)	126C3S	M	M	X							X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0.33 (CLASSIC)	126GL	M	M	X							X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP	M	M	X							X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB	M	M	X							X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0.25L LATT.	40	M	M	X							X			450
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT.0.33L (SLEEK)	190	M	M								X			470
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ.0.33L (SLEEK)	188	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT.0.25L LATT. (SLEEK)	189	M	M								X			290
THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ. 0.25L LATT. (SLEEK)	189	M	M								X			290
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	X	X								X			25
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	X	X								X			25
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0.33L (SLEEK)	127GL	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, LIMPIDO)	102L	M	M								X			150
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	M	M								X			150
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ARANGIATA PEPSICO 0.33L (SLEEK)	127C3S	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	SEVEN UP 0.33 (SLEEK)	127C3L	M	M								X			150
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	65LP	M	M	X							X			300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	M	M	X							X			300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0.33L LATT.	41	M	M	X							X			450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ARANGIATA PEPSICO 0.33 (CLASSIC)	126C3S	M	M	X							X			450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0.33 (CLASSIC)	126GL	M	M	X							X			450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP	M	M	X							X			300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB	M	M	X							X			300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0.25L LATT.	40	M	M	X							X			450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA NAT.0.33L (SLEEK)	190	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA FRIZZ.0.33L (SLEEK)	191	M	M								X			170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA NAT.0.25L LATT. (SLEEK)	188	M	M								X			290
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA FRIZZ. 0.25L LATT. (SLEEK)	188	M	M								X			290

Fig. 6.3 – Estratto della matrice SMED della linea 39 con i tempi e le combinazioni dei cambi formato tra classi SMED.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Come si nota dall'immagine, ogni matrice è compilata manualmente, sulla base delle considerazioni esposte in precedenza. Le caselle delle matrici vengono completate con dei simboli per delineare se un'operazione viene eseguita o meno durante il cambio formato dell'intera linea dal prodotto di classe A a quello di classe B. Se l'operazione non viene eseguita, non si segna nulla e la casella di incrocio tra l'operazione specifica del cambio formato e il cambio formato stesso rimane bianca. Se l'operazione viene eseguita, ci sono due possibili simboli da utilizzare. Con una "X" si indica un'operazione che viene eseguita con peso attivo durante il processo di cambio formato dell'intera linea. Con una "M", invece, si indica un'operazione che viene eseguita durante il cambio formato ma risulta "mascherata" da un'altra operazione attiva nel processo globale (cioè una del tipo "X").

Per esempio, nella prima riga della tabella si legge che per passare dalla classe SMED "105" a quella omonima "105" è necessario eseguire un "Cambio gusto" della durata di 25', un "cambio lattina" della durata di 20' e un CIP I della durata di 170'. Globalmente il tempo teorico di cambio formato a livello generale di linea è stimato a 170', come si può leggere dalla voce "TOTALE". Da notare che il tempo totale non è la somma dei tempi in questo caso in quanto l'operazione da 170' "maschera" quelle da 25' e da 20'.

Questo significa che in ogni cambio formato, globalmente – cioè a livello dell'intera linea - ci sono delle operazioni "principali" (segnate con il simbolo "X") e delle operazioni "secondarie" (segnate con il simbolo "M") relative al cambio formato dei singoli macchinari.

Tra le due, quelle "principali" sono quelle considerate critiche, in quanto assumono peso attivo nel processo globale (il cui tempo sarà definito proprio dalla sommatoria di queste operazioni). Tra queste, figurerà anche l'operazione che si potrebbe definire "collo di bottiglia" dell'intero cambio formato, ovvero l'operazione con il tempo di cambio formato di un macchinario che influenza le tempistiche globali dell'intero processo. Nell'esempio di prima, CIP I da 170' è l'operazione "collo di bottiglia".

Idealmente, si può pensare che riducendo queste operazioni - che possono metaforicamente essere intese come le operazioni interne di un cambio formato su un singolo macchinario – sia possibile ridurre attivamente il tempo totale di cambio formato della linea di imbottigliamento. Applicando i principi SMED per ridurre il tempo di cambio formato di una singola macchina si potrebbe, quindi, pensare di ridurre il tempo di cambio formato globale della linea, ottenendo così un duplice vantaggio. Sarà proprio su queste operazioni che l'analisi SMED andrà a concentrarsi per ricavare i maggiori benefici temporali.

Per avere chiaro questo concetto - che verrà ripreso in modo più approfondito nel capitolo successivo – può essere utile andare a graficare un diagramma di Gantt per il cambio formato.

6.3.2. Gantt Chart: un'applicazione non convenzionale in ottica SMED

In genere, un diagramma di Gantt è uno strumento visivo molto noto e ampiamente utilizzato nella gestione e sviluppo di un progetto. Si tratta di un grafico a istogramma che aiuta a visualizzare l'avanzamento del progetto in corso di sviluppo, andando ad evidenziare lo stato di completamento di ogni attività che lo compone.

In figura 6.4 è rappresentato un classico diagramma di Gantt delle attività come da definizione, dove sono illustrate le date di inizio e di fine delle operazioni da svolgere.



Fig. 6.4 – Diagramma di Gantt con applicazione classica.

Fonte: <https://www.slideteam.net/14-weeks-gantt-chart-for-project-details.html>

In ogni diagramma di Gantt sono presenti una serie di operazioni (che corrispondono alle righe della tabella) da svolgere in un certo arco temporale suddiviso in sotto periodi (che corrispondono alle colonne della tabella). Il diagramma evidenzia come intersezione di celle la durata, l’inizio e la fine di ogni attività nel tempo previsto. Per esempio la prima riga indica la prima attività da eseguire nel progetto (“Ricerca di un supervisore”) che inizierà la prima settimana e finirà la seconda settimana. La durata che riporta visivamente il diagramma per questa attività è di una settimana. Alcuni diagrammi di Gantt più sofisticati presentano anche il grado di completamento dell’attività e vengono aggiornati di volta in volta.

Di fatto con un diagramma di questo tipo si “fotografa” istante per istante lo stato del progetto. Nel capitolo successivo, verrà presentato il diagramma di Gantt con lo stato di avanzamento del progetto SMED nelle fasi iniziali, strutturato proprio come appena descritto. Nel capitolo finale, invece, verrà rappresentato il diagramma di Gantt del progetto nel suo stadio ultimo.

Tuttavia, si può far ricorso ad un diagramma di Gantt anche per capire meglio il motivo per cui le operazioni “principali” del paragrafo precedente sono da identificare come le operazioni “collo di bottiglia” dell’intero processo di cambio formato di una linea quando si passa da una classe SMED A ad una classe SMED B. Si tratta di un utilizzo diverso dal caso classico appena esposto.

A questo proposito è utile visualizzare un template di diagramma di Gantt (visibile in figura 6.5) costruito ad hoc come esempio, per una linea di produzione generica fittizia, allo scopo di chiarire il concetto espresso al paragrafo precedente.

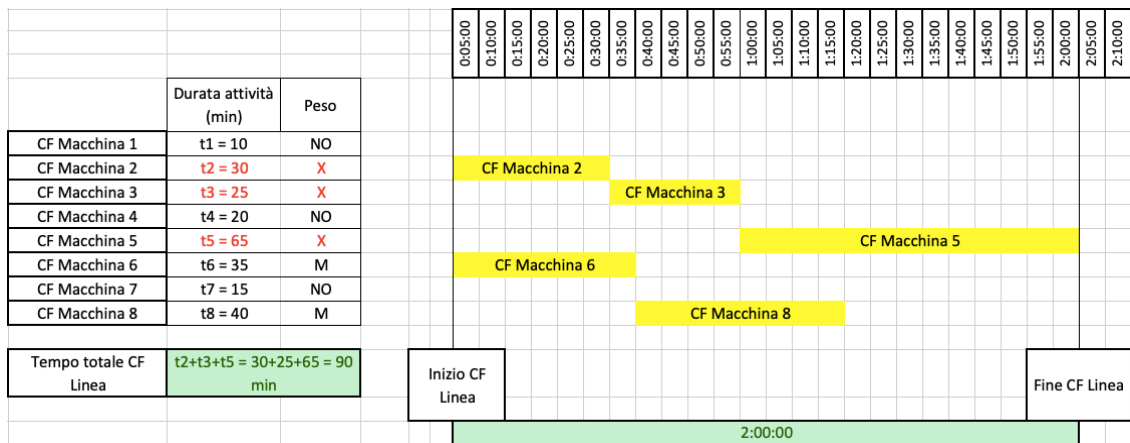


Fig. 6.5 – Diagramma di Gantt per una linea di produzione fittizia.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

In questo esempio si è in presenza di una linea di produzione costituita da otto macchinari. Durante un cambio formato da A a B si ipotizza che debbano venire eseguiti i cambi formato di cinque degli otto macchinari presenti (macchine 2, 3, 5, 6 e 8). Ad ogni macchina è associato un certo tempo di cambio formato espresso in minuti (quello della seconda macchina è pari a 30', quello della terza è pari a 25', ... e così via). Tuttavia, come si vede dalla figura, il tempo totale di cambio formato dell'intera linea, non è la somma dei tempi di cambio formato di ogni singolo macchinario.

Questo è reso possibile dalla parallelizzazione delle attività svolte dagli operatori. La linea, infatti, ha a disposizione un certo numero di operatori (e non un operatore singolo che deve eseguire i cambi di tutti i macchinari in sequenza uno dopo l'altro). Questo implica che ogni volta che ci sarà un cambio formato della linea, gli operatori, cooperando, andranno ad eseguire il cambio formato delle singole macchine con una certa sequenza temporale.

Nell'esempio proposto, si nota che i cambi formato delle macchine 2, 3 e 5 sono quelli "critici" per il cambio formato dell'intera linea da A a B, in quanto sono quelli che hanno "peso attivo" nell'intero processo. Ritardando i tempi di cambio formato anche solo di uno di questi macchinari, il tempo globale di cambio della linea aumenta. Viceversa, ipotizzando di riuscire a ridurre il tempo di cambio formato anche di uno solo di questi macchinari, il tempo di cambio dell'intera linea calerà.

Si nota, inoltre, che le macchine 6 e 8 possono eseguire il loro cambio formato anche in un tempo superiore a quello previsto senza incidere direttamente sul tempo complessivo di cambio della linea (eccezion fatta nel caso in cui gli operatori siano in numero inferiore al numero di macchinari, perché in questo caso l'operatore della macchina 6 potrebbe iniziare a cambiare la macchina 5 una volta terminato di cambiare la 6). Nell'ipotesi che ogni operatore della linea esegua il cambio formato sulla sua macchina, anche se si riuscissero a ridurre di molto i tempi di cambio formato dei macchinari 6 e 8 attraverso le politiche SMED di riduzione dei tempi, il tempo complessivo di cambio formato della linea non calerebbe.

In questi casi, conviene concentrare l'analisi SMED sui tempi di cambio formato relativi alle macchine 2, 3 e 5, ovvero quelle aventi tempi "attivi" nel processo globale di cambio formato. Riducendo anche del 10-20% uno di questi tre tempi è possibile ridurre il cambio formato a livello di linea.

Si tratta di un utilizzo non convenzionale e diverso da quello per cui il diagramma di Gantt è nato. Nonostante questo, è facilmente intuibile che uno schema esemplificativo e semplificato di questo tipo può essere in grado di suggerire visivamente i punti critici dove intervenire, a maggior ragione in un progetto SMED.

Questa funzionalità atipica del diagramma di Gantt è stata introdotta già a partire da questo capitolo - e verrà ripresa nei capitoli successivi - in quanto è stata ampiamente utilizzata durante il progetto SMED a tal punto da poter considerare il diagramma di Gantt come una possibile soluzione implementativa per migliorare l'organizzazione degli operatori durante la fase di cambio formato delle linee di produzione. Attualmente, infatti, non esistono delle procedure standardizzate di cambio formato a livello generale di linea, ma esistono solo quelle di cambio formato dei singoli macchinari.

6.3.3. Matrici aggiuntive per l'analisi dati preliminare

Accanto alla matrice SMED dei tempi di cambio formato di ogni linea di imbottigliamento, l'azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. utilizza anche altre tre tipologie di matrici che raccolgono una base dati ricavabile dal software gestionale IGE.

Le “matrici dei tempi teorici” sono le matrici che acquisiscono i tempi teorici - cioè quelli stimati e utilizzati come standard di riferimento - di cambio formato da una classe SMED A ad una classe SMED B per ogni linea dello stabilimento nell'anno selezionato. Questi tempi sono gli stessi che si trovano nelle matrici SMED presentate in precedenza. In figura 6.6 è raffigurata la matrice dei tempi teorici della linea 39 dell'anno 2020 (con il colore blu sono evidenziate le classi SMED della linea 39).

	102L	102S	103LP	103SB	105	126C3L	126C3S	126GL	127C3L	127C3S	127GL	188	189	190	191	40	41	64LP	64SB	65LP	65SB
102L	25	25	170	75	170	470	470	470	170	170	150	290	290	170	170	470	300	470	300	470	300
102S	25	25	170	75	170	290	470	470	170	170	170	290	290	170	170	290	470	470	120	470	325
103LP	150	150	25	25	170	450	450	450	150	170	170	290	290	170	170	450	450	300	300	300	300
103SB	150	170	170	25	170	470	470	470	170	170	150	290	290	170	170	470	450	470	300	470	300
105	170	170	170	50	150	470	470	470	170	170	170	290	290	170	170	470	470	450	450	470	470
126C3L	325	325	470	325	470	120	170	25	470	470	300	470	470	470	470	120	25	290	145	170	50
126C3S	325	325	470	325	470	290	20	170	470	300	470	470	470	470	470	290	170	290	145	170	50
126GL	325	325	470	325	470	120	170	25	470	470	300	470	470	470	470	120	25	170	145	170	50
127C3L	25	25	170	75	170	290	300	300	25	175	25	290	290	170	170	290	300	290	120	470	300
127C3S	25	25	170	75	0	290	300	470	170	25	150	290	290	170	170	290	470	290	120	470	300
127GL	25	170	170	75	170	300	470	300	170	170	25	290	290	170	170	300	300	470	300	470	300
188	120	120	120	120	120	300	300	300	120	120	25	25	120	120	120	300	300	300	300	300	300
189	120	120	120	120	120	300	300	300	120	120	25	25	120	120	120	300	300	300	300	300	300
190	25	25	75	75	75	300	300	300	75	25	25	120	120	25	25	300	300	300	300	350	300
191	25	25	75	75	75	300	300	300	75	25	25	120	120	25	25	300	300	300	300	350	300
40	325	325	470	325	470	25	290	120	470	470	300	470	470	470	470	25	120	170	50	290	145
41	325	325	470	350	470	145	170	25	470	470	325	470	470	470	470	145	25	290	145	170	50
64LP	450	325	300	325	470	150	290	270	470	470	450	470	470	470	470	150	270	25	25	120	145
64SB	325	325	470	300	470	170	290	290	470	470	470	470	470	470	470	170	290	170	25	290	120
65LP	300	300	300	300	470	270	170	150	470	470	450	470	470	470	470	270	220	120	120	25	25
65SB	300	325	470	300	470	290	170	170	470	470	470	470	470	470	470	290	170	290	145	170	25

Fig. 6.6 – Matrice dei tempi teorici della linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

La matrice si legge da sinistra verso destra: per esempio, la prima riga indica tutti i possibili cambi formato a partire dalla classe SMED “102L” con le altre classi SMED della linea 39.

Abbinare alle matrici dei tempi teorici, ci sono le “matrici delle frequenze”, cioè le matrici che riportano la ripetitività dei cambi formato - ovvero il numero di volte che sono stati eseguiti i diversi cambi formato da una classe A ad una classe B - per ogni linea dello stabilimento nell’anno selezionato. In figura 6.7 è raffigurata la matrice delle frequenze della linea 39 dell’anno 2020.

	102L	102S	103LP	103SB	105	126C3L	126C3S	126GL	127C3L	127C3S	127GL	188	189	190	191	40	41	64LP	64SB	65LP	65SB	
102L		10			3			1			6				4							
102S	1	13	1	7	6				1		3				2			1				2
103LP			17	10					1		1					1						
103SB	4	1	2	49	12		1		1		5			2	7	1					3	
105			5	11	2				1	1	2			1	2							1
126C3L								3														
126C3S								2														
126GL																						
127C3L	1							4	1		9											
127C3S	1	2		1	1																	
127GL	12	9	5	8	1			1	3	1	38				2	1						
188														1								
189											1											
190	5	1	1	1				1	4	1	9	1		5	1							
191									1		1			19	5							
40						1												1				
41																						
64LP																					2	
64SB																						
65LP								1													5	5
65SB				1		2		2	1	1	1			2								10

Fig. 6.7 – Matrice delle frequenze della linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Infine, ci sono le “matrici pesate” ovvero quelle che riassumono i dati delle due matrici precedenti combinando tra loro i tempi teorici e le frequenze dei cambi formato. In queste matrici si evidenzia il “peso” che un cambio formato da una classe SMED A ad una classe SMED B ha sviluppato nell’anno di riferimento. In figura 6.8 è raffigurata la matrice pesata della linea 39 dell’anno 2020.

	102L	102S	103LP	103SB	105	126C3L	126C3S	126GL	127C3L	127C3S	127GL	188	189	190	191	40	41	64LP	64SB	65LP	65SB	Somma:	
102L		250			510			470			900				680								2810
102S	25	325	170	525	1020				170		510				340			470			650		4205
103LP			425	250					150		170					450							1445
103SB	600	170	340	1225	2040		470		170		750			340	1190	470					1410		9175
105			850	550	300				170	170	340			170	340							470	3360
126C3L								75															75
126C3S								340															340
127GL																							
127C3L	25							1200			225												1450
127C3S	25	50		75	0																		150
127GL	300	1530	850	600	170			300	510	170	950			340	170								5890
188														25									25
189											120				120								240
190	125	25	75	75				300	300	25	225	120		125	25								1420
191									75		25			475	125								700
40																		170					460
41							280																
64LP																							
64SB																					240		240
65LP								150													125	125	400
65SB				300				340	470	470	470			940							250	250	3240
Somma:	1100	2350	2710	3600	4040		760	3175	2015	835	4685	120	25	2390	2990	920		640		1775	1495	35625	

Fig. 6.8 – Matrice pesata della linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Per esempio, dalla matrice appena presentata, leggendo la prima riga si nota che il cambio formato dalla classe SMED “102L” alla classe SMED “102S” ha “peso” 250. Questo 250 è ottenuto come prodotto tra il tempo teorico stimato di cambio formato di 25’ (ricavabile dalla matrice 6.6) e la frequenza di questo cambio formato nell’anno 2020 che è 10 volte/anno (ricavabile dalla matrice 6.7).

Per poter operare dei confronti con il passato, ogni anno queste tre categorie di matrici vengono compilate in automatico su file diversi a partire dai dati registrati da IGE: in questo modo si possono delineare le differenze tra la situazione dei cambi formato delle linee in diversi momenti temporali dell’azienda intese come “peso” che il cambio formato ha rivestito per ciascuna classe SMED, per ogni linea dello stabilimento. Sarà proprio questa la tipologia di confronto dati da cui partire per applicare la procedura implementativa del progetto SMED.

6.4. Pianificazione del progetto SMED

Come anticipato al capitolo precedente, in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. esistono diverse tipologie di progetti. Quello di ottimizzazione SMED rientra nei cantieri di industrializzazione “a budget” ed è cominciato nel marzo 2021 con l’obiettivo di portarlo a termine entro la fine dell’anno (durata prevista di sette – otto mesi). In realtà, come la maggior parte dei cantieri di industrializzazione non è stato definito un budget vero e proprio per il progetto SMED, con l’idea di portarlo a termine limitando il più possibile i costi e le spese.

In particolare, dopo la definizione del team di lavoro con uno sviluppo a matrice forte del progetto si è proceduto seguendo 5 step:

- Analisi preliminare costi - benefici sulla totalità delle linee di produzione;
- Sviluppo del progetto: riunione del Team SMED con gli altri team di lavoro per le fasi di confronto utilizzando strumenti Lean per definire le attività di pianificazione e per sviluppare la struttura organizzativa del progetto;
- Monitoraggio e frequente osservazione del/i cambio/i formato selezionati per rimarcare le criticità e individuare possibili migliorie in ambito SMED, 5S e Kaizen;
- Analisi dei dati raccolti e riunioni settimanali per discutere insieme sulle azioni di implementazione tecnica e organizzativa nell’area di lavoro scelta;
- Verifica sul breve e lungo termine delle migliorie introdotte con obiettivo da perseguire il miglioramento continuo del Kaizen.

Questa è stata la linea guida utilizzata come esoscheletro per il progetto SMED aziendale.

6.4.1. Analisi preliminare costi – benefici sulla totalità delle linee di produzione

La manovra di ottimizzazione SMED parte con una fase di analisi economico-prestazionale degli impianti di imbottigliamento, con l’obiettivo di ricercare le attuali linee più “critiche” per l’azienda.

L’importanza di effettuare il progetto di ottimizzazione di cambio formato è emersa da un’analisi preliminare effettuata in azienda nei primi mesi del 2021, dove veniva evidenziato il trend dei cambi formato negli ultimi otto anni (2012-2020). Come si evince dalla figura 6.9, negli ultimi anni, i tempi dedicati ai cambi formato – comprensivi di setup, cambio gusto, cambio etichetta – hanno assunto un “peso” sempre maggiore, andando progressivamente a sottrarre tempo ai cicli di produzione.

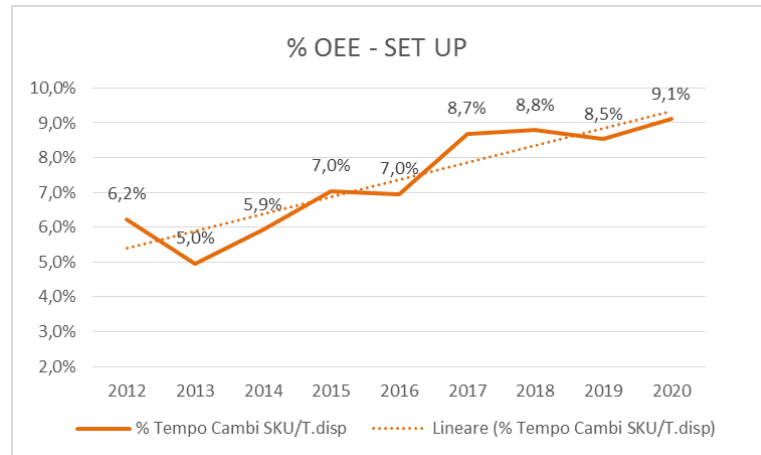


Fig. 6.9 – Analisi andamento dei cambi formato sulla base di uno storico di dati di otto anni (2012-2020).
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

I dati appartenenti all’istogramma sono stati ottenuti sempre a partire dal software gestionale dell’azienda IGE. Come si può vedere dal grafico, è emerso che dal 2012 al 2020 l’incidenza dei tempi di cambio formato sull’OEE¹⁶⁷ è aumentata del 2,9%. Inoltre, da ulteriori dati IGE si sa che ad oggi in azienda i cambi formato sono la seconda voce di inefficienza OEE dopo le micro-fermate¹⁶⁸.

Considerando uno storico di dati dei quattro anni precedenti al 2021, si sono individuate le linee con il costo globale dell’operazione di cambio formato più alto. La discriminante “costo globale di cambio formato” si ottiene moltiplicando i tempi dei singoli cambi formato [ore], la frequenza degli stessi [cambi/anno], il numero di operatori e il costo orario - stimato a 33 euro/ora - delle risorse umane impiegate. Il risultato finale per ogni linea si ottiene effettuando la sommatoria di questi termini in base al numero rispettivo di cambi formato che sono stati effettuati sulla linea (informazioni ottenibili dalle tre matrici presentate al paragrafo 6.3.3). Riassumendo, il risultato è ottenibile applicando la semplice espressione evidenziata dalla formula 6.1.

$$C_{tot\ linea\ i} = \sum(t_{setup\ i} \cdot n_{cambi\ i} \cdot n_{operatori\ i} \cdot C_{orario\ operatore}) \quad 6.1$$

Con questa espressione - volutamente semplificata - non si è tenuto conto di altri fattori secondari come il contributo dell’energia impiegata, eventuali imprevisti, guasti o rotture dei macchinari

¹⁶⁷ L’Overall Equipment Effectiveness (abbreviato OEE e traducibile con il termine “efficienza generale della risorsa produttiva) è un indicatore espresso in percentuale che misura il rendimento di un macchinario o di una linea di produzione. Qualitativamente e numericamente rappresenta il prodotto di tre fattori. Il primo, la disponibilità, è il parametro che misura i “downtown losses”, cioè le perdite causate dai fermi macchina e organizzativi; in ambito manifatturiero una disponibilità superiore al 90% è considerata ottima. Il secondo, la prestazione, è il parametro di efficienza che misura gli “speed losses”, cioè le perdite legate alle riduzioni di velocità e alle micro-fermate; in ambito manifatturiero una prestazione di efficienza superiore al 95% è considerata ottima. Infine, il terzo, la qualità, è il parametro che misura i “quality losses”, cioè le perdite causate dalla produzione di scarti o da rilavorazioni; in ambito manifatturiero l’indice di qualità nei modelli di gestione della produzione ispirati al principio Lean di “zero difetti” deve essere almeno pari al 99%. Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 277.

¹⁶⁸ Con il termine micro-fermata si intendono tutte quelle fermate di entità temporale ridotta che contribuiscono a penalizzare l’OEE di una macchina a livello di prestazione (secondo indicatore dell’OEE). Fonte: De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano; p. 277.

collegate direttamente o indirettamente al cambio formato, contributi di costi manutentivi e additivi, etc... in quanto fattori trascurabili rispetto a quelli predominanti dei cambi formato.

I risultati sulla base dello storico di dati che va dal 2018 al 2020 - ottenuti sempre da IGE - si riassumono nella tabella 6.4: vengono evidenziati in rosso i costi globali di cambio formato più elevati a livello di cambi formato per prodotto SKU¹⁶⁹.

Tab. 6.4 – Costificazione dei cambi formato sulla base di uno storico di dati di quattro anni (2017-2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

	Valorizzazione Costo STD - Cambi SKU			
	2017	2018	2019	2020
30	€ -	€ -	€ -	€ 43.794
31	€ 184.968	€ 231.624	€ 196.579	€ 106.509
34	€ 27.004	€ 40.578	€ 31.913	€ 27.134
35	€ 9.411	€ 22.349	€ 22.572	€ 30.653
39	€ 124.859	€ 153.644	€ 140.075	€ 103.174
42	€ 153.428	€ 148.727	€ 145.812	€ 143.411
43	€ 77.687	€ 78.175	€ 90.876	€ 79.783
46	€ 77.782	€ 85.556	€ 82.995	€ 100.404
50	€ 51.346	€ 46.585	€ 37.598	€ 36.670
51	€ 6.457	€ 5.634	€ 8.627	€ 8.145
52	€ 33.678	€ 34.664	€ 42.734	€ 39.455
53	€ 14.257	€ 17.099	€ 22.213	€ 16.662
54	€ 40.210	€ 41.487	€ 39.010	€ 43.433
55	€ 9.911	€ 8.132	€ 7.004	€ 13.003
56	€ 30.022	€ 27.788	€ 28.181	€ 26.198
57	€ 46.404	€ 37.752	€ 40.583	€ 38.614
58	€ 86.381	€ 110.520	€ 45.366	€ 36.775
60	€ 105.220	€ 99.191	€ 92.683	€ 104.773
61	€ 109.062	€ 116.057	€ 93.497	€ 61.262
63	€ 77.761	€ 81.130	€ 81.778	€ 88.900
64	€ 51.702	€ 55.544	€ 46.123	€ 36.731
65	€ 109.385	€ 99.583	€ 99.114	€ 96.777
66	€ 134.759	€ 185.227	€ 176.065	€ 130.626
Totale	€ 1.561.695	€ 1.727.046	€ 1.571.397	€ 1.412.886

Come evidenzia la tabella, gli impianti più critici nell'arco degli ultimi quattro anni sono stati le linee 31, 39, 42, 46, 60 e 66.

In aggiunta alla discriminante economica del costo globale di cambio formato della tabella precedente, è possibile individuare altri parametri correlati indirettamente ai costi di cambio formato, sui quali è possibile avanzare delle considerazioni supplementari in merito ad altre possibili criticità delle linee di imbottigliamento.

Questi dati sono individuabili su tre livelli di analisi:

- Relativi alla linea intera (monitorando i dati OEE e l'efficienza meccanica globale delle linee, ottenibili sulla base di uno storico sempre da IGE);
- Relativi ad una singola macchina all'interno della linea che funge da collo di bottiglia¹⁷⁰ (sempre ottenibile dallo storico di IGE);

¹⁶⁹ Letteralmente "Stock-Keeping Unit" (abbreviato SKU) è l'articolo gestito a magazzino messo a stock in una determinata posizione. Fonte: Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., 2011, *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario con applicazioni numeriche e progettuali*, Esculapio, Bologna.

¹⁷⁰ Il termine "collo di bottiglia" indica metaforicamente un limite che presenta il flusso di un liquido contenuto in una bottiglia. Nell'ambiente industriale si utilizza questo termine in riferimento ad un processo, ad un'operazione o ad un macchinario che "limita" gli altri in fatto di produzione, tempi,

- Ottenibili da un'analisi di non conformità particolarmente negativa (casi ricorrenti di non conformità nell'arco di mesi/anni sono indice di possibili problematiche da correggere che possono essere causate anche da una non corretta esecuzione dei cambi formato).

L'obiettivo di questa analisi aggiuntiva è quello di segnalare una linea momentaneamente problematica che magari non emerge dallo storico di dati evidenziato nelle tabelle precedenti.

Proprio questa tipologia di considerazioni ha delineato una forte criticità per le linee 31 e 39. La costificazione di queste due linee, come si evince dalla tabella 6.4, sembra avere un trend decrescente (escludendo il dato del 2020 che risulta basso anche perché falsato dalla minor produzione nel periodo della pandemia), quindi sembra essere una situazione positiva.

Tuttavia, la linea 31 risulta critica in quanto è stata introdotta nel 2019 una nuova linea (Linea 30) che nel 2020 ha iniziato a produrre alcuni prodotti che trattava la linea 31. Questo ha comportato una differenziazione marcata della produzione di questa linea tra i due anni presi come riferimento, in quanto una parte dei prodotti è stata trasferita ad un'altra linea. Come conseguenza, sarebbe necessario andare a studiare più nel dettaglio l'evoluzione della produttività di questa linea (soprattutto nell'ottica di cambi formato SMED che sarà completamente rivoluzionata visto che la linea attualmente non processa più gli stessi prodotti degli anni precedenti).

Nella linea 39 dei contenitori in lattina, invece, è nota da sempre una criticità dei tempi di cambio formato molto elevati (dell'ordine delle 5-8 ore) legata al monoblocco di riempimento che risulta il "collo di bottiglia" dell'intero processo di cambio formato).

Oltre a queste due considerazioni, si stima che la domanda dei prodotti in vetro e in lattina subirà degli aumenti negli anni successivi. Motivo per cui, anche se queste linee presentano una costificazione minore rispetto ad altre visibili in tabella, esse risultano comunque degne di nota a tal punto da poterle far rientrare in un progetto di ottimizzazione SMED.

Tra la totalità degli impianti di imbottigliamento dello stabilimento, si sono individuate le linee 31, 39, 42 e 46 come possibili linee su cui poter sviluppare il progetto SMED.

Le linee 60 e 66 sono state scartate dall'analisi - sebbene incidessero in modo marcato alla pari delle altre linee - in quanto sono state di recente interessate da un progetto per la minimizzazione dei costi di produzione e di stoccaggio per ottenere dei savings di natura operativa come energia, scarti, etc ... La possibilità di applicare un'analisi per valutare la fattibilità di un progetto SMED è stata giudicata ancora eccessivamente prematura.

Si è deciso di condurre un'analisi più restrittiva di tutte e quattro le linee focalizzandosi sugli anni 2019 e 2020. In particolare, non si è considerato l'anno corrente (2021) in quanto si aveva a disposizione lo storico dei soli primi tre mesi. Analizzando, quindi, due periodi temporali diversi è stato possibile operare un confronto tra i due per evidenziare anche eventuali cambiamenti tra periodi successivi a lungo termine come possibile punto di partenza da cui sviluppare delle considerazioni in funzione del progetto SMED.

operazioni, etc... generando una dipendenza critica. Fonte: Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., 2011, *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario con applicazioni numeriche e progettuali*, Esculapio, Bologna.

6.4.2. Analisi situazione AS-IS (anno 2020)

La procedura di analisi dello storico dei dati per l'anno 2020 è articolata come segue:

- Ci si procura le matrici pesate di ognuna delle quattro linee (31, 39, 42 e 46) considerate critiche in base alle considerazioni fatte al paragrafo precedente. Come già anticipato al paragrafo 6.3.3, all'interno delle matrici figurano gli incroci di ogni possibile combinazione di classe SMED di prodotti della linea in questione, "pesata" come prodotto tra il tempo teorico e la frequenza annuale di cambio formato. Il passo successivo è trasformare questa matrice pesata nella "matrice pesata percentuale", dove sono presenti gli stessi valori della matrice precedente ma presentati sotto forma di dati percentuali rispetto al "peso" del totale dei cambi formato annui. In figura 6.10 è riportata la matrice pesata percentuale della linea 39;

	102L	102S	103LP	103SB	105	126C3L	126C3S	126GL	127C3L	127C3S	127GL	188	189	190	191	40	41	64LP	64SB	65LP	65SB	Somma:	
102L		0,70%			1,43%			1,32%			2,53%					1,91%							7,89%
102S	0,07%	0,91%	0,48%	1,47%	2,86%				0,48%	1,43%					0,95%			1,32%				1,82%	11,80%
103LP		1,19%	0,70%						0,42%		0,48%					1,26%							4,06%
103SB	1,68%	0,48%	0,95%	3,44%	5,73%		1,32%		0,48%	2,11%				0,95%	3,34%	1,32%				3,96%			25,75%
105			2,39%	1,54%	0,84%				0,48%	0,48%	0,95%				0,48%	0,95%						1,32%	9,43%
126C3L								0,21%															0,21%
126C3S								0,95%															0,95%
127GL																							
127C3L	0,07%			0,21%	0,00%				3,37%		0,63%												4,07%
127C3S	0,07%	0,14%		0,21%	0,00%																		0,42%
127GL	0,84%	4,29%	2,39%	1,68%	0,48%				0,84%	1,43%	0,48%	2,67%			0,95%	0,48%							16,53%
188															0,07%								0,07%
189																							0,67%
190	0,35%	0,07%	0,21%	0,21%					0,84%	0,84%	0,07%	0,63%	0,34%	0,34%		0,35%	0,07%						3,99%
191									0,21%	0,07%	0,07%		0,34%	0,34%		1,33%	0,35%						1,96%
40																							1,29%
41						0,81%												0,48%					
64LP																							0,67%
64SB																							0,67%
65LP								0,42%															0,35%
65SB				0,84%				0,95%	1,32%	1,32%	1,32%				2,64%							0,35%	1,12%
Somma:	3,09%	6,60%	7,61%	10,11%	11,34%	2,13%	8,91%	5,66%	2,34%	13,15%	0,34%	0,07%	6,71%	8,39%	2,58%	1,80%		4,98%	4,20%			1	

Fig. 6.10 – Matrice pesata percentuale della linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

- All'interno della matrice pesata percentuale si filtrano i valori più elevati¹⁷¹ stabilendo una soglia che varia da linea a linea a seconda dei "pesi" più o meno elevati che si sono presentati nell'anno. In figura 6.11 è rappresentata la selezione di dati effettuata per la linea 39, considerando come critici i "pesi" percentuali maggiori del 2% (in rosso marcato si notano quelli maggiori del 3%);

	102L	102S	103LP	103SB	105	126C3L	126C3S	126GL	127C3L	127C3S	127GL	188	189	190	191	40	41	64LP	64SB	65LP	65SB	Somma:	
102L		0,70%			1,43%			1,32%			2,53%					1,91%							7,89%
102S	0,07%	0,91%	0,48%	1,47%	2,86%				0,48%	1,43%					0,95%			1,32%				1,82%	11,80%
103LP		1,19%	0,70%						0,42%		0,48%					1,26%							4,06%
103SB	1,68%	0,48%	0,95%	3,44%	5,73%		1,32%		0,48%	2,11%				0,95%	3,34%	1,32%				3,96%			25,75%
105			2,39%	1,54%	0,84%				0,48%	0,48%	0,95%				0,48%	0,95%						1,32%	9,43%
126C3L								0,21%															0,21%
126C3S								0,95%															0,95%
127GL																							
127C3L	0,07%			0,21%	0,00%				3,37%		0,63%												4,07%
127C3S	0,07%	0,14%		0,21%	0,00%																		0,42%
127GL	0,84%	4,29%	2,39%	1,68%	0,48%				0,84%	1,43%	0,48%	2,67%			0,95%	0,48%							16,53%
188															0,07%								0,07%
189																							0,67%
190	0,35%	0,07%	0,21%	0,21%					0,84%	0,84%	0,07%	0,63%	0,34%	0,34%		0,35%	0,07%						3,99%
191									0,21%	0,07%	0,07%		0,34%	0,34%		1,33%	0,35%						1,96%
40																							1,29%
41						0,81%												0,48%					
64LP																							0,67%
64SB																							0,67%
65LP								0,42%															0,35%
65SB				0,84%				0,95%	1,32%	1,32%	1,32%				2,64%						0,35%	0,35%	1,12%
Somma:	3,09%	6,60%	7,61%	10,11%	11,34%	2,13%	8,91%	5,66%	2,34%	13,15%	0,34%	0,07%	6,71%	8,39%	2,58%	1,80%		4,98%	4,20%			1	

Fig. 6.11 – Matrice pesata percentuale della linea 39 (anno 2020) con valori filtrati sopra al 2%.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

¹⁷¹ La procedura di selezione si effettua in Excel utilizzando lo strumento "formattazione condizionale" con regola di evidenziazione celle del maggiore, imponendo come soglia una percentuale plausibile in base ai dati numerici che ci sono. Per la matrice pesata percentuale della linea 39 dell'anno 2020 si è scelto di formattare sopra il 2%.

- 3) Si riportano in una tabella a parte i cambi formato dalla classe SMED A alla classe SMED B più elevati come “peso” percentuale, disponendoli in ordine decrescente a partire dall’alto. A questi, si aggiunge anche l’esplosivo delle operazioni dei cambi formato dei singoli macchinari della linea (con le relative durate temporali) che vengono eseguite in quei cambi. In figura 6.12 è rappresentata la situazione della linea 39.

Da				A				OPERAZIONI				
								Tempo	Freq	t TOT	PESO %	CIP I
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	170	12	2040	5,7	170	0	0	M	170
PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	170	9	1530	4,3	170	0	0	M	170
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE' 0,25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	65LP	470	3	1410	4,0	170	0	300	M	470
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	25	49	1225	3,4	0	0	0	25	25
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	ACQUA FRIZZ.0,33L (SLEEK)	191	170	7	1190	3,3	170	0	0	M	170
BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	170	6	1020	2,9	170	0	0	M	170
PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	25	38	950	2,7	0	0	0	25	25
THE' 0,33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	ACQUA NAT.0,33L (SLEEK)	190	470	2	940	2,6	170	0	300	M	470
BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS, LIMPIDO)	102L	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	150	6	900	2,5	0	150	0	M	150
				SOMME	132	11205	31,5					
				SOMME %	32,6	31,5	31,5	M = mascherato				
TOTALI LINEA				405	35625	100						

Fig. 6.12 – Report dei cambi formato per classe SMED con maggior “peso” della linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L’obiettivo è quello di individuare le operazioni di cambio formato più ricorrenti (singole o accoppiate con altre) che sembrano presentarsi più volte e che hanno inciso maggiormente nello storico di dati analizzati in quell’anno. Ipoteticamente, se si riuscissero a ridurre queste operazioni – assumendo che si ripresentino con lo stesso “peso” anche negli anni a seguire – si riuscirebbe a ridurre il costo dei cambi formato annuali a livello complessivo di linea. Questo potrebbe costituire un punto di partenza importante per un’implementazione SMED. Dall’immagine precedente si vede che le due voci considerate come discriminante per la linea 39 sono state la sanificazione CIP¹⁷² da 170’ e il cambio formato “lungo” da 300’ in quanto si sono presentate maggiormente nei cambi con maggior “peso” (sei cambi formato su nove nell’anno 2020 presentano queste due operazioni singolarmente o in modo combinato);

- 4) Una volta identificate una o due operazioni “critiche”, si ricercano nella matrice dei tempi teorici i tempi maggiori o uguali a quelli del parametro singolo/accoppiato per individuare QUALI altri cambi formato in quell’anno hanno fatto uso di quelle operazioni specifiche (i tempi teorici inferiori a quella soglia sicuramente non presenteranno le operazioni che si vogliono studiare). In figura 6.13 è rappresentata la discriminazione dei tempi teorici eseguita per la linea 39;

¹⁷² Una sanificazione CIP (abbreviazione di “Clean-In-Place”) è un lavaggio acido o alcalino che riguarda l’interno delle condotte che partono dai silos contenenti il prodotto finito allo stato liquido (acqua, succo, etc..) e terminano con i rubinetti della riempitrice. È diversa dalla sanificazione COP (abbreviazione di “Clean-Out-Place”) che rappresenta un lavaggio delle zone della riempitrice esposte alla manipolazione degli operatori (banalmente le zone in cui sono presenti i pezzi da sostituire ad ogni cambio formato e che sono stati toccati dagli operatori).

	102L	102S	103LP	103SB	105	126C3L	126C3S	126GL	127C3L	127C3S	127GL	188	189	190	191	40	41	64LP	64SB	65LP	65SB
102L	25	25	170	75	170		470	470	170	170	150	290	290	170	170	470	300	470	300	470	300
102S	25	25	170	75	170		470	470	170	170	170	290	290	170	170	290	470	470	120	470	325
103LP	150	150	25	25	170		450	450	150	170	170	290	290	170	170	450	450	300	300	300	300
103SB	150	170	170	25	170		470	470	170	170	150	290	290	170	170	470	450	470	300	470	300
105	170	170	170	50	150		470	470	170	170	170	290	290	170	170	470	470	450	450	470	470
126C3L	325	325	470	325	470		170	25	470	470	300	470	470	470	470	120	25	290	145	170	50
126C3S	325	325	470	325	470			170	470	300	470	470	470	470	470	290	170	290	145	170	50
127C3L	25	25	170	75	170		300	300		175	25	290	290	170	170	290	300	290	120	470	300
127C3S	25	25	170	75	0		300	470	170		150	290	290	170	170	290	470	290	120	470	300
127GL	25	170	170	75	170		470	300	170	170	25	290	290	170	170	300	300	470	300	470	300
188	120	120	120	120	120		300	300	120	120	120	0	25	120	120	300	300	300	300	300	300
189	120	120	120	120	120		300	300	120	120	120	0	25	120	120	300	300	300	300	300	300
190	25	25	75	75	75		300	300	75	25	25	120	120	25	25	300	300	300	300	350	300
191	25	25	75	75	75		300	300	75	25	25	120	120	25	25	300	300	300	300	350	300
40	325	325	470	325	470		290	120	470	470	300	470	470	470	470	25	120	170	50	290	145
41	325	325	470	350	470		170	25	470	470	325	470	470	470	470	145	25	290	145	170	50
64LP	450	325	300	325	470		290	270	470	470	450	470	470	470	470	150	270	25	25	120	145
64SB	325	325	470	300	470		290	290	470	470	470	470	470	470	470	170	290	170	25	290	120
65LP	300	300	300	300	470		170	150	470	470	450	470	470	470	470	270	220	120	120	25	25
65SB	300	325	470	300	470		170	170	470	470	470	470	470	470	470	290	170	290	145	170	25

Fig. 6.13 – Discriminazione dei tempi teorici della linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

- 5) Per stabilire QUANTI di questi cambi formato sono stati effettivamente eseguiti si analizza la matrice delle frequenze: come si può notare dalla discriminazione delle frequenze della linea 39 in figura 6.14 solo alcuni dei cambi formato da classe SMED A a classe SMED B evidenziati nella matrice della figura precedente sono stati eseguiti durante l'anno;

	102L	102S	103LP	103SB	105	126C3L	126C3S	126GL	127C3L	127C3S	127GL	188	189	190	191	40	41	64LP	64SB	65LP	65SB	
102L			10		3			1			6					4						
102S		1	13	1	7	6			1		3					2			1			2
103LP	0			17	10				1		1						1					
103SB		4	1	2	49	12		1		1	5				2	7					3	
105				5	11	2			1	1	2				1	2						1
126C3L								3														
126C3S								2														
127C3L		1						4		1		9										
127C3S		1	2		1	1																
127GL		12	9	5	8	1		1		3	1	38				2	1					
188																						
189																						
190		5	1	1	1			1		4	1	9	1			5	1					
191										1						19	5					
40							1															
41																						
64LP																						2
64SB																						
65LP								1													5	5
65SB				1				2		1	1	1				2						10

Fig. 6.14 – Discriminazione delle frequenze della linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

- 6) Si verifica, infine, che i cambi formato evidenziati da una classe SMED A ad una classe SMED B nell'anno 2020 contengano effettivamente le operazioni ricercate (cambio lungo da 300' e CIP da 170'). Questo check si effettua incrociando i risultati appena evidenziati con quelli contenuti nelle matrici SMED dei tempi di cambio formato di tutte le linee dello stabilimento. Nel caso specifico della linea 39, dal confronto, è emerso che nel 2020, la linea ha eseguito un totale di 23 cambi formato "lunghi" da 300' (risultato ottenuto come sommatoria delle frequenze evidenziate nelle caselle rosse e arancioni in figura 6.14) di cui 13 erano dei cambi formato "lunghi" da 300' in cui si faceva anche una sanificazione CIP da 170' (risultato ottenuto come sommatoria delle frequenze evidenziate nelle caselle arancioni in figura 6.14);
- 7) Su questi risultati si imposta una rapida analisi di risparmio (visibile nella tabella 6.5) ipotizzando una percentuale di abbattimento dei tempi delle operazioni "critiche" considerate (30%, per esempio). Si considerano come fattori il tempo totale di questi 23 cambi formato eseguiti nel 2020, le ore equivalenti di cambio formato, il costo della manodopera sulla base del numero di operai - stimato a 33 euro/ora - utilizzando ancora una volta l'espressione di calcolo 6.1 impiegata in precedenza;

Tab. 6.5 – Stima rapida di un possibile risparmio per la linea 39 (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

N° cambi lunghi ≥ 300' in un anno	23
TEMPO totale per cambio [min]	10.810
Ipotesi riduzione 30% [min]	3.243
Ore equivalenti	54
Numero operai linea	5
Ore squadra equivalenti	270
Costo per ora [€/ora]	33
Risparmio [€]	8.918

- 8) Si traggono le prime considerazioni e conclusioni su un possibile intervento sulla linea, se conveniente. Nel caso particolare della linea 39, dalla tabella appena presentata si evidenzia che una riduzione del 30% delle tempistiche dei cambi lunghi da più di 300' in un anno potrebbe portare a un risparmio monetario di quasi 9000 euro per l'azienda. Ovviamente si tratta di una stima grossolana che non considera gli altri fattori secondari trascurati.

La procedura viene applicata a ognuna delle quattro linee considerate “critiche” secondo l'analisi preliminare eseguita nel paragrafo precedente. Le conclusioni emerse da questa analisi sono le seguenti:

- Nelle linee 31 e 39 si riscontrano alcune criticità in termini di operazioni di cambio formato ricorrenti che si mantengono nei due periodi analizzati e che nel contempo potrebbero portare a ingenti risparmi monetari entro i 10 000 euro/anno per ognuna delle tre linee. Questa situazione stimata di risparmio è molto interessante se si dovesse riuscire a perseguire l'obiettivo. Tuttavia, il possibile risparmio economico è solo una stima in quanto i tempi inseriti nelle matrici sono quelli teorici e non quelli effettivi reali che si registrano in linea, che potrebbero essere inferiori ma anche superiori;
- Nelle linee 42 e 46 si riscontrano criticità che cambiano da anno ad anno a causa del cambio dei programmi di produzione in linea con le esigenze del mercato;
- Tutte le linee analizzate comprendono una o più operazioni di cambio formato “critiche” che sono migliorabili e che contribuirebbero più o meno sensibilmente ad un risparmio monetario per l'azienda.

6.4.3. Analisi e confronto delle situazioni da un anno al successivo (elaborazione dati 2019 Vs. 2020)

L'analisi dei dati si ripete pari pari per l'anno 2019, con la stessa procedura del paragrafo precedente. Analizzando lo storico di due periodi di produzione sensibilmente diversi è possibile operare un rapido confronto per evidenziare le eventuali osservazioni utili per lo sviluppo del progetto SMED.

Per stabilire un confronto si procede come segue:

- 1) Per ogni linea si considerano le prime otto-dieci operazioni di cambio formato, cioè quelle che hanno riscontrato un maggior “peso” in termini globali di tempo combinato con la ripetitività in quell'anno. In questo modo si riusciranno a includere nel confronto, sia le operazioni dei cambi formato che impiegano poco tempo ma hanno un'alta frequenza, sia le attività che vengono effettuata meno frequentemente ma pesano molto in termini temporali;
- 2) Si riportano le informazioni su tempi, frequenze, “peso” e “peso” percentuale in due nuove tabelle. Si calcola, inoltre, il costo di ogni singolo cambio formato effettuato (utilizzando la solita formula 6.1 presentata in precedenza) e il costo medio per cambio (a partire dai

parametri precedenti sommati e mediati). Dalle tabelle della linea 39 (visibili nella tabella 6.6), si nota per esempio che il costo medio per cambio formato è aumentato da 215 euro/cambio a 233 euro/cambio. Inoltre, il cambio con maggior “peso” nell’anno 2020 (da classe “103SB” a classe “105”) ha avuto maggior “peso” nell’anno 2019 ma si è piazzato al secondo posto, (essendo stato surclassato dal cambio da classe “105” a classe “105”). In rosso sono segnati i tempi delle operazioni “critiche” (170’ di CIP nel 2019 e cambio “lungo” da più di 300’ nel 2020) e la frequenza del cambio più ripetuto in assoluto;

Tab. 6.6 – Confronto diretto dei cambi formato della linea 39 (anno 2019 Vs. anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

2019									
Da		A		Tempo [min]	Frequenza [volte/anno]	Peso [min]	Peso %	Costo [€]	
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	150	23	3450	7,0	9488	
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	170	16	2720	5,5	7480	
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	25	73	1825	3,7	5019	
PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	170	9	1530	3,1	4208	
BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. LIMPIDO)	102L	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	150	10	1500	3,0	4125	
PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	25	48	1200	2,4	3300	
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE' 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	170	7	1190	2,4	3273	
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	170	7	1190	2,4	3273	
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	150	7	1050	2,1	2888	
				131	200	15.655	32	43.051	
				AV	TOT	TOT	TOT	TOT	
								Costo medio per cambio [€]	
								215	

2020									
Da		A		Tempo [min]	Frequenza [volte/anno]	Peso [min]	Peso %	Costo [€]	
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	170	12	2040	5,7	5610	
PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. SUCCO)	102S	170	9	1530	4,3	4208	
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE' 0,25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	65LP	470	3	1410	4,0	3878	
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	25	49	1225	3,4	3369	
THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	ACQUA FRIZZ.0,33L (SLEEK)	191	170	7	1190	3,3	3273	
BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. SUCCO)	102S	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	170	6	1020	2,9	2805	
PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	25	38	950	2,7	2613	
THE' 0,33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	ACQUA NAT.0,33L (SLEEK)	190	470	2	940	2,6	2585	
BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. LIMPIDO)	102L	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	150	6	900	2,5	2475	
				202	132	11.205	31	30.814	
				AV	TOT	TOT	TOT	TOT	
								Costo medio per cambio [€]	
								233	

- Si confrontano in modo più approfondito i dati ottenuti tra i due anni presi in considerazione, evidenziando altri parametri come il n° di bottiglie prodotte (dato registrato dall’azienda), il n° di cambi totali effettuati in quell’anno e il n° di ore teoriche di cambio (dati calcolati nei file precedenti), il tempo medio per cambio (calcolato come rapporto tra n° di ore teoriche di cambio e n° di cambi effettuati), il n° di bottiglie per cambio (calcolato come rapporto tra il n° di bottiglie prodotte e n° di cambi effettuati), il costo dei cambi (calcolato come prodotto tra n° di ore teoriche di cambio per il n° di operatori della linea + capo impianto tutto moltiplicato per il costo della manodopera), il costo per cambio (calcolato come rapporto tra il costo dei cambi e il n° di cambi effettuati) e il costo del cambio per 1000 bottiglie prodotte (calcolato come proporzione sulle bottiglie totali prodotte);
- Per ogni parametro riportato, si calcola un delta % con la formula 6.2 sottostante che esprime la variazione percentuale tra i due anni analizzati:

$$\Delta\% = \frac{\text{dato}_{\text{anno}+i} \cdot 100}{\text{dato}_{\text{anno}} \cdot i \cdot 100} \quad 6.2$$

Se il delta percentuale ha segno negativo significa che c'è stata una diminuzione del parametro dall'anno precedente a quello successivo, viceversa se il segno è positivo significa che il dato analizzato ha subito un incremento; introducendo la variazione delta percentuale è stato possibile stabilire un confronto appropriato tra i due periodi, tenendo come riferimento assoluto il parametro "Bottiglie prodotte" (evidenziato alla prima riga della tabella), in base a cui si sono fatte le valutazioni positive/negative. Nella tabella 6.7 è rappresentata la tabella riassuntiva di confronto della linea 39 tra il 2020 e il 2019;

Fig. 6.7 – Tabella riassuntiva del confronto diretto dei cambi formato della linea 39 (anno 2019 Vs. anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

	2019	2020	Δ%
Bottiglie Prodotte	212.738.880	154.637.832	-27,3
N° cambi effettuati	567	405	-28,6
N° ore teoriche di cambio	821	594	-27,649
Tempo medio per cambio [min]	87	88	1,3
N° bottiglie per cambio	375.201	381.822	1,8
Costo cambi [€]	135.465	98.010	-27,649
Costo per cambio [€]	239	242	1,3
Costo cambio su 1.000 bott.	0,637	0,634	-0,5
N° cambi lunghi (≥ 300')	23	23	0

- 5) Una volta ottenuti i delta percentuali per ogni linea si possono abbozzare dei commenti e delle considerazioni sui cambiamenti intercorsi da un anno all'altro come ulteriore punto di vista prima di decidere su quali linee attivare un progetto SMED. Guardando la tabella precedente relativa alla linea 39, per esempio, si nota che, considerando come parametro di riferimento assoluto il numero di bottiglie prodotte, a fronte di un calo di quasi il 30% della produzione (complice la pandemia) si sono effettuati globalmente meno cambi (28,6% in meno) con un leggero aumento delle prestazioni di cambio formato (1,3% in di tempo in più rispetto al 2019) ma soprattutto dei costi per cambio formato (1,3% in più anche in questo caso). È una casualità, ma il numero di cambi formato "lungi" da 300' si è mantenuto costante nei due anni analizzati: in entrambi gli anni considerati ci sono stati 23 cambi formato di questa "tipologia".

Confrontando in questo modo i dati dal 2019 al 2020 per le quattro linee giudicate "critiche", le conclusioni che sono emerse sono state le seguenti:

- Nella linea relativa all'imbottigliamento in contenitori di vetro (linea 31) le situazioni sono completamente cambiate a causa dell'introduzione nel 2020 di una linea supplementare (linea 30) adibita anch'essa alla produzione in vetro ma con contenitore a perdere (in cartone). Questa tipologia di prodotto precedentemente era di competenza della linea 31, che dal 2020 in avanti è tenuta a imbottigliare solo vetro a rendere (in cassette di plastica);
- Nella linea 39 la tendenza si è mantenuta pressoché stabile tra i due periodi temporali analizzati, quindi non si sono riscontrate ulteriori osservazioni rispetto all'analisi precedentemente effettuata;
- Nelle ultime due linee analizzate (linea 42 e linea 46) il passaggio da 2019 a 2020 ha comportato in entrambi i casi un peggioramento di tutti i parametri, da imputare alla variazione del mix produttivo. Queste due linee, infatti, sono in grado di produrre numerose tipologie di prodotti finiti anche molto diverse tra loro.

Nel capitolo successivo si tratteranno gli sviluppi del progetto SMED sulla base dei risultati scaturiti dalle analisi effettuate in questo capitolo.

7. SVILUPPO DEL PROGETTO SMED

In questo capitolo si rende esplicita la scaletta da seguire per l'implementazione del progetto SMED, avanzando delle prime considerazioni utili per la fase successiva di monitoraggio del cambio formato. Dopo una breve parentesi sulla procedura adottata per lo sviluppo del progetto, viene presentato il diagramma di Gantt con le tappe da seguire e le relative tempistiche di progetto previste. Il capitolo si chiude introducendo la linea di imbottigliamento su cui applicare il progetto SMED e motivando le scelte che hanno portato alla sua trattazione nel presente elaborato.

7.1. Sviluppo del progetto: standard ISO 21500¹⁷³

In ambiente industriale, esistono degli standard specifici che gli enti pubblici e privati sono tenuti a seguire e rispettare in riferimento a determinati contesti. A partire dal secondo dopoguerra, si è deciso di creare degli enti per la definizione delle norme tecniche internazionali¹⁷⁴. Il più importante ente riconosciuto a livello mondiale è l'Organizzazione Internazionale per la normazione (International Organization for Standardization, abbreviato "ISO") ma ne esistono anche altri di minori come il comitato "CEN" (l'ente che elabora le norme europee siglate "EN") e le Commissioni "UNI" (gli enti che elaborano le norme tecniche italiane).

Tra le più di ventimila normative ISO ve ne è una che riguarda lo sviluppo di un qualsiasi progetto, indipendentemente da complessità, dimensione o durata dello stesso. Questa tipologia di standard risulta fruibile da qualsiasi tipo di organizzazione, siano esse compagnie pubbliche, che private.

ISO 21500:2012 (*Project, programme and portfolio management — Guidance on project management*) è lo standard attualmente in vigore che garantisce le linee guida per la gestione dei progetti, aggiornato all'ultima versione ISO 21500:2021. In particolare, questa norma internazionale - creata dal Technical Committee¹⁷⁵ ISO/TC 258 nel 2012 - fornisce una descrizione di alto livello dei concetti chiave per una buona pratica di gestione e sviluppo nel campo dei progetti. La norma, tuttavia, non affronta in modo specifico i programmi e il portfolio come potrebbe sembrare dal nominativo della stessa: questi argomenti vengono affrontati solo nel contesto della gestione del progetto.

7.2. Sviluppo del progetto: adattamento al caso Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

¹⁷³ Fonte: <https://www.iso.org/standard/50003.html>

¹⁷⁴ Con il termine "Technical Standards" (abbreviato TC), si intendono le norme o i requisiti tecnici relativi a un determinato contesto. Esse non sono da intendere come delle leggi, infatti sono non obbligatorie, consensuali, democratiche, trasparenti e frequentemente aggiornate. Fonte: De Chiffre L., Hansen H. N., Andreasen J. L., Savio E., Carmignato S., 2015, *Geometrical Metrology and Machine Testing*, Danmarks Tekniske Universitet Kongens Lyngby, Denmark.

¹⁷⁵ L'ISO Technical Committee è l'organo addetto allo sviluppo e alla revisione delle normative internazionali ISO. È composto da un gruppo di persone che in base a una struttura organizzativa e allo sviluppo di un determinato processo sono in grado di elaborare delle bozze di normativa che diventeranno norme tecniche internazionali.

Con particolare riferimento ad un progetto di ottimizzazione di cambio formato in un'industria alimentare - oltre a basarsi sulla più generica ISO 21500:2021 - è possibile stabilire dalla letteratura delle tipiche “condizioni al contorno”, ovvero quei fattori ricorrenti da tenere in considerazione quando ci si appresta a intraprendere un progetto SMED di questo tipo.

Secondo Lozano et al. (2017)¹⁷⁶ il processo che tiene conto di queste condizioni si articola nelle seguenti fasi:

- Definizione dei fattori esterni legati all'ambiente (temperatura, umidità), ai materiali (specifiche, condizioni ottimali, macchinari e componenti), all'organizzazione (struttura layout, staff, istruzioni e documentazioni, preparazione delle macchine, riduzione delle SKU, etc...);
- Definizione del progetto di implementazione SMED e analisi dei fattori interni al progetto (team di lavoro e leader del team di lavoro, definizione obiettivi del progetto, operatori, supporto tecnico, metodologie da seguire, materiali da usare, definizione del budget, raccoglimento dei dati). Tuttavia, tra questi, i fattori principali da tenere in considerazione sono quelli che riguardano direttamente i macchinari e le procedure di changeover delle macchine;
- Realizzazione del progetto, con miglioramenti tecnici (che in genere richiedono dei costi più elevati in quanto prevedono l'acquisto di nuovi aggregati o attrezzature fisiche e innovative per cercare di ridurre le tempistiche) e organizzativi (che prevedono una riorganizzazione della situazione AS-IS senza dover ricorrere a migliorie tecniche sugli impianti di produzione che coinvolgano modifiche fisiche alle parti meccaniche, elettriche, etc...);
- Validazione delle migliorie introdotte attraverso delle misurazioni finali che possono essere eseguite a ridosso dell'intervento (per verificare l'efficacia dell'ottimizzazione sul breve termine) e misurazioni finali nel tempo (per verificare l'efficacia dell'ottimizzazione sul lungo termine) per vedere se le modifiche introdotte hanno confermato o meno le aspettative di inizio progetto.

Questa linea guida sarà considerata come il riferimento da seguire nel percorso di implementazione del progetto SMED in Acqua Minerale San Benedetto.

7.2.1. Riunione dei team: analisi delle situazioni AS-IS e TO-BE

Dopo aver condotto l'analisi preliminare sulle linee di produzione aziendali e dopo aver circoscritto le potenziali linee di imbottigliamento su cui intervenire con dei possibili miglioramenti Lean anche grazie al confronto dei cambi formato annuali tra due periodi temporali contigui (2019 e 2020), in data 29/03/21 il Team SMED ha presentato agli altri membri dei team di lavoro i risultati di queste due analisi come possibile punto da cui partire per discutere sui provvedimenti da prendere.

La prima parte della discussione è rivolta a far emergere le criticità riscontrate nelle analisi dati effettuate con un primo brainstorming iniziale in merito alle considerazioni riportate nel capitolo precedente. In particolare si è osservato che:

¹⁷⁶ Lozano J., Saenz-Diez J. C., Martinez E., Jimenez E., Blanco J., 2017, *Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED*, Int J Adv Manuf Technol, Springer-Verlag, London.

- La linea 31 è una potenziale candidata per avviare un progetto SMED in quanto i cambi formato che hanno interessato questa linea negli ultimi anni sono cresciuti a sproposito, complice anche un ritorno del contenitore del vetro a rendere nel settore della ristorazione. In aggiunta, l'introduzione di una nuova linea del vetro che produce parte dei prodotti che una volta appartenevano a questa linea potrebbe generare notevoli variazioni nei cambi formato da un anno al successivo;
- Anche la linea 39 è una potenziale candidata per avviare un progetto SMED, soprattutto per la consistente entità temporale che i cambi formato occupano durante i cicli di produzione;
- La linea 42, sebbene sia la linea che attualmente esegue il maggior numero di cambi formato annui con il maggior numero di combinazioni di cambio formato da una classe SMED A ad una classe SMED B, riesce ad evadere in modo efficiente le richieste del mercato proporzionalmente al numero di cambi che esegue. Per questo motivo potrebbe venire esclusa da una possibile attivazione di progetto SMED limitandosi ad un monitoraggio dei cambi formato per raccogliere eventuali altre criticità. Non è da escludere che nel medio-lungo termine si possa attivare un progetto SMED anche su questa linea;
- Infine, per la linea 46 si può fare un discorso analogo alla linea precedente, con la differenza che qui i cambi formato hanno un minor "peso" nel ciclo di produzione tanto da non farla rientrare in un ipotetico progetto SMED.

Discutendo insieme, si è convenuto che sulle linee 31 e 39 vi è effettivamente la possibilità di avviare un progetto SMED di ottimizzazione sui cambi formato, a partire dal monitoraggio e dalla misurazione costante dei tempi di cambio formato. Parallelamente, si è deciso di attivare anche due cantieri Kaizen - grazie al supporto dei membri del Team Kaizen - per avviare un processo di standardizzazione e di miglioramento continuo delle due linee basato sui cicli di Deming di tipo OPDCA. I membri del Team 5S, inoltre, hanno assicurato il loro supporto soprattutto per la revisione della situazione delle postazioni di lavoro e sulla catalogazione dei pezzi di cambio formato relativi alla linea 39.

Pur decidendo di non attivare un progetto SMED per le rimanenti due linee, si è pensato comunque di analizzare i tempi di cambio gusto (una parte ristretta dell'insieme più grande dei cambi formato) e di alcuni cambi formato a seguito dei risultati emersi dalle tabelle delle analisi preliminari descritte nel capitolo precedente.

Una volta definito il quadro generale per ognuna delle quattro linee si è proceduto con la parte decisionale e di avvio del progetto SMED sulle linee menzionate. Si è fatto uso della strategia de "i 5 perché" allo scopo di stabilire possibili relazioni causa-effetto tra le criticità emerse in questa prima fase di analisi. In figura 7.1 è riportato il foglio de "i 5 perché" utilizzato per discutere la situazione della linea 39.

In questo caso particolare si è posta come argomento de "i 5 perché" la situazione AS-IS e quella TO BE della linea, ponendo come punto di partenza il problema sempre attuale della mole di tempo impiegata durante i cambi formato. Le principali cause identificate sono state di natura tecnica (complessità e criticità del monoblocco di riempimento, sia come sostituzione di pezzi meccanici, sia per quanto riguarda le sanificazioni), sia come organizzazione e formazione degli operatori (sottolineando anche la possibile non adeguatezza delle procedure e degli standard attuali impiegati durante il cambio formato). Le ipotesi proposte dal gruppo convergono su un unico fronte: effettuare un sopralluogo e dei monitoraggi per rendersi conto della realtà del cambio formato in linea.

SAN BENEDETTO Risorse per la Vita		Titolo 5 perché: AS-15 e TO BE L39		SAN BENEDETTO Risorse per la Vita	
Data	29/03/21	Problema:	L39 impiega Tempi di cambio formato (non cambio posto) molto elevati	Partecipanti:	Massimo H., Osvaldo C., Stefano C., Riccardo B., Matteo F., Massimiliano B., Michele H., Rita B.
Riunione	SPED, 5S e kaizen				
Perché n°1		Ipotesi		Azioni/Verifiche	
perché il monoblocco di riempimento è il "collo di bottiglia" del cambio formato globale a livello di linee		1	perché in genere nelle linee di imbotigliamento è la macchina più complessa e che richiede maggiori attenzioni	osservare altre riempitrici di altre linee per notare eventuali dupliche	
		2	perché in esso rientrano tutte le operazioni "critiche" evidenziate dalle analisi, che si ripetono annualmente	svellere le gelazioni di CF sul monoblocco attivando un progetto SPED	
Perché n°2		Ipotesi		Azioni/Verifiche	
perché sono richieste delle Sanificazioni/lavaggi Specifiche che sono molto lunghe		1	perché sono imposte per contratto da chi richiede il prodotto finito (franchising/conto-lavoro)	verificare se è possibile usare sanificanti più performanti in accordo con i clienti	
Perché n°3		Ipotesi		Azioni/Verifiche	
perché gli operatori non seguono gli standard proposti		1	perché possono non essere degli standard di CF	verificare con sopralluogo e con monitoraggio CF	
		2	perché possono essere ma risultano troppo complicati → inapplicabili	verificare gli standard attualmente utilizzati	
		3	perché ci sono ma non vengono utilizzati a prescindere	verificare formazione operatori e loro organizzazione	
Perché n°4		Ipotesi		Azioni/Verifiche	
perché c'è mancanza di organizzazione degli operatori presenti in linea		1	perché la linea è molto "lunga" e la comunicazione tra operatori è rischiosa	ipotesi di dotazione abbigliati e microform agli operatori	
		2	perché non sono presenti standard di CF a livello generale di linea	ipotesi di modello visivo di standard CF da implementare e rendere visibile gli operatori	
		3	perché il modo di lavorare non è adeguato al carico di lavoro	verificare distribuzione e fare skill-matrix	
Perché n°5		Ipotesi		Azioni/Verifiche	
per motivi non ancora noti, ricavabili probabilmente dal monitoraggio del cambio formato		1	non ancora note	monitoraggio CF è la priorità per ottenere informazioni	
CAUSA IDENTIFICATA		(azione da fare / chi / quando / risultato previsto)			
criticità sul monoblocco di riempimento a livello di CF e di organizzazione		sopralluogo, verifica degli standard e della situazione organizzativa del monoblocco e di tutta la linea → monitoraggio cambi formato			

Fig. 7.1 – Strategia de "i 5 perché" applicata alla linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Il prospetto degli interventi e dei monitoraggi da eseguire è fitto, motivo per cui si è deciso di stendere un diagramma di Gantt per lo sviluppo del piano di azioni riguardante tutte e quattro le linee.

7.2.2. Gantt Chart per lo sviluppo del progetto SMED

Terminata la fase di confronto, si è fatto uso di un diagramma di Gantt per mappare i principali step del processo di ottimizzazione con le rispettive scadenze temporali (si sono aggiunte anche le prime fasi del progetto che erano già state sviluppate prima del momento di compilazione del diagramma).

In questo caso il diagramma di Gantt assume il suo significato e impiego più classico di diagramma dei tempi di sviluppo di un progetto. Come anticipato nel paragrafo 6.3.2, grazie a questo grafico è stato possibile mappare temporalmente le fasi pianificate al paragrafo precedente per tutte e quattro le linee, tra cui quelle su cui si voleva attivare il progetto di ottimizzazione SMED (L31 e L39). In figura 7.2 è rappresentata la successione temporale degli eventi qualche settimana dopo la riunione del 29/03/21 dove sono state definite le direttive di sviluppo del progetto.

ATTIVITA'	TEAM MEMBERS	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Effettuare un'analisi per definire le linee sulle quali operare utilizzando lo studio dei dati storici degli ultimi anni.	Cervaro, Fantin, Bottacin			Fatto 05/03									
Fare una analisi dei cambi formato per determinare i cambi più ricorrenti e più significativi. Obiettivo: definire dove si impiega maggiormente il tempo durante il cambio formato.	Cervaro, Fantin, Bottacin			Fatto 29/03									
Andare nelle linee di produzione a vedere l'ambiente di lavoro e discutere con i Tecnici Linea riguardo le inefficienze e i possibili margini di miglioramento.	Cervaro, Bottacin, Pesce, Basso, Ruiz												
Monitorare ripetutamente i cambi formato sulla/e linea/e di interesse.	Cervaro, Bottacin, Pesce, Basso, Ruiz												
Definire le azioni migliorative e i costi/benefici.	Cervaro, Bottacin, Pesce, Basso, Ruiz												
Realizzare i miglioramenti decisi.	Pesce, Ruiz												
Verificare sul campo le migliorie introdotte.	Cervaro, Bottacin, Tecnici Linea												
Aggiornare i tempi di cambio formato nelle matrici.	Cervaro, Bottacin, Tecnici Linea												
Tempi di svuotamento: fare revisione per tutte le linee comprese quelle coinvolte nel progetto.	Cervaro, Bottacin, Pesce, Tecnici Linea												
Formare il personale.	Basso												

Fig. 7.2 – Diagramma di Gantt del progetto SMED e degli interventi proposti allo stadio iniziale.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

La costruzione del diagramma è stata sviluppata sulla base di una stima a priori delle tempistiche in base all'esperienza e alla disponibilità del personale del team impiegato nel progetto. Come accennato nel capitolo precedente, infatti, il progetto è a matrice forte quindi impiega il personale direttamente nel progetto ma senza sottrarlo alle sue classiche occupazioni aziendali. Il grafico appena rappresentato esprime un istante temporale preciso, come fotografia di un momento. Il diagramma potrebbe mutare nel tempo rispetto alle previsioni in base all'avanzamento dei lavori, per questo motivo subirà periodicamente degli aggiornamenti settimanali.

Assieme ai responsabili dello SMED, di produzione e di efficienza dei macchinari, si è convenuto di procedere secondo due obiettivi, validi a livello generale: migliorare l'efficienza di ogni linea (sia a livello globale, sia a livello di singolo macchinario) e al contempo standardizzare le operazioni e le procedure da eseguire nell'ottica di una riduzione dei tempi di cambio formato.

A questo proposito si è deciso di:

- Verificare che lo standard in essere sia effettivamente applicato da tutti gli operatori e laddove non sia ancora presente, cercare di definirlo rendendolo usufruibile a chi ne ha bisogno;
- Monitorare i cambi formato più critici seguendo le linee guida delle procedure SMED, con particolare attenzione ai tempi di setup e alle regolazioni in partenza (cioè nella fase di run-up);
- Evidenziare i possibili margini di miglioramento e cercare soluzioni tecniche o organizzative per portare a termine quanto proposto di volta in volta;
- Apportare interventi economicamente sostenibili per l'azienda cercando di applicare in modo rapido e mirato le soluzioni proposte, coinvolgendo anche gli operatori del gemba direttamente a contatto con il processo produttivo;
- Effettuare formazione per gli operatori e tendere al miglioramento continuo in ottica Kaizen;
- Migliorare ulteriormente l'ordine e la pulizia delle postazioni di lavoro con l'approccio 5S.

7.3. Scelta della linea di attivazione del progetto SMED

Come anticipato, le possibili linee su cui attivare il progetto SMED sono state circoscritte a due: la linea 31 dei contenitori in vetro a rendere e la linea 39 dell'imbottigliamento in lattina. Durante il periodo di permanenza in azienda, entrambi i progetti SMED sono stati sviluppati, ma in questo elaborato, viene presentato per questioni di lunghezza solamente uno di questi due progetti SMED.

La scelta della linea su cui sviluppare il progetto SMED da trattare in questo elaborato è ricaduta sulla linea 39.

Il motivo per cui ho scelto personalmente di trattare l'implementazione SMED su questa linea è stato principalmente dovuto all'unicità della linea stessa in azienda. Su un totale di 24 impianti di imbottigliamento, la linea 39 è l'unica linea dello stabilimento veneziano a produrre bibite in lattina. La scelta di voler ottimizzare le procedure di cambio formato per questa linea è abbastanza intuibile: migliorando le condizioni operative del cambio formato è possibile mantenere e preservare al meglio nel tempo la funzionalità della linea stessa, evitando rotture o imprevisti potenzialmente fatali per le ingenti richieste del mercato. Questa tipologia di prodotto, infatti, nell'anno corrente ha evidenziato un trend di richieste in aumento che si stima possa continuare a crescere anche nei prossimi anni.

In aggiunta, rispetto alla linea 31, la linea 39 lavora per la maggior parte dell'anno in ciclo continuo viste le ingenti richieste del mercato (come evidenziato nel paragrafo 7.3.2 del capitolo corrente): per questo motivo è auspicabile che la linea rimanga ferma il minor tempo possibile tra un lotto di prodotto e il successivo in modo da massimizzare la resa della produzione.

Un altro motivo per cui si è deciso di attivare un progetto SMED su questa linea è legato ai cambi formato molto lunghi che si sviluppano annualmente (la maggior parte impiegano più di cinque ore fino ad un massimo di otto ore) imputabili ad una singola macchina della linea: il monoblocco di riempimento che richiede tempi di cambio formato lunghi a causa della complessità del macchinario e della necessità di dover operare delle sanificazioni, soprattutto per l'imbottigliamento a partire dalle richieste da terzi.

Infine, la linea 39, tra tutte le linee dello stabilimento, è quella che risulta deficere maggiormente di procedure standard riguardanti i cambi formato (più precisamente le matrici SMED, da rivedere in quanto non aggiornate e poco chiare), l'organizzazione delle postazioni lavoro (etichettatura pezzi, kit utensili, armadi poco organizzati) e la mentalità Kaizen (operatori più restii ai principi di cambiamento continuo).

7.3.1. Layout e conformazione della linea 39

Proprio perché il prodotto finito è molto diverso dalle classiche bottiglie in materiale polimerico, questa linea si differenzia in alcune parti rispetto alle corrispondenti linee in PET descritte nel capitolo 5 dell'elaborato. Di seguito si descrive brevemente la conformazione e le parti principali di cui essa è composta.

In figura 7.3 è rappresentata la vista planimetrica della linea (evidenziata in rosso rispetto alle altre linee dell'Area bibite dello stabilimento). Come si può notare dalla pianta, la linea non ha un layout classico (in linea, a ferro di cavallo, etc...) ma presenta un aspetto disordinato a serpentina come la maggior parte delle linee dell'Area bibite.

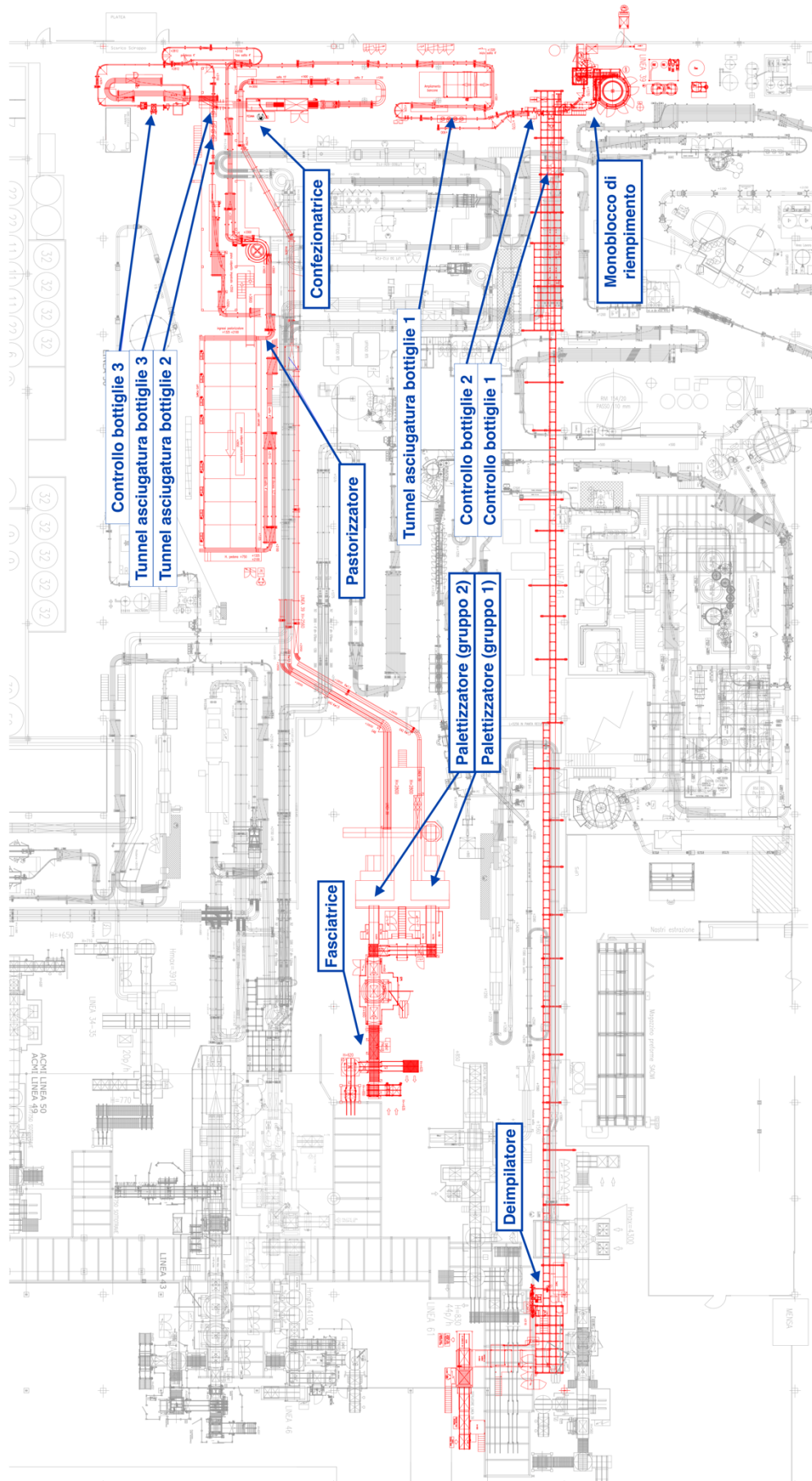


Fig. 7.3 – Layout planimetrico della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Nella linea dell'imbottigliamento in lattina, i contenitori allo stato vergine sono costituiti da lattine non sigillate che non vengono prodotte internamente allo stabilimento di Scorzè ma provengono da aziende di terzi (per le lattine di prodotto a marchio San Benedetto) o dall'azienda che richiede l'imbottigliamento del suo prodotto in lattina (per le lattine dei marchi con accordi in franchising o per conto-lavoro). Esse vengono trasportate fino all'Headquarter veneziano dove vengono scaricate e stoccate nel magazzino materie prime insieme ai coperchi in alluminio che serviranno per sigillarle.

Da questo punto in poi, la logistica interna dello stabilimento si attiva: i coperchi delle lattine vengono caricati su un Tugger Train¹⁷⁷ e portati al monoblocco di riempimento dove saranno successivamente caricati nell'aggraffatrice (la macchina che per l'appunto "aggraffa" i coperchi nella parte superiore delle lattine).

Viceversa, i pallet di lattine vuote - senza il coperchio - verranno trasportati a monte della linea con l'utilizzo di carrelli elevatori semplici che provvederanno a caricarli sui rulli della prima macchina della linea: il deimpilatore (visibile in figura 7.4). Quest'ultimo è in grado di destratificare agevolmente i diversi livelli dell'imballo terziario separati da delle interfalde in cartone e trattenuti con delle fasce plastiche di protezione.

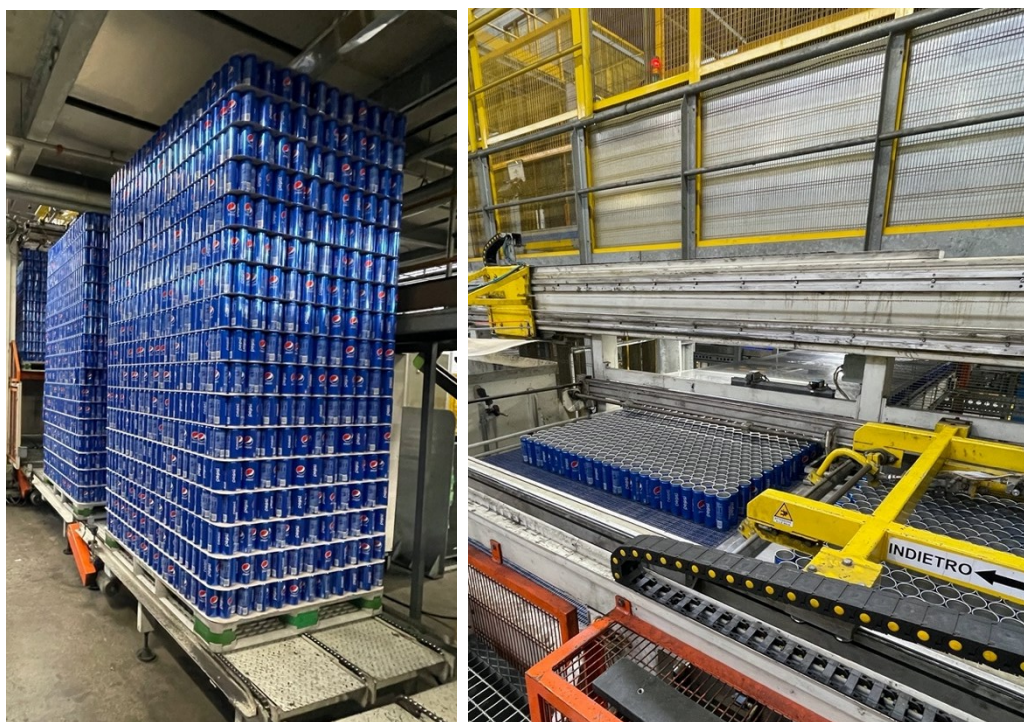


Fig. 7.4 – Deimpilatore della linea 39.
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

¹⁷⁷ Un Tugger Train (o Tow Train) è un mezzo di trasporto utilizzato per la logistica interna. È composto da una motrice con dei vagoni su cui vengono posti i materiali da trasportare internamente all'azienda su tratte medio-lunghe e può essere o guidato da un operatore o completamente automatizzato (LGV, a linea, magnetico, ...). Fonte: Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., 2011, *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario con applicazioni numeriche e progettuali*, Esculapio, Bologna.

Il prodotto finito viene posto singolarmente su dei trasporti ad aria compressa che fanno avanzare le lattine vuote verso l'interno dello stabilimento.

Prima di entrare nella riempitrice per la fase di filling del contenuto, le lattine vuote sono sottoposte ad un primo controllo qualità (Controllo bottiglie 1) grazie ad un'ispettrice elettronica che ne verifica le dimensioni mentre queste scorrono. Il punto di controllo viene inserito prima della fase di riempimento in modo che vengano scartate eventuali lattine vuote che possono venire danneggiate in fase di trasporto o di picking. Essendo Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. un'azienda appartenente al settore alimentare, essa è sottoposta a rigorosi controlli che certificano la tutela della salute del consumatore finale. Motivo per cui, negli stabilimenti di produzione deve essere rispettato il protocollo HACCP¹⁷⁸, che prevede la presenza di alcuni punti di controllo qualità direttamente inseriti nella catena produttiva tra cui quello appena descritto.

Il prodotto finito si dirige verso il secondo macchinario della linea: il monoblocco di riempimento. Quest'ultimo è costituito da due macchine alquanto complesse che sono sincronizzate e alimentate dallo stesso motore elettrico: la riempitrice e l'aggraffatrice. Il progetto SMED verterà in modo particolare proprio su questo macchinario.

La riempitrice (visibile in figura 7.5) è una macchina rotante che ha la funzione di versare il contenuto del prodotto finito (bibita a base di succo, bibita limpida, acqua, etc...) attraverso degli



Fig. 7.5 – Riempitrice della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

¹⁷⁸ HACCP (abbreviazione di “Hazard Analysis and Critical Control Points” traducibile con l’espressione “Analisi dei Rischi e Controllo dei Punti Critici”) è un rigido protocollo che regola la produzione degli alimenti. La tematica è disciplinata dal Decreto Legislativo 193/07 secondo il quale è prevista un’attività di autocontrollo igienico in tutti i pubblici esercizi e nelle industrie alimentari allo scopo di garantire la sicurezza igienica e la commestibilità. Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

ugelli direttamente nelle lattine vuote provenienti dai conveyors. La riempitrice presenta 96 rubinetti da cui esce il prodotto finito e può raggiungere una velocità oraria di 60 000 lattine/ora. Attualmente è la linea in grado di garantire la produzione oraria più alta dello stabilimento.

L'aggraffatrice (visibile in figura 7.6) riceve, in seguito, la lattina riempita e provvede a tapparla con il classico coperchio in alluminio a strappo che contraddistingue le lattine.



Fig. 7.6 – Aggraffatrice della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

La procedura di caricamento dei tappi è manuale ed è garantita da un operatore, mentre il fissaggio del coperchio alla lattina è eseguito in automatico dalla macchina. Prima di tappare la lattina, un ugello inserisce dell'azoto liquido. In questo modo si mette "in forma" la lattina grazie ad una leggera pressione interna dell'azoto che passa dallo stato liquido a quello gassoso.

Le lattine riempite e sigillate escono dal monoblocco di riempimento e incontrano un secondo punto di controllo qualità (Controllo bottiglie 2). Si tratta di un'ispettrice a raggi X che monitora il livello di bevanda interno alla lattina in modo che sia compreso entro i limiti stabiliti e che non ci siano eventuali problemi di schiumatura del liquido. Analogamente al punto di controllo precedente, le lattine non idonee vengono scartate da uno spintore.

Le lattine idonee, invece, continuano il loro percorso su dei nastri trasportatori ad alta velocità che le portano prima all'interno di un tunnel di asciugatura (Tunnel di asciugatura 1, per rimuovere eventuale umidità esterna) e poi sotto ad un marcatore (per siglarle con la data di scadenza). I prodotti procedono fino ad un macchinario non presente in genere nelle altre linee in PET dello stabilimento: il pastorizzatore (visibile in figura 7.7).



Fig. 7.7 – Pastorizzatore della linea 39.
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Si tratta di un macchinario di enormi dimensioni che è in grado di contenere un numero elevatissimo di prodotti finiti (quasi un milione di lattine) e che ha il compito di riscaldare di molto l'ambiente interno in base alle esigenze richieste dal prodotto affinché questo si conservi meglio nel tempo (il processo prende il nome di “pastorizzazione”).

Il fatto che il pastorizzatore possa contenere un numero così elevato di lattine comporta un vantaggio in quanto riesce a modificare la temperatura a settori contigui per un elevato numero di prodotti finiti (quindi riesce a dividere gli elevati costi energetici per un gran numero di prodotti venduti al mercato); tuttavia costituisce uno svantaggio significativo in quanto “allunga” la linea.

Questo significa che il pastorizzatore può essere ancora pieno del prodotto finito A mentre la riempitrice, che si è fermata a monte, dovrà iniziare ad eseguire il cambio formato in favore del prodotto B. In queste condizioni, la linea è “separata” a metà: una parte di operatori esegue il cambio formato e la rimanente parte è ancora alle prese con la produzione del lotto precedente. Questo, come si vedrà nel capitolo seguente, potrebbe dar luogo a problemi di disorganizzazione tra gli operatori con conseguente dilatazione dei tempi.

A valle del pastorizzatore sono presenti due tunnel di asciugatura contigui (Tunnel di asciugatura 2 e 3) che provvedono a rimuovere tutta l'umidità esterna delle lattine uscite dal pastorizzatore. Un terzo ed ultimo punto di controllo qualità (Controllo bottiglie 3) si assicura che le lattine siano idonee prima del loro confezionamento. Una macchina confezionatrice (visibile in figura 7.8) provvede a sigillare uno stock di prodotto finito avvolto con del film retraibile termicamente dopo che è stato inserito un cartone rigido come basamento.



Fig. 7.8 – Confezionatrice della linea 39.
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L'imballo esce dalla confezionatrice, procede su un nastro trasportatore che lo indirizza sotto ad un altro marcatore che ha il compito di siglare la data di scadenza dell'imballo di prodotto finito. Una volta siglato, esso procede su dei nastri trasportatori verso la sezione finale della linea, costituita dalla macchina di palettizzazione suddivisa in due gruppi (Palettizzatore gruppo 1 e Palettizzatore gruppo 2) che ha il compito di formare degli strati di prodotto finito in base alle regole di impilabilità per essere più ergonomico nella fase di carico/scarico e trasporto. Il palettizzatore è visibile in figura 7.9.

A valle del palettizzatore, infine, è presente una fasciatrice, che ha il compito di ricoprire il pallet di prodotto finito appena formato con del film di protezione per assicurare che esso non collassi.

Analogamente alle sezioni finali delle linee in PET, anche per la linea 39 è presente un montacarichi automatizzato che è in grado di prelevare il pallet stratificato e fasciato portandolo in autonomia al magazzino automatico asservito da trasloelevatori, in modo che possa essere stoccato momentaneamente. Alternativamente, se il prodotto è richiesto nell'immediato esso viene stoccato a terra nel magazzino adiacente alla zona di carico.



Fig. 7.9 – Palettizzatore della linea 39.
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

7.3.2. Caratteristiche principali della linea 39

La linea 39 è l'unica linea dello stabilimento di Scorzè ad imbottigliare in contenitori in alluminio di tipo lattina. Esistono quattro possibili formati processabili dalla linea:

- Lattine CLASSIC (chiamate anche STANDARD) da 0,25L (o 250 ml);
- Lattine SLEEK da 0,25L (o 250 ml);
- Lattine CLASSIC (chiamate STANDARD) da 0,33L (o 330 ml);
- Lattine SLEEK da 0,33L (o 330 ml).

La differenza tra formato CLASSIC e formato SLEEK sta nelle diverse dimensioni di altezza e diametro della lattina: quella in formato CLASSIC risulta più bassa e tozza mentre quella in formato SLEEK figura più alta e snella (“SLEEK” in inglese significa “pulito”, “slanciato”). In figura 7.10 sono presenti i quattro possibili formati di prodotto finito che la linea è in grado di processare.



Fig. 7.10 – Diversi formati di lattina processabili dalla linea 39: da sinistra verso destra troviamo rispettivamente il formato 0,25L CLASSIC, 0,25L SLEEK, 0,33L CLASSIC e 0,33L SLEEK.

Fonte: halfrender.com

Questo fattore sarà molto importante nel progetto SMED in quanto di fatto la linea dovrà modificare le sue macchine in base a sole quattro misure di formato. In realtà, per alcuni macchinari il numero viene ridotto a due misure perché si possono accorpate tra loro le dimensioni di larghezza dei due formati di lattine SLEEK e dei due di lattine CLASSIC. Dalle foto della figura precedente si nota, infatti, una certa somiglianza per quanto riguarda i diametri (quindi le larghezze) della prima e della terza tipologia di lattina (formati CLASSIC) e della seconda e della quarta tipologia di lattina (formati SLEEK). In effetti, queste coppie di diametri coincidono tra loro.

Questo comporta notevoli agevolazioni con conseguente abbattimento delle tempistiche di cambio formato in quanto se si dovesse passare da un prodotto SLEEK a un prodotto della stessa tipologia SLEEK (oppure nel passaggio da CLASSIC a CLASSIC) si effettueranno delle regolazioni solo in altezza e non in larghezza, in quanto il diametro delle lattine non cambia. Invece, passando tra formati che coinvolgono tipologie diverse di lattina (da SLEEK a CLASSIC o viceversa) sarà necessario regolare sia l'altezza, sia la larghezza dei pezzi per far scorrere agevolmente la lattina su guide, afferraggi, mezzelune, etc...

Per quanto riguarda il numero e il tipo di prodotti finiti imbottigliati, attualmente (gennaio 2022) la linea 39 è in grado di produrre 22 tipologie di classi SMED, all'interno delle quali figurano complessivamente 150 prodotti finiti differenti tra loro.

Gli operatori presenti in linea 39 sono cinque e sono disposti come indicato in figura 7.11 (contrassegnati con dei punti rossi pieni). C'è un capo impianto nei pressi della riempitrice (Op.1), supportato dall'operatore dell'aggraffatrice (Op.3), un operatore è presente a monte della linea al deimpilatore (Op.2), uno alla confezionatrice (Op.4) e, infine, uno nella zona terminale della linea al gruppo di palettizzazione (Op.5). Dalla figura si nota bene la lunghezza della linea di imbottigliamento che implica una notevole distanza tra gli operatori: questi possono comunicare tra di loro solamente attraverso i telefoni presenti nelle loro postazioni. Anche quella della distanza elevata sarà una caratteristica da considerare nell'implementazione SMED in quanto gli operatori impiegano tempi dell'ordine dei minuti per spostarsi da una macchina all'altra della linea.

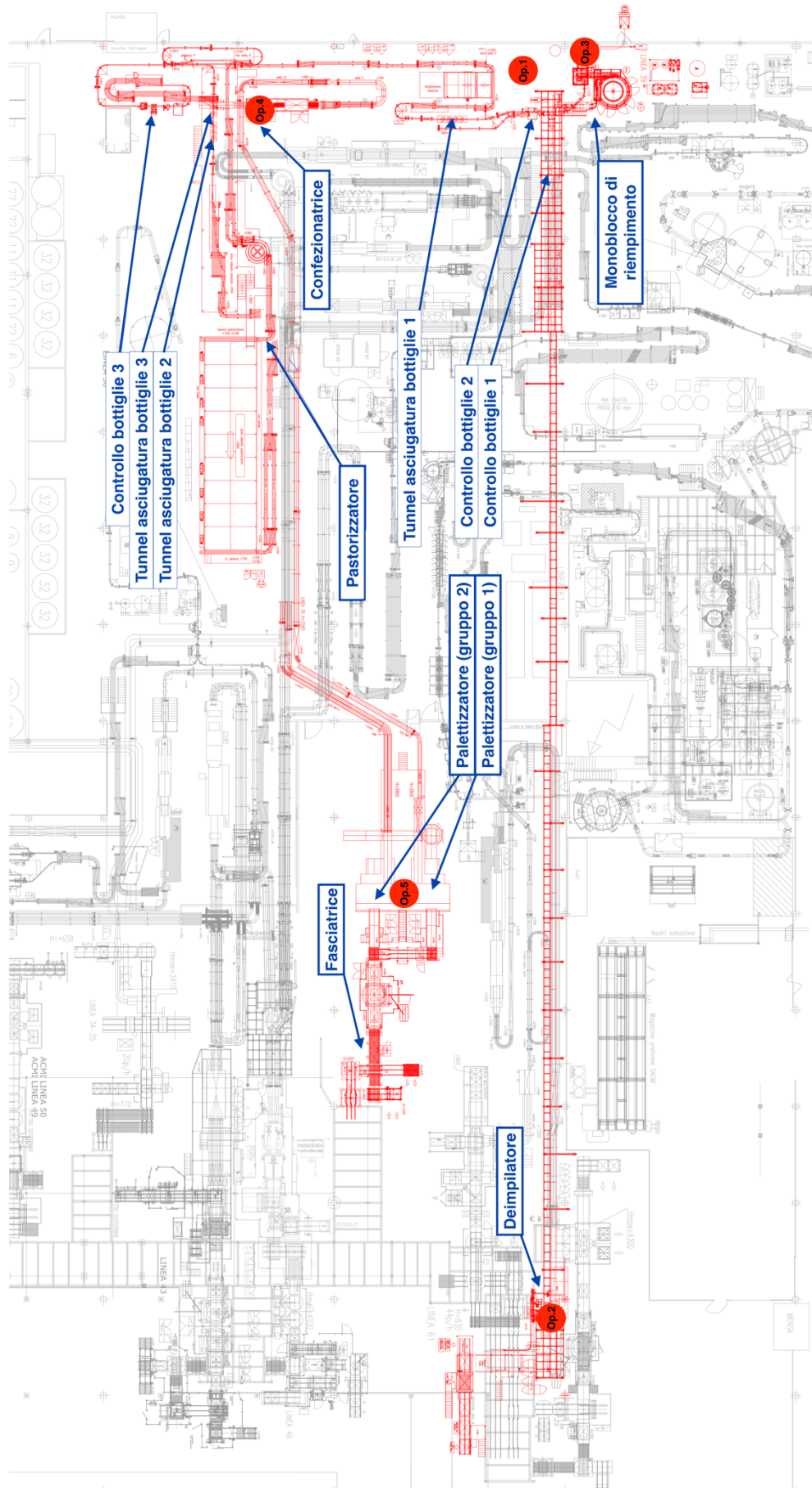


Fig. 7.11 – Layout planimetrico della linea 39 con i cinque operatori disposti nelle postazioni di lavoro.
 Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Per quanto riguarda la questione delle turnazioni, la linea 39 può lavorare su un turno, su due turni o su tre turni. Nel primo caso (turno giornaliero), gli operatori attivano la linea alle 7.30 e la chiudono alle 16.30; nel secondo caso (doppio turno), la linea rimane attiva dalle 6.00 alle 22.00; infine, nell'ultimo caso, la linea ha un ciclo di produzione continua ininterrotta, ampiamente utilizzato durante i periodi estivi di forte stagionalità. Dato che la linea opera molto spesso in triplo turno, ci sono più squadre costituite da cinque operatori che a rotazione lavorano giorno dopo giorno.

Analizzando la frequenza delle turnazioni dell'anno 2020, si nota dall'aerogramma di figura 7.12 che la linea 39 ha lavorato in ciclo continuo per il 36% del totale dei turni. Il dato non è da sottovalutare, e a maggior ragione ci indica che i possibili cambi formato eseguiti su questa linea sono cruciali in quanto sottraggono tempo attivo per la produzione.



Fig. 7.12 – Aerogramma della frequenza dei turni di lavoro della linea 39 nell'anno 2020
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

7.3.3. Standard attuale di cambio formato: la matrice SMED della linea 39

Come anticipato al capitolo precedente, in Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., è presente uno storico di dati teorici dei tempi di cambio formato per ogni linea dello stabilimento. Per quanto riguarda la matrice della linea 39, la situazione non è allo stesso livello di dettaglio rispetto alle altre linee dello stabilimento. Infatti, la linea 39 è l'unica linea dello stabilimento a presentare alcune voci di operazioni di cambio formato troppo "generiche".

In figura 7.13 si riporta nuovamente un estratto della matrice della linea 39. Come da prassi, si è utilizzata questa matrice nelle fasi iniziali del progetto SMED come riferimento teorico e soprattutto come parametro di confronto rispetto ai cambi formato reali che avvenivano in linea.

FORMATO DI PARTENZA		FORMATO DI ARRIVO		Cambio gusto	Cambio lattina	Cambio formato da 330 SLEEK a 330 CLASSIC e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 CLASSIC e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 CLASSIC SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 250 SLEEK a 300 SLEEK e vicev.	Delta Temperatura Pastorizzatore	CIP I	CIP G	CIP H	TOTALE
Descrizione	Classe	Descrizione	Classe	25	20	300	120	300	120	300	50	170	170	150	
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	103P	THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103P	M	M							X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	M	M						X				90
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS, LIMPIDO)	102L	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANCIATA PEPISCO 0,33L (SLEEK)	127C3S	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	SEVEN UP 0,33 (SLEEK)	127C3L	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0,33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	65LP	M	M	X					M	X			470
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0,33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	M	M	X					M	X			470
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0,33L LATT.	41	M	M	X					M	X			470
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANCIATA PEPISCO 0,33 (CLASSIC)	126C3S	M	M	X					M	X			470
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0,33 (CLASSIC)	126GL	M	M	X					M	X			470
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0,25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP	M	M	X					M	X			470
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0,25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB	M	M	X					M	X			450
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0,25L LATT.	40	M	M	X					M	X			470
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT.0,33L (SLEEK)	190	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ.0,33L (SLEEK)	191	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT.0,25L LATT. (SLEEK)	188	M	M			X			M	X			290
THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ.0,25L LATT. (SLEEK)	189	M	M			X			M	X			290
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	M	M							X			170
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	X	M										25
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	X	M										25
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS, LIMPIDO)	102L	M	M						M	X			150
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	M	M						M	X			150
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ARANCIATA PEPISCO 0,33L (SLEEK)	127C3S	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	SEVEN UP 0,33 (SLEEK)	127C3L	M	M						M	X			150
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0,33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	65LP	M	M	X					M	X			300
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0,33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	M	M	X					M	X			300
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0,33L LATT.	41	M	M	X					M	X			450
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ARANCIATA PEPISCO 0,33 (CLASSIC)	126C3S	M	M	X					M	X			450
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0,33 (CLASSIC)	126GL	M	M	X					M	X			450
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0,25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP	M	M	X					M	X			300
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0,25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB	M	M	X					M	X			300
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0,25L LATT.	40	M	M	X					M	X			450
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA NAT.0,33L (SLEEK)	190	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA FRIZZ.0,33L (SLEEK)	191	M	M						M	X			170
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA NAT.0,25L LATT. (SLEEK)	188	M	M			X			M	X			290
THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA FRIZZ.0,25L LATT. (SLEEK)	189	M	M			X			M	X			290

Fig. 7.13 – Estratto della matrice SMED della linea 39 con i tempi e le combinazioni dei cambi formato tra classi SMED.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Nella zona sinistra della matrice sono presenti le possibili combinazioni di cambio formato tra le classi SMED con relativa descrizione. Nella parte superiore si osservano le operazioni che possono essere eseguite durante ogni cambio formato accompagnate dalle relative tempistiche stimate ed espresse in minuti. All'estrema destra è conteggiato il tempo totale del cambio formato dato dalla sommatoria delle operazioni attive contrassegnate con il simbolo "X" (il simbolo "M", come già anticipato al capitolo precedente indica un tempo di cambio formato di un macchinario mascherato da quello di altri macchinari).

Si nota che ci sono alcune voci che non riescono a far trasparire una vera e propria stima dei tempi teorici a livello di ogni singolo macchinario. Per esempio, considerando il cambio formato da classe SMED "105" a classe SMED "65LP" si nota che a fronte di un tempo totale di 470', la voce "Cambio formato da 330 SLEEK a 330 CLASSIC e viceversa" da 300' è troppo generica. Leggendo a primo impatto questa matrice non si hanno le informazioni necessarie per capire quali macchinari sono sottoposti a delle procedure di cambio formato come nell'esempio appena evidenziato.

In figura 7.14, invece, si riporta un estratto della matrice SMED dei tempi teorici di cambio formato dell'altra linea su cui è stato applicato il progetto SMED, ovvero la linea 31.

FORMATO DI PARTENZA	FORMATO DI ARRIVO	Carico linea	Cambio etichetta	Cambio gusto 1 (a acqua)	Cambio gusto 2 (a bibita)	CF Riempitrice (stelle/controstelle)	CF Riempitrice (cannucce)	CF Riempitrice (tamponi)	CF Etichettatrice (completo)	CF Cartonatrice	CF Incassettatrice (corto)		
Descrizione	Classi	Descrizione	Classe	30	10	10	25	60	30	30	60	90	15
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,250 OW	1	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,250 VAR	2	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,500 VAR	3	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,750 VAR	4		M	X							
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 1,000 VAR	5	X	M	X		X					X
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,750 OW	6	X	M	X						M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,5 L OW	9	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 1,0 L OW	18	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	BIBITE 1,0 L BASE SUCCO VAR	45	X	M		X	X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	BIBITE 1,0 L LIMPIDE VAR	46	X	M		X	X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	PEPSI COLA REG. 1,0 L VAR	59	X	M		X	X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,650 VAR NAT.	144	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,650 VAR FRIZZ.	145	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,650 OW NAT.	150	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,650 OW FRIZZ.	151	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,33L NAT OW	178	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,33L FRIZZ. OW	179	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	BIBITE 0,25L BASE SUCCO VAR	129	X	M		X	X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	BIBITE 0,25L LIMPIDE VAR	130	X	M		X	X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	BIBITE 0,25L BASE SUCCO OW	148	X	M		X	X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	BIBITE 0,25L LIMPIDE OW	149	X	M		X	X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,33L NAT VAR	201	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	ACQUA 0,33L FRIZZ. VAR	202	X	M	X		X				M	
ACQUA 0,750 VAR	4	BIBITE 0,75 L BASE SUCCO VAR	197		M		X						
ACQUA 1,000 VAR	5	ACQUA 0,250 OW	1	X	M	X		X				M	
ACQUA 1,000 VAR	5	ACQUA 0,250 VAR	2	X	M	X		X				M	
ACQUA 1,000 VAR	5	ACQUA 0,500 VAR	3	X	M	X		X				M	
ACQUA 1,000 VAR	5	ACQUA 0,750 VAR	4	X	M	X		X					X
ACQUA 1,000 VAR	5	ACQUA 1,000 VAR	5		M	X							
ACQUA 1,000 VAR	5	ACQUA 0,750 OW	6	X	M	X		X				M	

Fig. 7.14 – Estratto della matrice SMED della linea 31 con i tempi e le combinazioni dei cambi formato tra classi SMED.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Dal confronto con la matrice della linea 39, si nota che in questo caso (per questioni di spazio la matrice della linea 31 è stata tagliata in lunghezza) le voci delle operazioni dei cambi formato dei macchinari sono molto più specifiche e chiare.

Per esempio, nella prima riga della matrice della linea 31, passando dalla classe SMED "4" alla classe SMED "1" si nota come siano particolareggiate le indicazioni sui tempi delle operazioni di cambio formato. La riempitrice - che anche per questa linea è la macchina più complessa - ha addirittura tre voci di operazioni di cambio formato per ognuno dei tre tipi componenti della macchina che possono essere sostituite durante un cambio formato ("CF stelle/controstelle", "CF cannuce" e "CF tamponi") con i relativi tempi. Ecco che in questo caso si ha già un'idea più completa di quali macchinari devono essere cambiati passando da una classe SMED ad un'altra.

Quindi, il risultato a cui tendere, sarà quello di creare una nuova classificazione delle operazioni cambio formato con i relativi tempi (con l'aiuto del tecnico di linea) in modo del tutto analogo a quella della matrice della linea 31. In particolare, l'obiettivo del progetto SMED sarà quello di aggiornare le voci "troppo generiche" della matrice 39 (scindendo e analizzando più nello specifico i tempi di cambio formato dei singoli macchinari). In aggiunta, sarà anche necessario aggiornare i tempi delle tre attuali sanificazioni (CIP I, CIP G e CIP H) e introdurre quelli di altre sanificazioni che non presenti in matrice ma che attualmente si svolgono nelle consuete procedure di cambio formato.

Per avere una maggior aderenza al processo produttivo reale sarà necessario effettuare un aggiornamento della matrice attuale su questi due fronti. Il monitoraggio dei cambi formato è un passaggio necessario anche per sviluppare questo tipo di miglioria in ambito di standardizzazione.

8. MONITORAGGIO DEL CAMBIO FORMATO E IMPLEMENTAZIONE CICLO OPDCA

Il tema centrale di questo capitolo è il monitoraggio del cambio formato usato come riferimento per l'introduzione delle migliorie in ambito SMED. Si effettua un'analisi ABC semplice sul "peso" dei cambi formato nell'anno 2020 della linea 39 e si introduce il ciclo OPDCA come punto di partenza da cui sviluppare l'implementazione del progetto. Il corpo centrale del capitolo verte sul monitoraggio di un cambio formato "lungo" da più di 300', considerato come tipologia di cambio formato critico in base alle analisi dati rilevate al capitolo precedente. Si analizzerà il cambio prima a livello generale di linea per poi concentrarsi maggiormente sul monoblocco di riempimento, macchinario individuato come "collo di bottiglia" da considerazione precedenti relative alle analisi e dalla fase di osservazione del ciclo OPDCA. Il capitolo si chiude con alcune considerazioni su quanto osservato in linea e sull'applicazione di alcune metodologie e strumenti come base di partenza per concretizzare i miglioramenti del progetto SMED che saranno presentati nel capitolo successivo.

8.1. Analisi ABC dei cambi formato della linea 39 (anno 2020)

Il punto di partenza per effettuare il monitoraggio dei cambi formato – oltre alle considerazioni emerse dall'analisi preliminare – è sicuramente quello di effettuare un'analisi ABC degli ultimi anni per avere un'idea di base riguardo la/e tipologia/e di cambio formato da monitorare.

In questo caso è utile andare ad eseguire un'analisi ABC come istogramma dei "pesi" dei cambi formato della linea 39 dell'ultimo anno per esempio (2020). Per fare questo, è necessario raccogliere i dati riassunti nella matrice delle "pesi" o dei "pesi percentuali" della linea 39 del 2020 (matrice che era già stata presentata in figura 6.8 al paragrafo 6.3.3).

Inizialmente si era pensato di costruire un diagramma di Pareto sulla frequenza dei cambi formato. Tuttavia, questa scelta avrebbe escluso dai possibili risultati critici in termini di cambio formato temporalmente lungo che magari venivano ripetuti con minor frequenza ma che potevano incidere significativamente in negativo per la linea. Infatti, come già anticipato, la gravosità dei "pesi" nella linea 39 è data da una prima tipologia di cambio breve ma altamente ripetuto nel tempo e da una seconda tipologia di cambio meno frequente ma molto più considerevole in termini temporali.

Come afferma il principio di Pareto, il 20% relativo ad una grandezza misurata in un certo periodo di tempo, costituisce l'80% di una caratteristica da analizzare rispetto al totale avvenuto in quel periodo. Quindi, nel caso in esame, circa il 20% della totalità dei cambi formato effettuati nel periodo di tempo selezionato, costituirà l'80% del "peso" totale cumulato dei cambi avvenuti in quel periodo. Se ne dedurrà che questo 20% rappresenterà i cambi formato più gravosi eseguiti dalla linea 39 nell'anno selezionato.

L'utilità di questo strumento è quella di circoscrivere il campo a poche tipologie possibili di cambio formato da monitorare nel tentativo di risolvere la maggior parte dei problemi di cambio formato della linea.

Nella tabella 8.1 è rappresentato un estratto in cui vengono associati i singoli cambi formato (terza colonna da sinistra) ai valori pesati come prodotto tra tempo teorico di cambio formato e frequenza di cambio formato nell'anno 2020 (quarta colonna da sinistra). I dati contenuti in quest'ultima colonna relativa al peso del cambio formato sono ricavabili dalle matrici pesate della specifica linea. In questa analisi è stata considerata la matrice già presentata in figura 6.8 al capitolo 6 dell'elaborato. Si è pensato di eseguire questa analisi ABC semplice sul prodotto tra tempo e frequenza di cambio formato al posto di eseguire una più complessa analisi ABC incrociata tra tempo e frequenza per non appesantire ulteriormente l'analisi dati, già complessa di suo.

Tab. 8.1 - Estratto della tabella riassuntiva dei valori pesati nell'anno 2020.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Classe SMED di partenza	Classe SMED di arrivo	Cambio formato	Peso del cambio formato	Cumulata	Cumulata %
103SB	105	103SB - 105	2040	2040	5,73
127GL	102S	127GL - 102S	1530	3570	10,02
103SB	65LP	103SB - 65LP	1410	4980	13,98
103SB	103SB	103SB - 103SB	1225	6205	17,42
127C3L	126GL	127C3L - 126GL	1200	7405	20,79
103SB	191	103SB - 191	1190	8595	24,13
102S	105	102S - 105	1020	9615	26,99
127GL	127GL	127GL - 127GL	950	10565	29,66
65SB	190	65SB - 190	940	11505	32,29
102L	127GL	102L - 127GL	900	12405	34,82
105	103LP	105 - 103LP	850	13255	37,21
127GL	103LP	127GL - 103LP	850	14105	39,59
103SB	127GL	103SB - 127GL	750	14855	41,70
102L	191	102L - 191	680	15535	43,61
102S	65SB	102S - 65SB	650	16185	45,43
103SB	102L	103SB - 102L	600	16785	47,12
127GL	103SB	127GL - 103SB	600	17385	48,80
105	103SB	105 - 103SB	550	17935	50,34
102S	103SB	102S - 103SB	525	18460	51,82
102L	105	102L - 105	510	18970	53,25
102S	127GL	102S - 127GL	510	19480	54,68

L'analisi ABC relativa a questi dati (anno 2020) è visibile nella tabella 8.1. Nell'appendice A è stata anche riportata la situazione dell'anno 2019 con la tabella e l'analisi ABC semplice di Pareto per avere una maggior solidità di dati da analizzare.

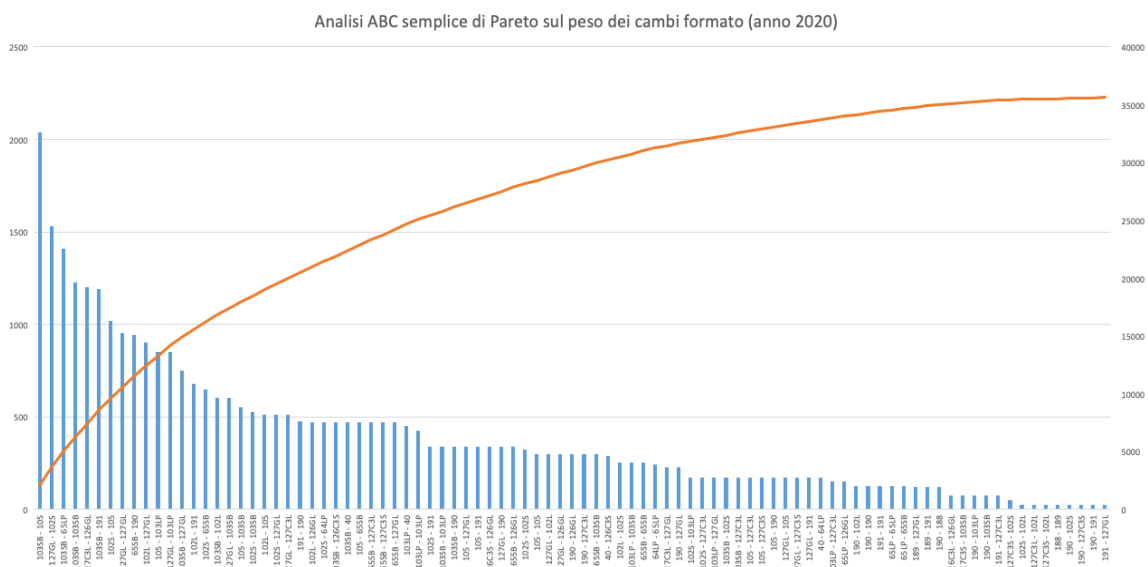


Fig. 8.1 - Analisi ABC semplice di Pareto sul peso dei cambi formato (anno 2020).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Sia la tabella, sia l'andamento del grafico confermano le aspettative del principio di Pareto, anche se, la curva ottenuta risulta più schiacciata rispetto a quella ideale teorica di Pareto del tipo 20/80.

Tuttavia, oltre al modello 20/80 (utilizzato con le suddivisioni in due classi A e B) esistono altre tipologie di modelli teorici come il 20/60 e il 20/70. Il grafico di figura 8.1 ottenuto per la linea 39 assomiglia di più al modello di Pareto 20/60.

Nella tabella 8.1, infatti, sono evidenziati con il color giallo tenue, i primi 20 cambi formato con maggior "peso" per la linea 39 nell'anno 2020. Essi rappresentano il 20% dei cambi formato totali realizzati quell'anno (20 su 101 cambi totali) e il loro peso cumulato in percentuale è il 53% del totale, valore verosimilmente vicino al 60% del modello di Pareto teorico 20/60.

Dall'analisi di Pareto si ritrovano i primi otto-dieci cambi formato che l'analisi preliminare della linea 39 aveva evidenziato al capitolo 6 dell'elaborato (figura 6.6 del paragrafo 6.4.3). Con il diagramma di Pareto si è voluto confermare chiaramente questo fatto ed estendere la lista ai cambi formato che per primi generano circa il 60% di peso dei cambi formato totali.

In assoluto, il cambio più critico nell'anno 2020 è stato il cambio gusto dalla classe "103SB" alla classe "105" (prima riga della tabella 8.1). Il primo cambio "lungo" (cioè il primo vero e proprio cambio formato con sostituzione di pezzi meccanici sui macchinari e non solo semplici sanificazioni) è stato il terzo cambio formato più critico in assoluto, cioè quello dalla classe "103SB" alla classe "65LP" (terza riga della tabella 8.1).

Concentrandosi su questi primi 20 cambi formato (20% del totale), e incrociando i dati contenuti nelle tabelle SMED dei tempi teorici della linea 39 (di cui si erano riportati degli estratti nei capitoli precedenti, come per esempio quello in figura 7.13 al paragrafo 7.3.3) si è ritrovata la predominanza di cambi gusto e di cambi "lunghi" (di durata superiore a 300') che era emersa anche dall'analisi preliminare condotta nel capitolo 6 dell'elaborato.

In definitiva, con questo strumento si è riusciti a circoscrivere una lista più ampia di possibili cambi da monitorare per implementare le strategie SMED. Il passaggio successivo sarà proprio

quello di recarsi nel gemba per effettuare dei rilevamenti sul campo (come fase di osservazione del ciclo OPDCA) che sia propedeutica per scegliere il cambio formato da monitorare assieme ai membri degli altri team.

8.2. Implementazione ciclo OPDCA: fase preliminare di osservazione

Come ulteriore tassello da aggiungere al punto di partenza dell'analisi SMED a sostegno delle analisi dati, del foglio de "i 5 perché" e delle analisi ABC semplici di Pareto, conviene avviare sin da subito l'implementazione di un ciclo di Deming di tipo OPDCA, che caratterizzerà tutte le fasi seguenti del progetto. Considerando un tipico ciclo OPDCA descritto al capitolo 4 dell'elaborato, si inizia con una fase di osservazione preliminare dell'ambiente di lavoro prima del monitoraggio vero e proprio del/i cambio/i formato individuati.

In data 21/04/21, due membri del Team SMED, uno del Team 5S e uno del Team Kaizen si sono recati nell'Area bibite dello stabilimento per entrare a contatto con l'ambiente di produzione della linea 39, stabilendo un dialogo con gli operatori direttamente interessati nel processo e ricercando eventuali criticità visibili solo attraverso una sorta di "passeggiata gemba".

I punti focali su cui concentrarsi sono stati il cambio formato effettivo e la situazione delle postazioni di lavoro degli operatori. Il sopralluogo è avvenuto in concomitanza con un cambio formato "lungo" da più di 300', in particolare, quello dalla classe SMED "103SB" (lattina SLEEK di aranciata da 0,33L) alla classe SMED "65LP" (lattina CLASSIC di The Lipton da 0,33L). Il cambio formato in questione è proprio quello presentato al paragrafo precedente che nel 2020 ha generato il terzo maggior "peso" in assoluto tra tutti i cambi formato. Questo cambio rientra nella tipologia di cambio "lungo" da più di 300' della durata complessiva teorica (stimata con l'ausilio della matrice SMED della linea 39) di 470'.

L'obiettivo di questa fase di osservazione iniziale, non è tanto quello di quantificare da subito i tempi di cambio formato bensì quello di farsi un'idea generale della linea in prima persona al momento del cambio formato, questo per confermare, aggiornare o tralasciare alcune - piuttosto che altre - caratteristiche precedentemente evidenziate dall'insieme di analisi dati condotte.

In questa fase si è deciso di evidenziare in modo particolare i seguenti punti:

- Criticità organizzative della squadra, osservando cosa succede effettivamente quando inizia la fase di run-down della linea, come si dispongono gli operatori, che spostamenti eseguono, come eseguono l'approvvigionamento dei pezzi alla linea, etc...;
- Disposizione degli operatori durante la fase di setup, osservando come si rapportano tra di loro, come e se dialogano, come si comportano a fronte di eventuali imprevisti, etc...;
- Criticità tecniche della linea in fase di ripartenza (run-up), osservando le regolazioni supplementari richieste dalla linea durante le prime fasi di produzione del nuovo lotto di prodotto finito (la stragrande maggioranza degli impianti di imbottigliamento dello stabilimento allunga i tempi di cambio formato a causa di regolazioni extra richieste che di fatto ritardano la produzione);
- Verifica degli standard attualmente in uso nella linea per il cambio formato;

- Tempi del cambio formato di tutti i macchinari della linea stimati in modo grossolano con approssimazione per eccesso alla decina di minuto¹⁷⁹.

I risultati emersi da questa prima fase di osservazione confermano le idee emerse in precedenza dalle analisi dati e, in particolare che:

- Globalmente a livello di linea c'è molto disordine negli ambienti sia a livello di materiale di cambio formato, sia a livello di incertezza degli operatori che prendono parte al processo, soprattutto quelli poco formati;
- Il monoblocco di riempimento si conferma la macchina con maggiori criticità in fase di cambio formato, sia a livello di organizzazione degli operatori, sia a livello di complessità delle operazioni da svolgere;
- La matrice SMED dei tempi teorici di cambio formato della linea 39 è troppo generica per esprimere i cambi formato che avvengono e non rappresenta comunque uno standard efficace ed efficiente: infatti, non c'è una giusta aderenza alla realtà tra il tempo di cambio stimato nelle matrici e quello che realmente avviene in linea.

Le osservazioni emerse verranno poi confermate durante il monitoraggio del cambio formato “lungo” scelto come base per implementare il progetto SMED sulla linea.

8.3. Scelta del/i cambio/i formato da monitorare

Il procedimento di analisi intrapreso fino ad ora a partire dai capitoli precedenti è stato molto complesso e articolato ma giudicato necessario per discriminare la scelta del monitoraggio da visionare, visto che quest'ultimo è considerato una parte cruciale per la buona riuscita del progetto.

Sulla base dei risultati ottenuti dall'analisi dati – sia analisi preliminari che diagramma ABC di Pareto - dalla compilazione del foglio de “i 5 perché” e dal sopralluogo con fase di attenta osservazione nell'ambiente di lavoro, si sono poste le basi per decidere quale tipologia di cambio formato analizzare nello specifico allo scopo di implementare l'efficienza dei cambi formato della linea 39.

I risultati ottenuti nel presente capitolo e nei capitoli precedenti hanno portato all'individuazione di tre tipologie di cambio formato “standard” per la linea.

La particolarità della linea 39, infatti, è che non esiste un cambio “critico” in assoluto che si è distinto negli anni analizzati. Questo significa che non è obbligatorio utilizzare solo i primi tre-cinque cambi formato particolari ottenuti dall'analisi ABC della tabella 8.1 come riferimento per il monitoraggio. Questo perché esistono tre tipologie di cambio formato “standard”, la cui ottimizzazione può portare benefici a tutti gli altri cambi che sono simili per costruzione. Con questa considerazione le cose si semplificano notevolmente: operativamente non è stato necessario attendere lo specifico cambio formato o uno di quelli con maggior “peso” nell'anno

¹⁷⁹ Registrando un tempo di 63', per esempio, si riporta il dato 70' visto che i tempi delle attività specifiche del cambio delle macchine saranno poi stimate con maggior dettaglio durante il monitoraggio vero e proprio del cambio formato scelto.

2020 scaturito dall'analisi ABC, bensì si è potuto scegliere una o più tipologie di cambio formato simili a quelle nei primi posti della curva di Pareto se è della stessa tipologia.

Quali sono le tre tipologie che rappresentano le possibili combinazioni di cambio formato? Di seguito si riportano i paragrafi dove vengono presentate e descritte brevemente.

8.3.1. Cambio gusto

Il cambio gusto è la tipologia di cambio formato che in generale (e l'anno 2020 utilizzato per l'analisi ne è la conferma) ha sia la maggior frequenza, sia il maggior "peso" (inteso come prodotto tra tempo di cambio formato e frequenza di cambio formato).

Nonostante ciò, è il cambio che impiega "meno" tempo in assoluto se si fa riferimento alle stime dei tempi teorici di cambio formato contenuti nelle matrici SMED e, in genere, questo tempo è dato quasi interamente da tempi di sanificazione del monoblocco di riempimento. Come già accennato questi tempi in genere sono imposti per contratto dalle aziende con cui Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. detiene contratti in franchising o per conto-lavoro.

In questa tipologia di cambio le operazioni da eseguire sono sempre le stesse: la linea necessita del cambio gusto solo su un macchinario: la riempitrice. Di fatto la macchina rallenta e inizia una fase di risciacquo dal prodotto precedente. In seguito si avvia un programma di sanificazione delle tubature interne (CIP) che varia a seconda del cambio gusto che si intende eseguire. In un caso sarà necessario utilizzare un CIP di tipo H, in un altro un CIP di tipo M di durata diversa dal precedente, etc... In sostanza però ci sarà sempre una fase di sanificazione in automatico con ciclo imposto dall'operatore mediante l'utilizzo di una pulsantiera esterna alla riempitrice. Terminato il ciclo di sanificazione si effettua il caricamento dello sciroppo (cambio gusto) che ha una durata di 15' in media, tempo notevolmente inferiore a quello di sanificazione che richiede minimo 65'.

Ovviamente su questa tipologia di cambio ci potranno essere delle regolazioni minori da effettuare anche su altri macchinari o un cambio delle lattine da caricare a monte della linea che comunque sono operazioni trascurabili temporalmente (durata dell'ordine della decina-ventina di minuti) rispetto alle sanificazioni imposte che hanno l'ordine di grandezza delle ore.

Per capire meglio questo concetto, in figura 8.2 è rappresentato un diagramma di Gantt di quanto dovrebbe idealmente succedere durante un cambio formato di questo tipo (il diagramma è ottenuto ricalcando i dati noti nella matrice SMED dei tempi teorici riportata prima del diagramma). In particolare il cambio gusto scelto è dalla classe SMED "105" alla classe SMED "105", cambio con maggior "peso" in assoluto nell'anno 2019.

Il diagramma conferma quanto riportato sopra: la linea esegue un cambio lattina al deimpilatore della durata di una ventina di minuti e il resto del cambio formato avviene nel monoblocco di riempimento con una sanificazione CIP H (stimata a 160') e un cambio gusto (stimato a 20').

Sebbene questa tipologia di cambio sia quella con la maggior frequenza, è evidente che non si può intervenire con dei miglioramenti in ambito SMED dato che, escluso il cambio lattina al deimpilatore, la totalità delle operazioni è dettato dalle procedure di sanificazione.

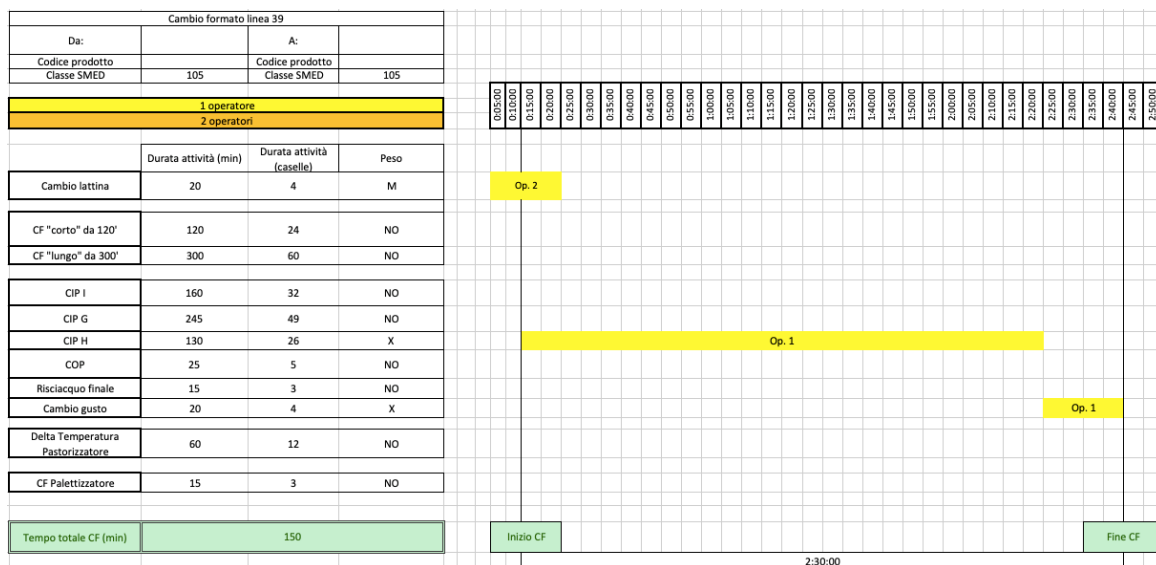


Fig. 8.2 – Gantt Chart L39 da classe SMED “105” a classe SMED “105”.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

8.3.2. Cambio formato “corto” da più di 120’

Il cambio formato “corto” da più di 120’ è la tipologia di cambio formato effettivo con sostituzione di un numero ridotto di pezzi meccanici sui macchinari della linea, dove il monoblocco di riempimento viene parzialmente cambiato.

Nella figura 8.3 è rappresentato l’estratto della matrice dei tempi teorici di cambio formato della linea 39 dove si osserva che esistono due sotto categorie di cambio formato “corto” da più di 120’.

Cambio formato da 330 sleek a 330 classic e vicev.	Cambio formato da/a 330 sleek a/da 250 classic	Cambio formato da/a 330 classic a/da 250 classic	Cambio formato da 330 classic a 250 sleek e vicec.	Cambio formato da 330 sleek a 250 sleek e vicev.	Cambio formato da 250 classic a 250 sleek e vicev.
300	300	120	300	120	300

Fig. 8.3 – Estratto della matrice dei tempi SMED della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Si utilizza l’espressione “da più di 120” perché il cambio fisico dei pezzi meccanici da un formato all’altro è da 120’, a cui si aggiungeranno i tempi di sanificazione del monoblocco di riempimento che variano tra le diverse tipologie di prodotto e che non sono stati riportati in figura 8.3.

In questo caso, il cambio “corto” interessa il passaggio tra formati diversi ma con la stessa tipologia di lattine. Di fatto, il passaggio può avvenire dal formato 0,33L a quello da 0,25L (o viceversa) ma la tipologia di lattina non varia e quindi si passa o da SLEEK a SLEEK o da CLASSIC a CLASSIC. Dimensionalmente, lattine della stessa tipologia hanno le stesse dimensioni in larghezza (stesso diametro quindi) ma diversa altezza. Per questo motivo si sostituiranno solo una parte dei pezzi dei macchinari coinvolti nel cambio formato, compreso anche il monoblocco di riempimento.

Per capire meglio questo concetto, in figura 8.4 è rappresentato un diagramma di Gantt di quanto dovrebbe idealmente succedere durante un cambio formato di questo tipo (il diagramma è ottenuto ricalcando i dati noti nella matrice SMED dei tempi teorici riportata in figura 8.4). In particolare il cambio formato scelto è dalla classe SMED “103LP” alla classe SMED “188”.

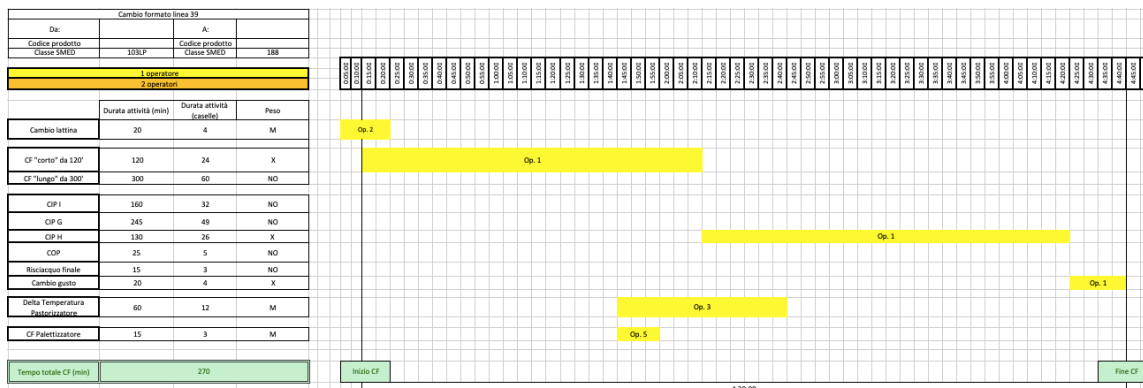


Fig. 8.4 – Gantt Chart L39 da classe SMED “103LP” a classe SMED “188”.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Rispetto al caso precedente si nota subito che la voce “CF “corto” da 120’” occupa un tempo di 120’ paragonabile a quello della sanificazione CIP H da 130’. Inoltre, si nota che vengono cambiati dei pezzi anche su altri macchinari: oltre al deimpilatore si modifica anche la temperatura del pastorizzatore e si eseguono delle regolazioni al palettizzatore. Il tempo totale di cambio formato stimato della linea è pari a 270’. Se si fosse diagrammato un cambio che richiedeva una sanificazione CIP G da 245’ al posto del CIP H da 130’, il tempo totale di cambio formato sarebbe stato di 385’. C’è una base comune che è il cambio fisico da 120’ e una variabile in base alla sanificazione.

8.3.3. Cambio formato “lungo” da più di 300’

Il cambio formato “lungo” da 300’ è la tipologia di cambio formato effettivo con sostituzione di pezzi meccanici e regolazione dei macchinari della linea che ha maggiori tempi di cambio formato e un “peso” tale da rientrare nel 20% dei cambi “critici” rilevati dall’analisi di Pareto del 2020 presentata a inizio capitolo.

Ogni volta che questo cambio viene eseguito la linea rimane ferma dai 300’ ai 565’ e questo si ripete sempre per questa tipologia di cambio formato. Attualmente la linea 39 è l’unica a rimanere ferma per un tempo quasi pari a un turno di lavoro. In questo caso, il cambio “lungo” interessa il passaggio tra formati aventi una diversa tipologia di lattine (quindi da SLEEK a CLASSIC o viceversa). Il monoblocco di riempimento subisce un cambio completo di tutti i suoi pezzi così come gli altri macchinari della linea.

Nella figura 8.4, precedentemente presentata, si osserva che esistono quattro sotto categorie di cambio formato “lungo” da più di 300’. Analogamente a quanto espresso al paragrafo precedente, si utilizza l’espressione “da più di 300’” perché il cambio fisico dei pezzi meccanici da un formato all’altro è da 300’, a cui si aggiungeranno i tempi di sanificazione del monoblocco di riempimento che variano tra le diverse tipologie di prodotto e che non sono stati riportati in figura 8.3

Per capire meglio questo concetto, in figura 8.5 è rappresentato un diagramma di Gantt di quanto dovrebbe idealmente succedere durante un cambio formato di questo tipo (il diagramma è ottenuto ricalcando i dati noti nella matrice SMED dei tempi teorici riportata prima del diagramma). In particolare il cambio formato scelto è dalla classe SMED “103SB” alla classe SMED “65LP”.

Le considerazioni che si possono fare sono le stesse di quelle relative al caso precedente (cambio “corto” da 120’) solo che in questo caso i tempi di cambio formato sono molto più consistenti. Il tempo totale di cambio formato stimato della linea (in questo caso) è pari a 480’.

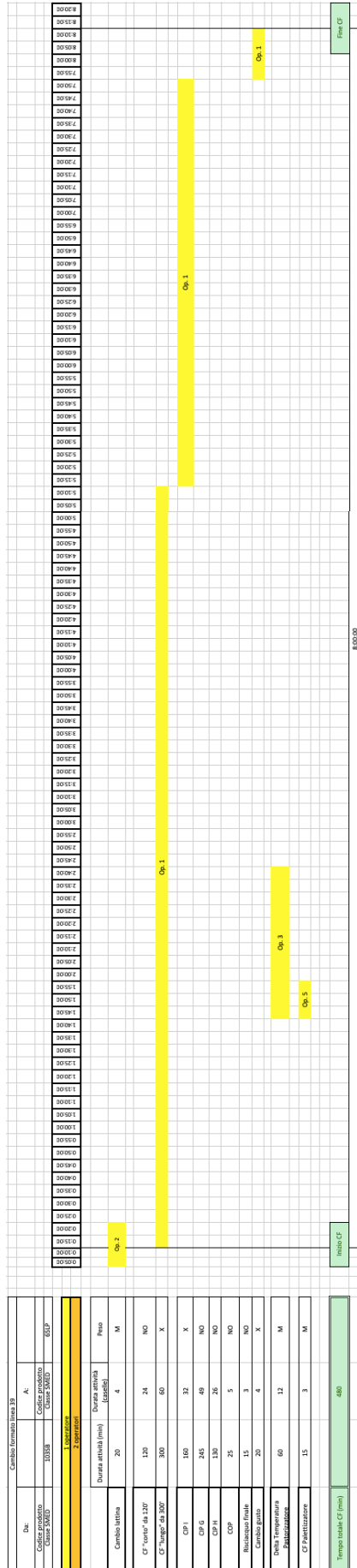


Fig. 8.5 – Gantt Chart L39 da classe SMED “ 103SB” a classe SMED “ 65LP” .
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

8.3.4. Considerazioni sul cambio da monitorare

Dopo aver evidenziato le tre possibili tipologie di cambio formato della linea 39, il Team SMED si è riunito nuovamente con i membri degli altri team per discutere sul proseguo del progetto con obiettivo la scelta del cambio formato da monitorare:

- Per quanto riguarda la prima tipologia di cambio formato (il cambio gusto), si è convenuto che, pur essendo la categoria con maggiore “peso” per la linea, non ci sono i margini di miglioramento con l’applicazione di un progetto SMED. Le migliorie apportabili a questa categoria di cambio formato sarebbero da ricercare a livello di sanificazioni con delle proposte alle aziende di cui si imbottigliano i prodotti per valutare la scelta di sanificanti più performanti o con più concentrato di prodotto sanificante, per esempio. Si è deciso per questo motivo di non investire (momentaneamente) del tempo per analisi e monitoraggio di questa tipologia di cambio formato. Non si esclude che questo monitoraggio potrebbe essere condotto in futuro visto il “peso” elevato che il cambio formato riveste per la linea;
- Per quanto riguarda la seconda tipologia di cambio formato (cambio “corto” da più di 120’), dall’analisi ABC non si è riscontrato nessun “peso” su questo cambio formato negli anni 2020 e 2019, motivo per cui si è deciso di non analizzare questa tipologia di cambio formato;
- Per quanto riguarda la terza tipologia di cambio formato (il cambio “lungo” da più di 300’), si è deciso di concentrare la maggior parte degli sforzi sull’implementazione di questo cambio formato. Il motivo è sempre il medesimo: la linea 39 in questi casi rimane ferma più di cinque ore e il “peso” di questa tipologia di cambio formato è in aumento dal 2019 al 2020 come tendenza riscontrata nelle analisi ABC.

8.4. Procedura operativa di monitoraggio impiegata

Una volta scelta la tipologia di cambio formato da monitorare (cambio formato “lungo” da più di 300’), la linea guida che si è deciso di seguire è stata quella di effettuare più monitoraggi – sempre della stessa tipologia di cambio “lungo” però - in diverse condizioni operative, con l’impiego di diversi operatori, a seconda di diversi turni della linea, con una variabilità di classi SMED.

In genere, gli eventi di cambio formato di una linea da un prodotto A ad un prodotto B dovrebbero essere il più ripetibili possibile. Tuttavia, è risaputo che nella realtà essi differiscono molto in base alla formazione, alle condizioni psicologiche degli operatori (a seconda dell’affaticamento giornaliero, per esempio), alle condizioni di temperatura e umidità dell’ambiente, agli imprevisti, etc... che nel complesso rappresentano quell’insieme di fattori da tenere in considerazione nelle procedure di implementazione SMED già espresse nel capitolo precedente con riferimento all’articolo di Lozano et al. (2017).

Il Team SMED al completo è il gruppo incaricato di monitorare i cambi formato riportando i risultati e le osservazioni di ogni caso per poi discuterle insieme ai membri degli altri team nella fase successiva di sintesi. Il team è composto dai membri principali del Team SMED supportati dagli operatori e dal tecnico di linea della linea di imbottigliamento monitorata.

Durante la fase di monitoraggio, ogni membro ha il compito di supervisionare il cambio formato di una specifica macchina in modo da concentrarsi su di essa e carpirne la maggior parte di

informazioni: questo, pur sapendo in anticipo dalle analisi effettuate che vi sarà una criticità rilevante sul monoblocco di riempimento.

La procedura di monitoraggio comprende anche l'attività di ripresa del filmato del cambio formato per rivedere in un secondo momento delle eventuali problematiche sotto ogni punto di vista. La ripresa del filmato sarà fondamentale per la/e macchina/e "collo di bottiglia" della linea. Sempre nella zona di competenza di questo macchinario, sarà necessario effettuare la suddivisione delle attività osservate in interne ed esterne - che verranno classificate in un secondo momento - e prendere nota degli spostamenti e del livello di formazione degli operatori in base alle attività da svolgere per stilare rispettivamente uno Spaghetti Chart e una Skill Matrix.

Una volta effettuati una serie di monitoraggi (dai due ai cinque) si discute sulle criticità osservate e sulle ipotesi implementabili. Nel progetto SMED si è cercato di intervenire sui punti che in potenza avrebbero potuto garantire il maggior risultato, come il monoblocco di riempimento nel caso della linea 39.

8.5. Monitoraggio del cambio formato: livello generale

In questa sezione si seguono i passaggi della procedura generica di ottimizzazione descritti al capitolo 2 sullo SMED al paragrafo 2.4 e anticipata al paragrafo precedente:

5. Analisi delle operazioni e delle attività di cambio formato con relativa quantificazione dei tempi;
6. Distinzione fra attività esterne e attività interne;
7. Conversione di attività interne in attività esterne;
8. Semplificazione e standardizzazione delle attività interne ed esterne.

I primi due passaggi sono riportati di seguito, mentre gli ultimi due sono riportati nel capitolo successivo dove sono esposti i risultati ottenuti e le migliorie introdotte con il progetto di ottimizzazione SMED.

In particolare, si è deciso di analizzare in data 25/05/21 il cambio formato dalla classe SMED "102S" (lattina SLEEK di clementina da 0,33L) alla classe SMED "65LP" (lattina CLASSIC di The Lipton da 0,33L) della durata di 480' teorici previsti.

La preparazione al monitoraggio richiede la presenza di un discreto numero di persone facenti parte dei Team, in modo particolare di quello SMED. Essendoci cinque operatori in totale nella linea 39, di cui due si è deciso di impiegare due membri del Team sul monoblocco di riempimento, in quanto considerato come macchinario "collo di bottiglia" del cambio formato. Gli altri membri si sono disposti a monte della linea (deimpilatore), a valle del monoblocco di riempimento (zona confezionatrice) e all'estremo finale della linea (zona palettizzatore), di fatto andando a coprire tutti e cinque gli operatori coinvolti nel cambio formato.

Si è deciso di mappare il cambio formato monitorato a livello generale di linea mediante un diagramma di Gantt (visibile in figura 8.6) in modo da riassumere a colpo d'occhio ciò che è successo.

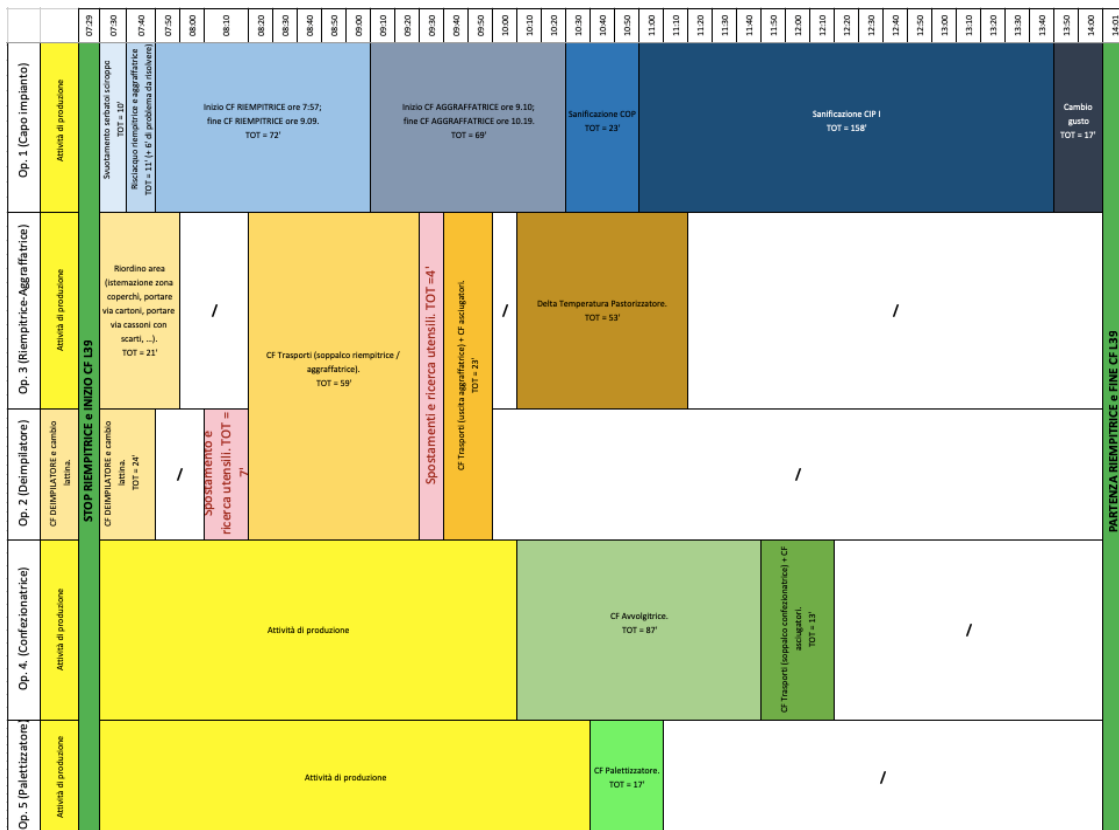


Fig. 8.6 – Gantt Chart L39 da classe SMED “102S” a classe SMED “65LP” (andamento reale da 366’ di setup).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Dal diagramma salta all’occhio il “percorso critico” dell’intero cambio formato da identificare nelle operazioni che coinvolgono il monoblocco di riempimento che sono interamente assegnate a un operatore unico (Op. 1, cioè il capo impianto). Un altro fattore che emerge è che mentre il capo impianto è sovraccarico di lavoro, ci sono alcuni operatori in ozio (che viene indicato nel diagramma con il segno “/” sui blocchi di colore bianco).

A fronte di 480’ previsti di cambio formato, la linea ha impiegato 366’ di setup (382’ totali comprendendo anche il run-down da 3’ e il run-up da 13’), un dato molto al di sotto delle stime. Questo disallineamento va necessariamente studiato e può essere collegato all’aggiornamento dei tempi di cambio formato dei macchinari che compongono la linea che è stato messo in programma come miglioramento da apportare.

La conformazione attuale della matrice dei tempi SMED raggruppa tutte le operazioni di setup fisico sotto la voce “cambio formato da 300” e per questo motivo non rende visibile le voci di cambio formato dei singoli macchinari, come già era stato anticipato in precedenza. Per completezza, in figura 8.7 viene riportato l’andamento teorico del cambio formato dalla classe SMED “102S” alla classe SMED “65LP” con il diagramma di Gantt. Le differenze non emergono chiaramente perché nel modello teorico la voce del cambio “lungo” da 300’ non fornisce informazioni in merito a che macchinari vengono cambiati in quell’arco di tempo.

Con questo modello teorico di approssimazione di cambio formato non si riesce a stabilire un confronto efficace con il cambio formato effettivamente monitorato in linea. Motivo per cui sarà necessario rivedere il modello teorico delle matrici SMED dei tempi teorici di cambio formato.

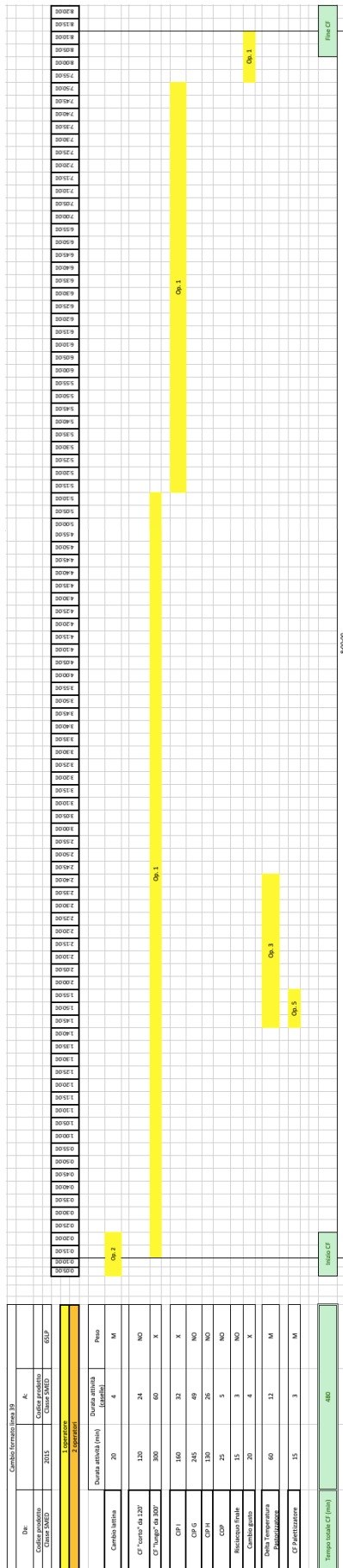


Fig. 8.7 – Gantt Chart L39 da classe SMED “ 102S” a classe SMED “ 65LP” (andamento teorico da 470’).
 Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

8.6. Monitoraggio del cambio formato: il monoblocco di riempimento

Noto il macchinario “collo di bottiglia” all’interno della linea, si è deciso di concentrare maggiormente l’attenzione sul blocco riempitrice + aggraffatrice che nel complesso costituiscono il monoblocco di riempimento.

I due membri del Team SMED incaricati del supervisionamento del cambio formato al monoblocco si sono dotati di cronometro, carta e penna per iniziare a mappare le principali attività di cambio formato della coppia di macchinari. Come da procedura si è girato anche un filmato dell’intero cambio formato in modo da poter rivedere le operazioni anche in un secondo momento, per inserire le varie voci in un documento Excel di sintesi. L’operazione di mappatura ha richiesto poi la visione di altri cambi formato, ripetendo la procedura di osservazione per più volte in quanto la successione delle operazioni di cambio formato di questo gruppo di macchinari è stata reputata molto complessa.

Come suggerito da Shingo, una volta mappate le azioni principali e secondari di cambio formato su un macchinario si attua la procedura di divisione delle attività di cambio formato in interne ed esterne.

Nelle tabelle 8.2 e 8.3 si riportano i risultati a seguito del primo monitoraggio di cambio formato “lungo” da più di 300’, riferiti rispettivamente al cambio formato della riempitrice e dell’aggraffatrice.

Tab. 8.2 – Classificazione e suddivisione attività in interne ed esterne della riempitrice della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC							
Attività riempitrice (1 capo impianto)	Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Tempo massimo % riducibile se attività eseguita con 2° operatore
Ricerca pezzi in armadio a bordo linea (appoggiati su un carrello)	E	00:04:00	00:04:00	5,56%	/		
Ricerca utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Regolazione mezzelune di presa lattine	I	00:10:00			NO		
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Rimozione coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella	I	00:05:00			SI	00:05:00	6,94%
Trasporto e deposito pezzi lontano da riempitrice	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Trasporto nuovi pezzi (dal carrello dove erano stati disposti)	E	00:03:00	00:03:00	4,17%	/		
Montaggio coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella	I	00:08:00			SI	00:08:00	11,11%
Regolazione sponde ingresso lattine	I	00:02:00			NO		
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Aggancio staffe dei piantoni	I	00:06:00			NO		
Svitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:03:00			SI	00:03:00	4,17%
Innalzamento piantone riempitrice	I	00:02:00			NO		
Sostituzione blocchetti di supporto	I	00:04:00			SI	00:04:00	5,56%
Abbassamento piantone riempitrice	I	00:02:00			NO		
Avvitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:03:00			SI	00:03:00	4,17%
Sgancio staffe dei piantoni	I	00:06:00			NO		
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Regolazione sponde uscita riempitrice / ingresso aggraffatrice	I	00:04:00			NO		
		01:12:00	00:17:00	24%		00:23:00	32%
		Durata totale CF riempitrice	MUDA totale	MUDA totale %		Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Riducibilità % massima del CF riempitrice riducibile con 2° operatore

Tab. 8.3 – Classificazione e suddivisione attività in interne ed esterne dell’aggraffatrice della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC									
Attività aggraffatrice (1 capo impianto)	Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Tempo massimo % riducibile se attività eseguita con 2° operatore		
Ricerca utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,90%	/				
Svitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:04:00			SI	00:04:00	5,80%		
Svitamento viti a brugola del mozzo centrale	I	00:02:00			NO				
Svitamento viti a brugola e rimozione del mozzo centrale	I	00:02:00			NO				
Svitamento viti e rimozione della stella espulsore in acciaio	I	00:02:00			NO				
Svitamento viti e rimozione controstella inferiore in acciaio con connettore elettrico	I	00:03:00			SI	00:03:00	4,35%		
Svitamento viti a brugola e rimozione controstella superiore in acciaio	I	00:02:00			SI	00:02:00	2,90%		
Svitamento viti e rimozione guida piana in acciaio in ingresso riempitrice	I	00:01:00			SI	00:01:00	1,45%		
Trasporto e deposito pezzi lontano da aggraffatrice	E	00:04:00	00:04:00	5,80%	/				
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,90%	/				
Preparazione carrello elevatore e martinetto	E	00:02:00	00:02:00	2,90%	/				
Sostituzione stella coperchi in acciaio	I	00:12:00			SI	00:12:00	17,39%		
Ricerca pezzi in armadio a bordo linea superiore, controstella inferiore con connettore, stella espulsore e guida piana)	I	00:09:00			SI	00:09:00	13,04%		
Rifasamento catena di trasmissione	I	00:09:00			SI	00:09:00	13,04%		
Abbassamento / innalzamento della testata	I	00:03:00			NO				
Avvitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:04:00			SI	00:04:00	5,80%		
Abbassamento / innalzamento del frangibolla	I	00:01:00			NO				
		01:09:00	00:15:00	22%		00:44:00	64%		
		Durata totale CF aggraffatrice	MUDA totale	MUDA totale %		Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Riducibilità % massima del CF riempitrice riducibile con 2° operatore		

Nella parte sinistra della tabella sono riportate le operazioni effettuate dal singolo operatore (capo impianto) incaricato di effettuare il cambio formato. Per la complessità - giudicata elevata - delle operazioni da svolgere in questo cambio formato è richiesta la qualifica di capo impianto. In genere, ogni squadra di operatori della linea 39 presenta uno - massimo due - capi impianto.

Si è deciso di analizzare in particolare la tipologia di operazione (se interna “I” o esterna “E”), il muda generato sulla totalità di tempo del cambio formato del monoblocco, la possibilità eventuale di ridurre l’operazione inserendo un secondo operatore con la qualifica di capo impianto e il tempo massimo riducibile in quest’ultimo caso (la riducibilità massima non è raggiungibile, è solo un riferimento al quale tendere perché anche se si introduce un secondo operatore da affiancare al primo non sarà mai possibile calare l’intero tempo di quell’operazione ma se ne ridurrà solo una parte).

Nel capitolo successivo verranno presentati con maggior dettaglio i risultati su due fronti:

- Il primo, nel caso in cui il cambio formato continui ad essere intrapreso da una singola persona (1 capo impianto) che, attualmente, è la soluzione più probabile vista la mancanza di un operatore con un livello così alto di specializzazione;
- Il secondo, nel caso in cui si potenzi la formazione degli operatori della linea 39 e il cambio formato possa essere svolto da due operatori, entrambi con la qualifica di capo impianto.

Dalla tabella si nota che i tempi di sostituzione delle parti meccaniche ricoprono un tempo entro gli 80’ (precisamente 72’) per la riempitrice e entro i 70’ (precisamente 69’) dell’aggraffatrice per un totale di 141’ totali registrati in linea.

A seguito del monitoraggio di altri due cambi formato della stessa tipologia del primo (cambio “lungo” da più di 300’) si è deciso insieme al tecnico di linea di creare una stima dei tempi di cambio formato dell’aggraffatrice e della riempitrice. Per entrambi si è scelto un tempo pari a 80’. Si è tenuto conto della media dei tre casi di tempi registrati in linea, maggiorati alla decina

superiore. Nella tabella 8.4 sono riportati i calcoli eseguiti che hanno portato alla scelta di questo risultato.

Tab. 8.4 – Stima teorica dei tempi di cambio formato del monoblocco di riempimento basata sui dati reali registrati.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

N° cambio formato	CF Riempitrice [min]	CF Aggraffrice [min]	CF meccanico TOTALE (monoblocco di riempimento) [min]
1	72	69	141
2	70	71	141
3	73	72	145
Dato medio	72	71	142
Stima tempo teorico maggiorato [min]	80	80	160

La stima di questo tempo teorico è riferita alla situazione AS-IS ma serve come riferimento di partenza per il successivo aggiornamento della matrice SMED (inserendo anche i tempi dei cambi formato degli altri macchinari della linea) e per l'applicazione dei diagrammi di Gantt con uso non convenzionale. Entrambi gli strumenti verranno presentati nel capitolo successivo e sono stati utilizzati per migliorare l'organizzazione degli operatori durante il cambio formato.

Obiettivo dell'implementazione del progetto SMED è quello di ridurre il tempo reale registrato in linea al primo monitoraggio e, di conseguenza, anche quello stimato dopo aver monitorato gli altri due cambi formato simili.

Diminuendo queste due tipologie di tempistiche è possibile diminuire attivamente il tempo globale del cambio formato. Infatti, come precedentemente evidenziato dal diagramma di Gantt di figura 8.7, mentre il monoblocco è impiegato in queste due operazioni di cambio formato, il resto dei macchinari della linea sono già stati cambiati o sono in fase di cambio, avendo delle tempistiche inferiori. Una volta che le altre macchine hanno terminato i loro cambi, esse devono rimanere ferme aspettando passivamente la ripartenza del monoblocco di riempimento, tardando la ripartenza dell'intera linea. Questo il problema fondamentale della stragrande maggioranza dei cambi formato "lunghi" operati su questa tipologia di linea.

Va ricordato, infatti, che al tempo di cambio formato fisico del monoblocco, va aggiunto il tempo imposto dalle sanificazioni (variabile a seconda della diversa combinazione da classe SMED a classe SMED) con dei prodotti chimici in modo da "pulire" le tubature e gli ugelli che portano il prodotto ai rubinetti. In questo caso la sanificazione era data da un CIP I (preceduta da un COP per pulire i pezzi appena montati). Queste tempistiche di sanificazione sono attive, in quanto non è possibile parallelizzare le attività di sostituzione dei pezzi meccanici con quelle di sanificazione; pertanto devono essere eseguite in sequenza dopo aver concluso il setup fisico del monoblocco.

8.7. Implementazione ciclo OPDCA: fase di pianificazione degli interventi

Oltre al primo cambio formato, si è deciso di monitorare altri due cambi formato della stessa tipologia di cambio “lungo” da più di 300’ (per un totale complessivo di tre cambi formato monitorati). Nel proseguo si farà comunque riferimento al primo cambio formato monitorato. I monitoraggi dei due cambi supplementari sono stati eseguiti allo scopo di delineare un andamento più preciso e meno condizionato da eventuali variabili esterne per delineare il piano di interventi da eseguire sulla linea.

La fase di pianificazione del ciclo OPDCA ha inizio in seguito alla discussione tra i membri dei vari team sulle possibili soluzioni da implementare. In questo paragrafo si presentano anche alcuni strumenti utilizzati per il raccoglimento di ulteriori dati - constatati direttamente in linea - in modo da avere un punto di partenza più saldo per lo sviluppo dei miglioramenti in ambito SMED, 5S e Kaizen.

8.7.1. Criticità riscontrate in linea 39

Il Team SMED ha riportato le criticità rilevate dal monitoraggio in linea. Di seguito vengono riassunte sia quelle riferite al monoblocco di riempimento (oggetto del progetto SMED), sia altre relative ai restanti macchinari della linea.

A livello di monoblocco di riempimento:

- Si è osservato che l’operatore che effettua il cambio (Op. 1, cioè il capo impianto) cammina molto sia trasportando i pezzi, sia a vuoto. Questo comporta un surplus di spostamenti che si traduce in perdite di tempo che potrebbero essere evitate;
- I pezzi sostituiti, vengono appoggiati per terra, pur avendo a disposizione nelle vicinanze l’armadio in cui devono essere riposti e un carrello vuoto;
- Il cambio del monoblocco viene eseguito da una sola persona (il capo impianto) in quanto è richiesto un certo livello di formazione per svolgere questo cambio. Così facendo non si può contare sull’eventuale altro aiuto da parte degli altri operatori, nemmeno per passare i pezzi da montare in macchina;
- Come conseguenza del punto precedente, gli operatori che non eseguono il cambio sul monoblocco di riempimento sono in ozio per molto, alcuni anche per il 70% del loro tempo.

A livello generale di linea:

- Gli operatori che eseguono il cambio formato in zone lontane dal monoblocco di riempimento (zona confezionatrice, zona soppalchi, etc...) devono effettuare tragitti lunghi come spola tra il monoblocco e la zona di cambio macchina per mancanza/cambio di utensili o particolare strumentazione presente esclusivamente nella zona del monoblocco di riempimento;
- Spesso gli operatori non trovano subito i pezzi da montare sui macchinari o sui trasporti perché non sono facilmente riconoscibili tra loro non essendo etichettati o segnati in modo da distinguersi;
- Come già accennato, c’è un disallineamento tra i tempi teorici stimati dalle matrici SMED e quelli reali osservati in linea, tra tutte il cambio dei pezzi meccanici che dura notevolmente meno dei 300’ previsti dalla matrice. In aggiunta, ci si è accorti che alcuni cicli CIP di sanificazione di più recente introduzione e il COP non sono stati inseriti nella matrice SMED

dei tempi teorici. Questo fatto genera compensazione con il disallineamento precedente e nel complesso riequilibra i tempi di cambio formato osservati. Tuttavia, questo non garantisce la validità di tutti i cambi formato della 39 che richiederebbero un aggiornamento con stime di dati più recenti. Questo aspetto comporterà necessariamente una rielaborazione della matrice SMED dei tempi teorici della linea 39 con l'aiuto del tecnico di linea, in quanto questi ultimi sono non di recente compilazione oltre ad essere considerati poco aderenti alla realtà dei fatti che accadono in linea.

Tutti i punti presentati in questo paragrafo troveranno degli sviluppi nel capitolo successivo come risultati ottenuti a partire dal progetto di ottimizzazione SMED. Nella sezione successiva, invece, si introducono e descrivono gli strumenti utilizzati per ottenere le migliorie proposte.

8.7.2. Spaghetti Chart

Il primo strumento da considerare dopo aver classificato e distinto le attività del monoblocco di riempimento in interne ed esterne è quello di creare uno Spaghetti Chart. Sulla base degli appunti presi in linea durante il cambio formato e considerando gli spostamenti dell'operatore, si fa uso di questo particolare diagramma per mappare visivamente le movimentazioni e gli spostamenti che egli ha eseguito durante il cambio formato. In particolare, si crea uno Spaghetti Chart riferito al monoblocco di riempimento, in quanto si vuole provare a risolvere le criticità evidenziate al paragrafo precedente.

Visto che l'ottimizzazione SMED verte sul cambio meccanico e non sui tempi di sanificazione, in figura 8.8 è presentato lo Spaghetti Chart del setup fisico del monoblocco comprendente sia il cambio della riempitrice, sia il cambio dell'aggraffatrice, trascurando gli spostamenti per effettuare le sanificazioni in quanto notevolmente inferiori e non ottimizzabili.

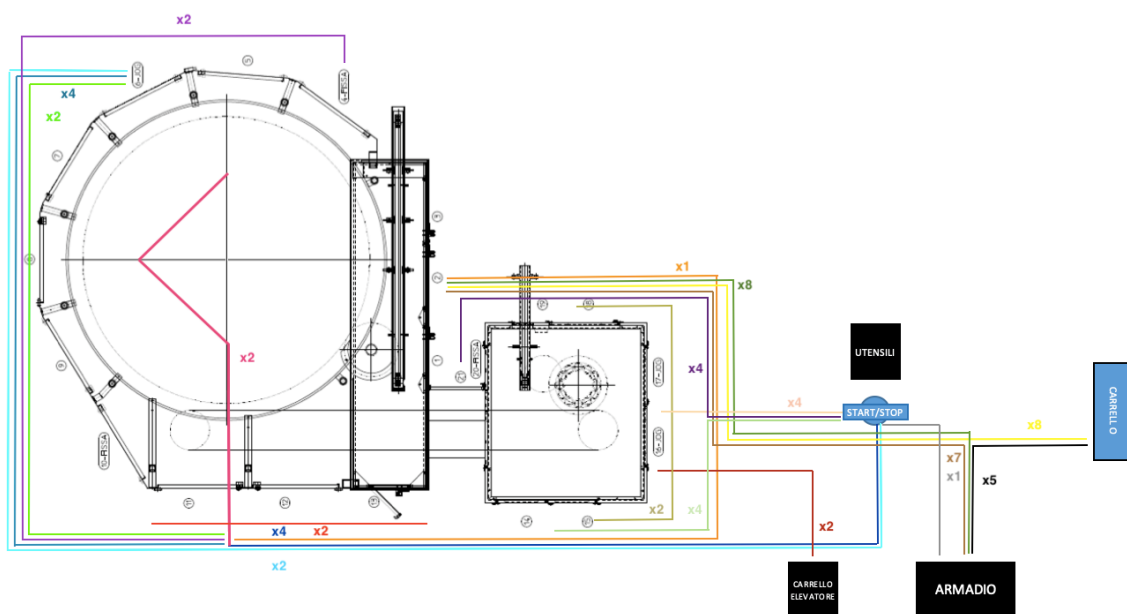


Fig. 8.8 – Spaghetti Chart del monoblocco di riempimento prima dell'implementazione (primo cambio monitorato).
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Il monoblocco è costituito dalla riempitrice a pianta circolare (visibile sulla parte di sinistra dell'immagine 8.8) e dall'aggraffatrice a pianta quadrata (visibile sulla parte centrale dell'immagine 8.8). Nella sezione di destra sono rappresentati il punto di inizio e di fine del cambio formato (contrassegnato dalla scritta "START/STOP") che si trova proprio di fronte al carrello porta utensili. Nella parte inferiore sono presenti un carrello elevatore di piccole dimensioni che serve per la sostituzione di una stella molto pesante e l'armadio dove sono stoccati tutti i pezzi delle quattro tipologie di formato. È presente anche un carrello a due ripiani all'estrema destra dove vengono depositati i pezzi di cambio formato stoccati in armadio che poi andranno montati nei due macchinari.

Con colori diversi si sono indicati gli spostamenti eseguiti dall'operatore. Il moltiplicatore numerico identificato con una "x" indica quante volte viene percorsa la distanza indicata. Ad esempio, lo spostamento più lungo è quello segnato in azzurro chiaro in basso a sinistra ed è percorso due volte dall'operatore dal punto di inizio del cambio formato "START/STOP" alla porta n°6 della riempitrice e viceversa (quindi il moltiplicatore numerico indicato è "x2").

Grazie a questo strumento è possibile visualizzare graficamente la situazione per evidenziare eventuali spostamenti non necessari o meglio ancora per rimodulare gli spazi del cambio formato. Si nota subito che il carrello dove si appoggiano i pezzi di cambio formato è posto molto lontano rispetto al monoblocco di riempimento dove dovrà essere eseguito il setup. Nel capitolo successivo verrà presentato uno Spaghetti Chart di un cambio formato eseguito a seguito dell'implementazione del progetto SMED e verranno spiegate più nel dettaglio le miglione introdotte allo scopo di ottimizzare le distanze e i tempi.

Proprio per questo motivo, contemporaneamente allo Spaghetti Chart è stata creata una tabella (visibile nella tabella 8.5) in grado di evidenziare tutte le distanze percorse e i tempi impiegati per percorrerle da parte dell'operatore. Si è ipotizzato un moto uniforme con proporzionalità diretta tra spazio percorso e tempo impiegato. Per semplicità, la velocità di spostamento dell'operatore – stimata a 1 m/s - è stata ottenuta come valore medio tra la velocità dell'operatore con il materiale (camminamento con carico a 0,75 m/s) e quella senza il materiale (camminamento normale a 1,4 m/s).

Tab. 8.5 – Tabella delle distanze percorse e dei tempi impiegati prima dell'implementazione (primo cambio monitorato).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.					
Velocità media operatore senza carico (m/s)					
Velocità media operatore con carico (m/s)		0,75			
Velocità media operatore (m/s)		1,08			
Descrizione	Tratto percorso (cm)	Moltiplicatore	Distanza percorsa (m)	Tempo impiegato (s)	
CF Riempitrice					
Da punto Start/Stop a porte 11-12 Riempitrice	650	4	26	24,19	x4 blu
Regolazione staffe (In-Out Riempitrice)	370	2	7,4	6,88	x2 rosa
Regolazione staffe	452	2	9,04	8,41	x2 verde chiaro
Regolazione piantoni	780	2	15,6	14,51	x2 indaco
CF blocchetti e innalzamento/abbassamento Riempitrice	1330	2	26,6	24,74	x2 celeste
Regolazione sponde in uscita Riempitrice	200	2	4	3,72	x2 rosso chiaro
CF mezzelune porte 5-6	580	4	23,2	21,58	x4 verde acqua marina
Primo spostamento verso retro Riempitrice porte 1-2-3	770	1	7,7	7,16	x1 arancione
Rimozione parti meccaniche porte 1-2-3	480	8	38,4	35,72	x8 giallo
Spostamento verso armadio con pezzi vecchio formato	325	8	26	24,19	x8 verde scuro
Secondo spostamento verso retro Riempitrice porte 1-2-3	690	7	48,3	44,93	x7 marrone
Spostamento verso punto Start/Stop per cambio utensili	480	1	4,8	4,47	x1 grigio
CF Aggraffatrice					
Regolazione piantoni	860	2	17,2	16,00	x2 oro
CF Aggraffatrice porte 19-21	430	4	17,2	16,00	x4 viola scuro
CF Aggraffatrice porte 16-17	180	4	7,2	6,70	x4 rosa salmone
CF Aggraffatrice porte 14-15	350	4	14	13,02	x4 verde chiarissimo
CF stella mozzo con carrello	390	2	7,8	7,26	x2 rosso scuro
Riordino pezzi	310	5	15,5	14,42	x5 nero
			Totale distanza percorsa (m)	Totale tempo impiegato negli spostamenti (s)	Totale tempo impiegato negli spostamenti (min)
			315,94	293,90	4,90

Dalla tabella, emerge che complessivamente la distanza percorsa dell'operatore in un singolo cambio formato è di più di 300 m, con un tempo impiegato pari quasi a 5 minuti. In rosso sono segnati le distanze e i tempi che potrebbero venire ridotti o addirittura eliminati con l'attivazione del progetto SMED. In particolare, sono tutte azioni che coinvolgono lo spostamento dei pezzi da montare in macchina e da riportare nell'armadio a bordo linea, quindi rientrano nella sostituzione dei pezzi meccanici dei due macchinari.

Nel capitolo successivo si discuteranno meglio le implementazioni e il saving ottenuto sulle distanze e sui tempi. Sommando i valori evidenziati in rosso e confrontandoli con quelli globali ottenuti ci si aspetta una riduzione del 50% degli spostamenti (e quindi anche dei tempi vista la proporzionalità diretta).

8.7.3. Skill-matrix

Una volta concluso il monitoraggio del cambio formato, il Team SMED si è riunito per discutere le criticità osservate. Un fattore saltato subito all'occhio anche dai diagrammi di Gantt è stato quello della poca organizzazione degli operatori della linea. Molte perdite di tempo sui macchinari e sulle regolazioni degli organi secondari derivavano da piccole disattenzioni o dettagli dimenticati da parte degli operatori.

Si è pensato di fare uso di una Skill-Matrix (figura 8.9) per avere un rapido prospetto delle competenze degli operatori osservate nel primo cambio formato monitorato, in modo da verificare in generale il livello di formazione e in secondo luogo di valutare se fosse possibile portare due

operatori più formati (due capi impianto) ad eseguire il cambio del monoblocco di riempimento in modo da ridurne i tempi di cambio formato.

		Deimpiatore	Trasporti soppalco riempitrice	Riempitrice	Aggraffatrice	Trasporti aggraffatrice	Pastorizzatore	Confezionatrice	Trasporti confezionatrice	Palettizzatore	TOTALE per OPERATORE				
Nome	Ruolo														
Lorenzo	Operatore	4	4	2	2	4	1	1	4	1	23	su	36	Legenda	
Bruna	Operatore	0	1	0	0	1	2	0	0	0	4	su	36	0	Nessuna conoscenza
Filippo	Capo impianto	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33	su	36	1	Operatore principiante da assecondare
Paolo	Operatore	0	1	0	0	1	2	2	2	0	8	su	36	2	Operatore indipendente
Fulvio	Operatore	2	1	0	0	1	1	1	1	4	11	su	36	3	Operatore esperto
Andrea	Tecnico di linea	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	su	36	4	Formatore
TOTALE per MACCHINA		13	15	10	10	15	13	12	15	12					
		su	su	su	su	su	su	su	su	su					
		24	24	24	24	24	24	24	24	24					

Fig. 8.9 – Skill matrix degli operatori del primo cambio monitorato.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Ad ogni riga corrisponde un operatore (per completezza è stato inserito anche il tecnico di linea che però è da considerare come risorsa “jolly” nel cambio formato in quanto non sempre disponibile avendo altre due linee di competenza oltre alla linea 39) e ad ogni colonna un macchinario su cui eseguire il cambio formato. L’incrocio di righe e colonne delinea delle caselle colorate in cui è riportato un punteggio stabilito dalla legenda a lato. Ad ogni punteggio corrisponde un livello di formazione dell’operatore, da un minimo di 0 (operatore con nessuna conoscenza) ad un massimo di 4 (operatore formatore).

Inoltre, all’estremo superiore e all’estremo destro della tabella compaiono rispettivamente i parziali di ogni macchinario e i parziali di ogni operatore. Per quanto riguarda il primo dato, esso identifica la “difficoltà” di cambio formato su quel determinato macchinario. Il totale del punteggio è riferito al massimo livello ottenibile se tutti gli operatori avessero un punteggio di formatore pari a 4. Questo dato è interessante per il fatto che suggerisce quanti operatori in proporzione sarebbero in grado di effettuare il cambio formato sul macchinario. In caso di mancanza di personale, un macchinario con un parziale basso sarà difficile da cambiare da parte degli altri operatori in turno (per esempio il monoblocco ha il punteggio inferiore pari a 10/24). Viceversa un macchinario con parziali elevati (come i trasporti che hanno punteggio pari a 15/24) non ha difficoltà ad essere cambiato in quanto molte persone in turno riescono ad effettuare il cambio. Questo dato è stato volutamente segnalato soprattutto perché in piena pandemia si sono riscontrate molte assenze del personale sulle linee produttive dello stabilimento. Per quanto riguarda il secondo dato, si identifica il parziale personale dell’operatore come livello di competenza che egli ha nello svolgere le operazioni di cambio formato a livello globale di tutti i macchinari della linea.

La skill-matrix in figura 8.9 riporta una situazione altalenante nei riguardi della formazione degli operatori. Ad operatori a 360° se ne affiancano altri molto “settorati” sulla macchina di competenza o addirittura poco formati per le operazioni di cambio formato. Ad eccezione del

tecnico di linea - che non è sempre disponibile ad aiutare gli operatori nel cambio formato – si nota che solo il capo impianto ha delle caratteristiche paragonabili per competenza. Gli altri operatori attualmente non sono in grado di effettuare il cambio formato del monoblocco e sono molto legati alla macchina di competenza. Di conseguenza si manifesta quanto osservato dal diagramma di Gantt: una volta terminata la sostituzione dei pezzi sulla loro macchina, alcuni operatori sono in ozio e non riescono a contribuire al cambio formato “collo di bottiglia” del monoblocco di riempimento.

A fronte di questa situazione, il Team SMED ha richiesto un incontro con gli operatori in linea per proporre dei corsi di formazione aggiuntiva, soprattutto per venire incontro ai punteggi più bassi ottenuti da tre operatori su un totale di cinque.

8.7.4. Pert Chart

In ambito industriale, si fa uso spesso del diagramma di P.E.R.T.¹⁸⁰ – noto anche come diagramma delle precedenze - che fornisce uno strumento visivo molto efficace per capire il rapporto temporale con cui vengono svolte alcune operazioni successive - o contemporanee - e che tipo di legame hanno tra di loro.

Questo tipo di diagramma ha una duplice utilità nel caso in esame: è possibile utilizzarlo sia per individuare la precedenza delle operazioni da eseguire nel cambio formato della macchina in questione (fattibile una volta individuate e classificate tutte le operazioni di cambio formato del macchinario), sia per individuare la precedenza delle operazioni di cambio formato sulle singole macchine che compongono una linea a livello generale di cambio formato. L’aspetto negativo di utilizzare un diagramma di Pert è che se i dati temporali immessi sono incorretti o stimati in modo troppo approssimativo, rischiano di creare dei ritardi o degli anticipi non veritieri. Se tuttavia, l’intento è quello di mappare in modo sommario - ma pur sempre plausibile – le operazioni, questo diagramma può essere un valido strumento per esempio per stendere una check-list delle attività di cambio formato da eseguire sul monoblocco di riempimento.

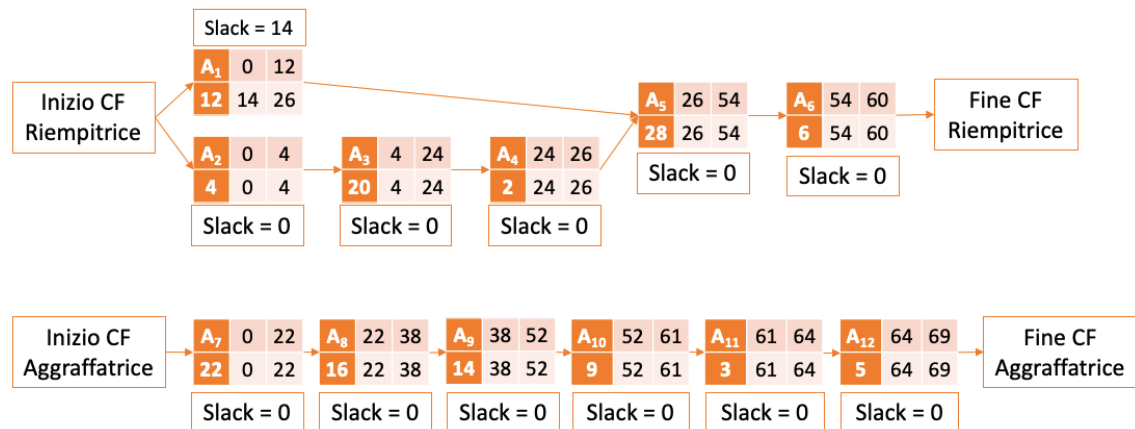
Dato che è già stato utilizzato un diagramma di Gantt per “mappare” la successione temporale delle operazioni di cambio formato a livello globale di linea, e, visto che l’intento primario è riorganizzare la meglio le attività da eseguire sul monoblocco di riempimento con l’intento di stilare una check-list chiara e dettagliata, si è deciso di utilizzare questa tipologia di diagramma per mappare i legami delle operazioni del cambio formato della riempitrice e dell’aggraffatrice.

Una volta effettuati i tre monitoraggi dei cambi formato si è passati alla stesura di un diagramma di Pert. Grazie a questo strumento - compilato con l’aiuto del tecnico di linea - si è notato che esistono due tipologie di sequenza di cambio per il monoblocco di riempimento che riguardano in modo particolare la sequenza di operazioni da effettuare sulla riempitrice a seconda che si passi da un formato SLEEK a un formato CLASSIC o viceversa.

¹⁸⁰ Acronimo di “Project Evaluation and Review Technique”. Per semplicità nell’elaborato si utilizza l’espressione “Pert” invece che “P.E.R.T.”. Fonte: <https://www.productplan.com/glossary/pert-chart/>

In figura 8.10 e 8.11 sono rappresentati rispettivamente il diagramma di Pert del cambio formato da SLEEK a CLASSIC e quello opposto da CLASSIC a SLEEK con i relativi legami di dipendenza delle attività di cambio formato.

Cambio formato da SLEEK a CLASSIC												
Attività	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
Legame	/	/	A ₂	A ₃	A ₁ , A ₄	A ₅	/	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
Tempo stimato	12	4	20	2	28	6	22	16	14	9	3	5



Arresto linea e inizio CF Riempitrice

- A₁ = Regolazione mezzelune di presa lattine [12']
- A₂ = Approvvigionamento pezzi [4']
- A₃ = Sostituzione pezzi meccanici [20']
- A₄ = Regolazioni sponde ingresso lattine [2']
- A₅ = Aggancio / staffe piantoni e sostituzione blocchetti [28']
- A₆ = Regolazione sponde in uscita riempitrice / ingresso aggraffatrice [6']

Fine CF riempitrice

Inizio CF Aggraffatrice

- A₇ = Svitamento viti e rimozione mozzo centrale, guide, stelle e controstelle [22']
- A₈ = Sostituzione stella coperchi [16']
- A₉ = Montaggio dei nuovi pezzi [14']
- A₁₀ = Rifasamento catena di trasmissione [9']
- A₁₁ = Abbassamento / innalzamento della testata [3']
- A₁₂ = Avvitamento viti a brugola dei piantoni e abbassamento / innalzamento frangibolla [5']

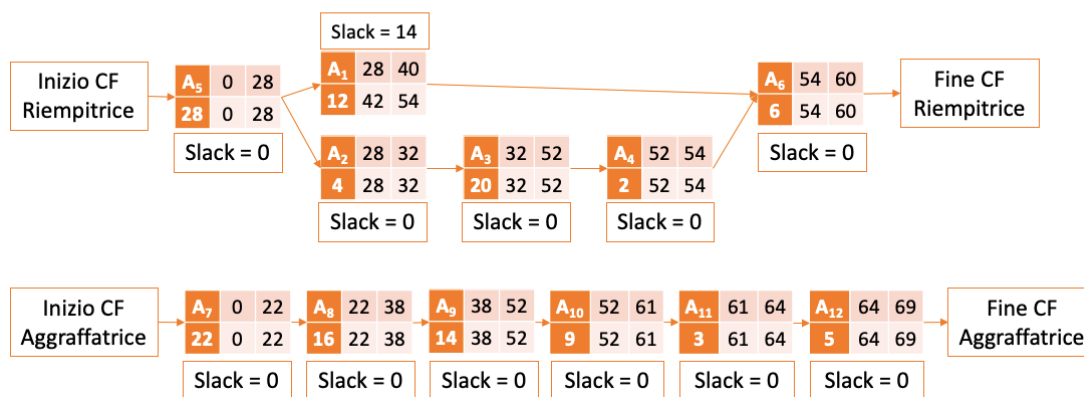
Fine CF Aggraffatrice

Fig. 8.10 - Pert Chart da formato SLEEK a CLASSIC del monoblocco di riempimento della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Cambio formato da CLASSIC a SLEEK												
Attività	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
Legame	A ₅	A ₅	A ₂	A ₃	/	A ₁ , A ₄	/	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
Tempo stimato	12	4	20	2	28	6	22	16	14	9	3	5

Cambio formato da CLASSIC a SLEEK



Arresto linea e inizio CF Riempitrice

- A₅ = Aggancio / staffe piantoni e sostituzione blocchetti [28']
- A₁ = Regolazione mezzelune di presa lattine [12']
- A₂ = Approvvigionamento pezzi [4']
- A₃ = Sostituzione pezzi meccanici [20']
- A₄ = Regolazioni sponde ingresso lattine [2']
- A₆ = Regolazione sponde in uscita riempitrice / ingresso aggraffatrice [6']

Fine CF riempitrice

Inizio CF Aggraffatrice

- A₇ = Svitamento viti e rimozione mozzo centrale, guide, stelle e controstelle [22']
- A₈ = Sostituzione stella coperchi [16']
- A₉ = Montaggio dei nuovi pezzi [14']
- A₁₀ = Rifasamento catena di trasmissione [9']
- A₁₁ = Abbassamento / innalzamento della testata [3']
- A₁₂ = Avvitamento viti a brugola dei piantoni e abbassamento / innalzamento frangibolla [5']

Fine CF Aggraffatrice

Fig. 8.11 - Pert Chart da formato CLASSIC a SLEEK del monoblocco di riempimento della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Come si può notare dalle immagini 8.10 e 8.11, per ognuna delle due tipologie di cambio si è costruita in partenza una tabella dove sono riportate tutte le attività da eseguire su entrambi i macchinari (A₁, A₂, A₃, etc...), il legame con le altre attività (se compare il simbolo "/" significa che l'attività è slegata dalle altre) e il tempo stimato per il completamento di questa attività.

Nei diagrammi di Pert sotto le tabelle, si sono riportati i dati scritti nelle tabelle come punto di partenza per il calcolo del percorso critico delle attività del cambio formato del monoblocco di riempimento. In particolare, in ognuna delle due figure 8.10 e 8.11 è stato scisso il diagramma di

Pert in due parti: la parte superiore del diagramma riguarda il cambio della riempitrice (contrassegnata dalla voce “Inizio CF Riempitrice”) mentre la parte inferiore riguarda il cambio dell’aggraffatrice riempitrice (contrassegnata dalla voce “Inizio CF Aggraffatrice”). La scissione è stata fatta per un fattore puramente di forma e di spazio: nella realtà le operazioni di cambio formato della riempitrice e dell’aggraffatrice non possono mai essere svolte in parallelo visto che il monoblocco è trainato da un motore unico. Il percorso critico individuato dal diagramma di Pert è quello dove le attività hanno slittamento (“slack”) nullo.

La riempitrice è l’unica della due macchine che macroscopicamente presenta delle attività da svolgere in parallelo, nel caso ci fosse la disponibilità di un secondo operatore. Infatti, il percorso delle attività di cambio formato dell’aggraffatrice è deciso e univoco in tutti e due i casi (sia nel cambio da SLEEK a CLASSIC, sia in quello opposto, visto che la sequenza di operazioni è la medesima). Per l’aggraffatrice, il percorso critico è unico in quanto tutte le attività successive hanno un legame con quelle precedenti.

L’ottenimento dello slittamento per ogni attività è stato eseguito a partire dalle regole di composizione del diagramma di Pert¹⁸¹. Il diagramma si compone prima da sinistra verso destra e poi da destra verso sinistra.

Si costruiscono delle piccole tabelle (come la tabella 8.6) dove figurano:

- Sulla prima colonna l’attività (A_i) e la durata dell’attività (t);
- Sulla prima riga il primo tempo di inizio (ES, “Earliest Start”) e il primo tempo di fine (EF, “Earliest Finish”), cioè il primo tempo in cui ogni attività può avere rispettivamente inizio e fine. In genere, $EF = ES + t$;
- Sulla seconda riga l’ultimo tempo di inizio (LS, “Latest Start”) e l’ultimo tempo di fine (LF, “Latest Finish”), cioè il l’ultimo tempo in cui ogni attività può avere rispettivamente inizio e fine. In genere, $LS = LF - t$.

Tab. 8.6 – Tabella di compilazione delle voci del diagramma di Pert.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

A_i	ES	EF
t	LS	LF

Nella prima fase si riportano semplicemente le attività (A_i) e i relativi tempi stimati (t) dalla tabella precedente.

In seguito, si procede scrivendo i tempi minimi di accadimento (ES e EF) a partire dal punto di origine (“Inizio CF Riempitrice”, per esempio, se consideriamo la parte superiore del diagramma di Pert in figura 8.10). Partendo dall’inizio non ho nessuna attività già avviata quindi $ES = 0'$ e $EF = ES + t$. Quindi se A_2 ha $t = 4'$ troverò $ES_2 = 0'$ e $EF_2 = 0' + 4' = 4'$. L’attività collegata ad A_2 è A_3 . Qui ES coinciderà con EF dell’attività precedente, quindi se A_3 ha $t = 20'$, troverò $ES_3 = 4'$ e $EF_3 = 4' + 20' = 24'$. Si procede così fino al punto di estrema destra (“Fine CF Riempitrice”). Va tenuto in considerazione il fatto che nei punti di confluenza si riporta come tempo ES_{i+1} il maggiore tra i due EF_i precedenti. Nel caso in questione, per esempio, si nota che A_1 e A_4

¹⁸¹ Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., 2011, *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell’industria e del terziario con applicazioni numeriche e progettuali*, Esculapio, Bologna.

confluiscono entrambi su A_5 , quindi, visto che $EF_1 = 12'$ e $EF_4 = 26'$ si riporta $ES_5 = EF_4 = 26'$ che è il tempo maggiore.

Nella seconda fase si procede scrivendo i tempi massimi di accadimento (LS e LF) a partire dal punto di estrema destra (nel nostro caso “Fine CF Riempitrice”). Partendo da destra si sceglie come LF l’EF calcolato in precedenza e si calcola $LS = LF - t$, quindi nel caso in esame $LF_6 = EF_6 = 60'$ e $LS_6 = 60' - 6' = 54'$. Si procede a ritroso verso l’origine.

Infine, per ogni attività si calcola lo slittamento (S, “slack”) come $S_{A_i} = EF_i - LF_i = ES_i - LS_i$.

Il percorso critico è contrassegnato dalle attività a slittamento nullo. Questo significa che le attività che rientrano nel percorso critico sono le attività “critiche” che vanno monitorate bene e che non devono tardare in nessun modo, pena l’allungamento del cambio formato. Viceversa, le attività “non critiche” sono quelle sui rami del/i percorso/i non critico/i e possono tardare fino ad un tempo pari allo slittamento.

Nel caso in esame per il cambio formato della riempitrice nella prima tipologia (da SLEEK a CLASSIC) il percorso critico è: A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 . Il massimo tempo di ritardo dell’attività A_1 è 12 minuti. Come accennato in precedenza, il percorso critico per l’aggraffatrice è univoco ed è dato dalla successione: $A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}$.

Questo strumento è stato di fondamentale importanza per stilare non una bensì due check-list di cambio formato del monoblocco di riempimento a seconda che si passi da un formato SLEEK a uno CLASSIC o viceversa da un formato CLASSIC ad uno SLEEK. Le check-list suddivise in cambio formato della riempitrice e cambio formato dell’aggraffatrice saranno presentate nel capitolo successivo.

8.8. Costificazione del cambio formato (situazione AS-IS)

Con riferimento al primo dei tre cambi formato visionati (cambio formato “lungo” da più di 300” dalla classe SMED “102S” alla classe SMED “65LP”) si è deciso di calcolare una stima dei costi della tipologia di cambio formato appena menzionata, prima dell’attivazione del progetto SMED. Questo paragrafo intende eseguire questa analisi in modo da poter operare un confronto con una costificazione del/i cambio/i formato ottimizzato/i presentato/i al capitolo successivo.

L’obiettivo è quello di quantificare il miglioramento che si otterrà a partire dalle modifiche tecniche e organizzative apportate alla linea, in particolare nei confronti del monoblocco di riempimento.

Se oltre alle migliorie di carattere organizzativo, dovessero rientrare nel progetto anche delle modifiche tecniche riguardanti l’acquisto di utensili, attrezzature o macchinari si procederà nel capitolo seguente ad un eventuale calcolo di Payback Period semplice¹⁸². Conoscere il valore del

¹⁸² Il Pay Back Period (abbreviato PBP) semplice è un indice utilizzato in finanza aziendale per quantificare un investimento effettuato attraverso il numero di anni necessari per recuperare ciò che si è speso mediante il flusso finanziario netto generato. Se il periodo di recupero calcolato è inferiore a quello previsto e deciso dall’azienda, allora l’investimento può essere intrapreso. Fonte: <https://www.investopedia.com/terms/p/paybackperiod.asp>

costo del cambio formato della situazione AS-IS da valore alle operazioni di miglioramento che verranno trattate al capitolo successivo.

Nella procedura di costificazione del cambio formato esistono principalmente due tipologie di costi valutabili: i costi tangibili e quelli intangibili. La prima categoria riguarda quei costi che si possono individuare e quantificare agevolmente. Viceversa, i costi appartenenti alla seconda categoria, non sono misurabili o percepibili direttamente e per questo motivo non riescono a valorizzare al meglio le migliorie introdotte con il progetto SMED; tuttavia, essi portano degli indubbi benefici - seppur “latenti” - per il cambio formato. I costi non tangibili, quindi, sono da intendersi come dei “vantaggi” ottenuti dal miglioramento del cambio formato (e non dei veri e propri costi) che indirettamente si ripercuotono sulla prima categoria di costi.

Per quanto riguarda i costi tangibili, rientrano in questa categoria:

- I costi del personale, ovvero i costi legati alle risorse umane (operatori, capi impianto, ispettori di qualità, etc...). Questa tipologia di costi tangibili ha la maggior incidenza sulla costificazione del cambio formato in quanto proietta il costo orario di ogni operatore – stimabile a 33 euro/ora – sui tempi di cambio formato globale (run-down + setup + run-up);
- I costi degli scarti e dello spreco di materiale, cioè tutti quei costi legati allo scarto o allo spreco di prodotto finito (bevanda, contenitore, coperchio, etichetta, film di avvolgimento imballo, regolazioni sbagliate, prove, etc...);
- I costi delle sanificazioni, ovvero i costi legati alle procedure di lavaggio del monoblocco di riempimento;
- I costi legati all’utilizzo di materiali vari, prodotti per la pulizia, etc... (in genere, questi costi sono trascurabili rispetto agli altri);
- I costi di ammortamento delle attrezzature e dei particolari utensili costosi;
- I costi energetici, cioè quelli legati all’energia elettrica consumata dall’impianto durante il tempo di cambio formato. Ovviamente questi costi sono limitati rispetto al periodo in cui la linea è in fase di produzione ma è bene farli rientrare comunque nella costificazione per avere un’idea dei consumi, soprattutto se la linea rimane molto tempo ferma come nel caso della linea 39;
- Infine, i costi della mancata produzione, ovvero tutti quei costi che rappresentano una perdita di fatturato per l’azienda durante il tempo in cui la linea rimane ferma. Questa categoria di costi è la più importante di tutte perché quantifica la perdita potenziale per l’azienda nei confronti delle richieste del mercato. Ora, questa voce verrà calcolata vista la sua importanza appena descritta, tuttavia non costituisce un problema grave per l’azienda in quanto la mancata produzione nell’arco di tempo del cambio formato è “tamponata” dalle scorte stoccate nel magazzino automatico. Nonostante questa caratteristica, l’obiettivo dell’azienda è quello di ridurre questa categoria di costi in modo da poter stoccare come scorte un minor numero di prodotti finiti con tutti i benefici che ne derivano e che sono stati ampiamente trattati nel primo capitolo dell’elaborato in riferimento alla Lean production.

Per quanto riguarda i principali costi intangibili (considerati come vantaggi dell’ottimizzazione), si ricordano:

- I vantaggi produttivi che sono legati ad una maggior rapidità di risposta al cliente e in generale al mercato a partire da un cambio formato più rapido ed efficiente;
- I vantaggi produttivi legati alla possibilità di ampliare la gamma di prodotti finiti processabili dalla linea in modo da venire incontro ad un maggior numero di richieste del mercato;

- I vantaggi produttivi e psicologici derivanti dal minor affaticamento degli operatori che utilizzano procedure opportunamente studiate in modo da semplificare e snellire le operazioni che devono essere eseguite;
- I vantaggi produttivi e organizzativi legati ad una miglior uniformità del processo produttivo grazie alla standardizzazione delle operazioni introdotte;
- I vantaggi legati all'incremento del know-how aziendale per lo sviluppo di progetti SMED riproponibili in forma simile anche su altre linee dello stabilimento.

Di seguito, verrà presentata la costificazione del primo cambio formato monitorato in linea da tutta la squadra (cambio del 25/05/21, dalla classe SMED "102S" alla classe SMED "65LP"). Essa riguarda interamente la prima categoria di costi, in quanto chiaramente quantificabili.

Di fatto, la differenza nella costificazione del prima rispetto al dopo, si otterrà principalmente dai tempi di cambio formato migliorati del monoblocco di riempimento. Questa considerazione è positiva per il progetto SMED: l'operazione di cambio formato completo del monoblocco di riempimento è quella che definisce di fatto la terza tipologia di cambio (cambio formato "lungo" da più di 300') che può essere confrontabile facilmente con altri cambi formato della stessa tipologia.

Questo significa che il confronto tra la situazione AS-IS e quella migliorata con il progetto SMED non deve per forza essere condotta aspettando un altro cambio formato identico a quello monitorato dalla classe SMED "102S" alla classe SMED "65LP"). Sarà possibile osservare un cambio formato "lungo" da più di 300' in cui si ha la sicurezza assoluta che ci sarà il cambio totale del monoblocco di riempimento, e su quei tempi registrati si condurrà il paragone. Quest'osservazione semplifica notevolmente le cose e consente di avere una rosa di cambi formato molto più ampia per monitorare i miglioramenti che si andranno a proporre. Infatti, dall'analisi preliminare condotta al capitolo 6 si era osservata una frequenza annuale pari a 23 per questa tipologia di cambio formato "lungo" sia nel 2019, sia nel 2020, quindi ci sarà un'elevata probabilità di trovare dei cambi formato di questa tipologia nell'anno 2021.

Il monitoraggio del primo cambio formato aveva riportato un tempo del monoblocco di riempimento pari a $72' + 69' = 141'$ registrati (poi stimati teoricamente a $80'+80' = 160'$, che è il dato che è stato inserito nelle matrici SMED teoriche dei tempi di cambio formato). Questi risultati ottenuti dovranno necessariamente subire una contrazione per dare valore alle migliorie introdotte dal progetto SMED.

Come già anticipato non è stato possibile intervenire sui tempi di sanificazione imposti a priori, motivo per cui non ci sarà un saving legato ai costi delle sanificazioni. Inoltre, non sono state registrate anomalie degne di nota nella fase di run-down e in quella di ripartenza della linea, motivo per cui il saving temporale è ricavabile solo dal cambio fisico del monoblocco di riempimento. Eventuali regolazioni impiegate dagli operatori sono state giudicate standard come da programma e la linea è ripartita a regime con la produzione del nuovo lotto nei tempi preventivati.

Per la costificazione del cambio formato si è creato un file Excel dove inserire le voci dei costi tangibili descritte in precedenza. Di seguito si presenta un estratto di questo file che riassume la costificazione del cambio formato monitorato in linea il 25/05/21 riportando i costi stimati con buon grado di approssimazione.

Per quanto riguarda i costi del personale, in figura 8.12 vengono riportati i costi durante le fasi di setup (componente di costo maggiore), di run-down e di run-up.

Voce di costo	N° risorse impiegate	Tempo impiegato nel setup [ore]	Costo standard [€/ora]	TOTALE [€/cambio]
COSTO DEL LAVORO DURANTE IL SETUP				
<i>Operatori direttamente impiegati nel setup</i>	5	6,10	33	1006,50
<i>Personale non direttamente impiegato (es. ispettori qualità, ...)</i>	0	0	35	0
Voce di costo	N° risorse impiegate	Tempo impiegato nel Run-Down [ore]	Efficienza media linea durante il Run-Down [%]	TOTALE [€/cambio]
COSTO DEL LAVORO DURANTE IL RUN-DOWN				
<i>Tempo run-down</i>	5	0,05	75	2,06
Voce di costo	N° risorse impiegate	Tempo impiegato nella ripartenza* [ore]	Efficienza media linea durante la ripartenza [%]	TOTALE [€/cambio]
COSTO DEL LAVORO DURANTE LA RIPARTENZA				
<i>Tempo run-up</i>	5	0,22	50	17,88

Fig. 8.12 – Costi del personale del cambio monitorato.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Queste tre tipologie di costo sono state ottenute considerando il numero di operatori coinvolti, il tempo di cambio formato registrato (convertito da minuti registrati ad ore) e il costo orario degli operatori stimato a 33 euro/ora. Non essendoci stati ispettori di qualità o altro tipo di personale indirettamente impiegato nel monitoraggio il loro contributo per quanto riguarda i costi è stato reputato nullo.

Analizzando i costi degli scarti e dello spreco di materiale, si è fatto riferimento per semplicità, ai soli prodotti finiti (intesi come singole lattine) scartati dallo spintore del controllo qualità in uscita aggraffatrice in fase di run-up della linea a seguito del setup fisico. Il costo totale dei prodotti scartati è poco superiore al centinaio di euro. Il risultato è stato ottenuto considerando il numero di lattine scartate dallo spintore moltiplicato per il costo unitario del prodotto scartato comprensivo di bevanda e di contenitore. Per questioni legate alla privacy dei dati e al segreto professionale dell'azienda non è stato possibile riportare l'estratto della tabella con i dati di queste due voci ma solo il costo finale dei prodotti scartati. Si sono trascurati tutti gli altri materiali di spreco a monte e a valle del monoblocco di riempimento in quanto giudicati di minore entità rispetto a quelli appena citati.

Per quanto riguarda i costi delle sanificazioni (visibili in figura 8.13), in questo caso il contributo è più rilevante rispetto ai cambi formato di altre linee, in quanto la linea 39 effettua numerosi cicli di sanificazione, come si è avuto modo di scoprire in questo elaborato.

Voce di costo	Costo Diverflow DS per CIP I [€]	Costo P3 TOPAX 66 per COP [€]	Costo del lavaggio in quel CF [€/cambio]
SANIFICAZIONI			
<i>Lavaggi CIP-COP (Consumo chemicals, ...)</i>	26,4	50,4	76,8
	0,88 [€/kg] (in taniche da 20 litri)	1,68 [€/kg] (in taniche da 20 litri)	

Fig. 8.13 – Costi delle sanificazioni del cambio monitorato.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Nel caso in esame sono stati considerati il costo del sanificante CIP alcalino e quello del detergente COP. È da considerare il fatto che il sanificante CIP utilizzato per il lavaggio interno delle tubature viene parzialmente recuperato. In questa categoria rientrerebbero anche i costi relativi ai risciacqui con acqua dei due macchinari prima e dopo il setup ma per l'azienda questi costi sono trascurabili.

I costi legati all'utilizzo di materiali vari, prodotti per la pulizia, etc... e quelli relativi agli ammortamenti per i macchinari della linea 39 sono visibili in figura 8.14.

Voce di costo	Costo dei materiali di consumo in quel CF [€/cambio]	
MATERIALI VARI		
Materiali di consumo (panni, detersivi, ...)	5	(giudicato trascurabile come costo)
Voce di costo	[€/cambio]	
COSTO DELLE ATTREZZATURE UTILIZZATE		
Ammortamento materiali, carrelli, utensili, ...	0	La linea è vecchia, quindi tutti i macchinari e gli strumenti utilizzati sono da considerare come ammortati

Fig. 8.14 – Costi legati all'utilizzo di materiali, ammortamenti, etc... del cambio monitorato.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Come si nota dall'immagine i primi impiegano un costo modesto (inferiore ai 5 euro) mentre i secondi non sono stati presi in considerazione perché i macchinari presenti nella linea sono alquanto datati.

Una voce di costo di maggior rilievo, è invece quella dell'energia elettrica impiegata durante il cambio formato (costi evidenziati in figura 8.15).

Voce di costo	Consumo medio kWh durante il CF con dettaglio 1 minuto [kWh]	Consumo medio kWh durante il Run-Down con dettaglio 1 minuto [kWh]	Consumo medio kWh durante la ripartenza con dettaglio 1 minuto [kWh]	Costo energia elettrica anno 2021 [€/kWh]	TOTALE [€/cambio]
COSTO ENERGETICO DURANTE IL CF					
Elettricità	1,5	0,76	0,99	0,2154	121,52

Fig. 8.15 – Costi energetici del cambio monitorato.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Questa categoria di costi è stata calcolata considerando il costo per KWh dell'energia elettrica nell'anno 2021 e il consumo medio durante le tre fasi di cambio formato (run-down, setup e run-up).

La prima voce si è ottenuta facilmente dai responsabili che monitorano i consumi energetici dell'azienda; per la seconda voce, si è dovuti ricorrere ad un software dell'azienda che registra di continuo i consumi delle linee di produzione riportandoli in un file Excel (con dettaglio del minuto) insieme ad un grafico di riepilogo. In figura 8.16 è rappresentato il diagramma di carico del cambio formato monitorato.

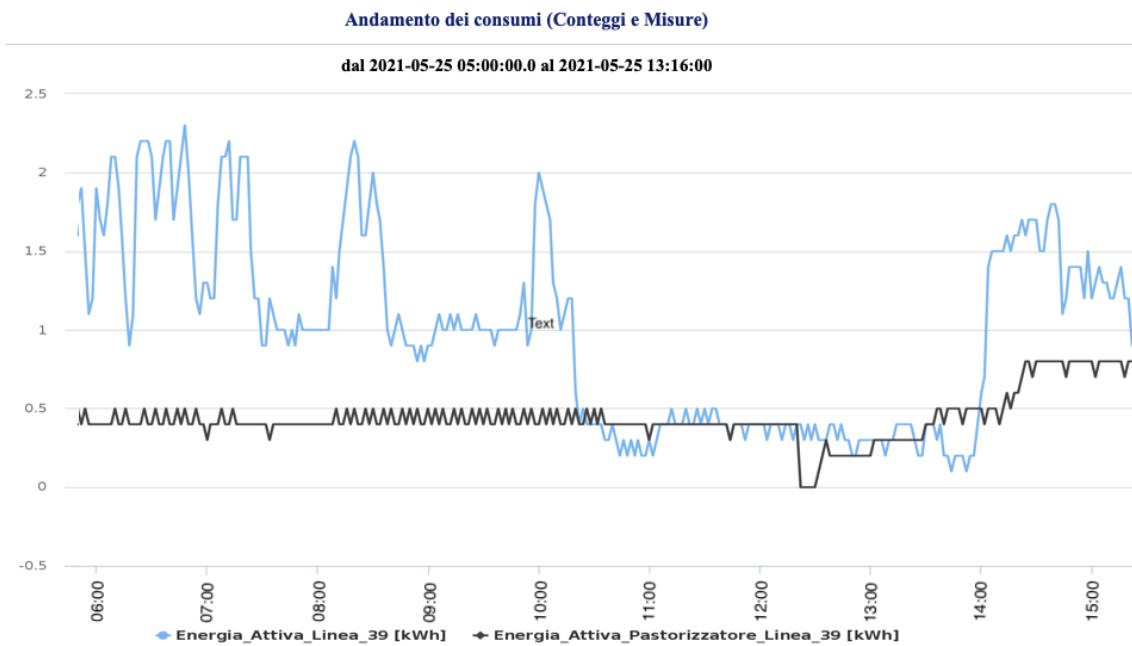


Fig. 8.16 – Diagramma di carico della linea 39 riferito al cambio monitorato.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Dal diagramma si notano due curve dei consumi energetici: quella blu – con andamento molto altalenante - è relativa a tutti i macchinari della linea 39, escluso il pastorizzatore; quella nera – con andamento molto più regolare e costante - rappresenta il consumo del solo pastorizzatore. I risultati dei consumi della linea 39 vengono calcolati come somma dei contributi delle due curve evidenziate e sono riassunti numericamente da una tabella (nella tabella 8.7 è riportato un estratto) con i dati energetici registrati in KWh per ogni minuto e con il dettaglio del minuto.

Tab. 8.7 – Estratto della tabella riassuntiva dei consumi della linea 39 riferito al cambio monitorato.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

		Energia_Attiva_Linea_39	Energia_Attiva_Pastorizzatore_Linea_39
		kWh	kWh
25/05/2021	07:00	1,60	0,40
25/05/2021	07:01	1,80	0,40
25/05/2021	07:02	1,80	0,40
25/05/2021	07:03	1,90	0,40
25/05/2021	07:04	1,70	0,50
25/05/2021	07:05	1,80	0,40
25/05/2021	07:06	1,80	0,40
25/05/2021	07:07	1,70	0,40
25/05/2021	07:08	1,90	0,50
25/05/2021	07:09	1,80	0,40
25/05/2021	07:10	1,70	0,40
25/05/2021	07:11	1,90	0,50
25/05/2021	07:12	1,70	0,40
25/05/2021	07:13	1,70	0,40
25/05/2021	07:14	1,80	0,40
25/05/2021	07:15	1,70	0,50
25/05/2021	07:16	1,80	0,40
25/05/2021	07:17	1,80	0,40

Per esempio, guardando la prima riga della tabella, si nota che dalle 7.00 alle 7.01, la linea complessivamente ha consumato $1,6 + 0,4 = 2$ KWh. Per ottenere il costo totale di cambio formato si sono sommati algebricamente i risultati del report Excel di ogni minuto per tutti i minuti di cambio formato, sia della linea 39, sia del pastorizzatore.

In seguito si è calcolato il consumo medio al minuto di ognuna delle tre fasi di cambio formato (1,5 KWh, 0,76 KWh e 0,99 KWh) che è stato riportato in figura 8.15. Si è voluto inserire questa informazione per rendere l'idea del consumo di KWh al minuto dell'impianto durante il run-down, il setup e il run-up. Grazie a questa osservazione, si è notato che il valore del consumo medio di energia (al minuto) durante il setup è pari a 1,5 KWh al minuto, valore non così distante da quello della fase di run-up della linea pari a 0,99 KWh al minuto. È strano che la linea consumi più energia in fase di cambio formato che in fase di ripartenza. La risposta, però, si percepisce anche dal grafico di carico di figura 8.16: nella totalità dei cambi formato "lunghi" da più di 300' la linea 39 risulta spezzata a metà avendo la prima parte ferma per il setup e la seconda ancora in produzione del lotto precedente. I consumi, quindi, risultano elevati perché metà della linea è ancora in fase produzione e consuma molta energia elettrica. Quando lo svuotamento della linea¹⁸³ termina, la curva dei consumi della linea tende al valore minimo di 0,4-0,5 KWh al minuto.

Complessivamente, contemplando le voci di costo appena elencate, il cambio formato monitorato è costato 1351,61 euro. Tenendo conto che nel 2019 e nel 2020 sono stati eseguiti 23 cambi formato "lunghi" da più di 300' di questa tipologia, annualmente si può stimare un costo superiore

¹⁸³ Con "tempo di svuotamento della linea" si intende il tempo calcolato da quando l'ultima lattina esce dalla riempitrice a quando l'ultima lattina esce dal palettizzatore che nel caso particolare della linea 39 è stimato a 90 minuti.

ai 30 000 euro. I risultati sono riportati in figura 8.17 dove è stato rappresentato anche un aerogramma di ripartizione dei costi tangibili percentuali del cambio formato monitorato.

Voce di costo	COSTO TOTALE CF [€/cambio]	N° CF "lunghi" da più di 300' [cambi/anno]	COSTO ANNUO TOTALE CF [€/anno]
Sintesi	<u>1351,61</u>	23	<u>31086,92</u>

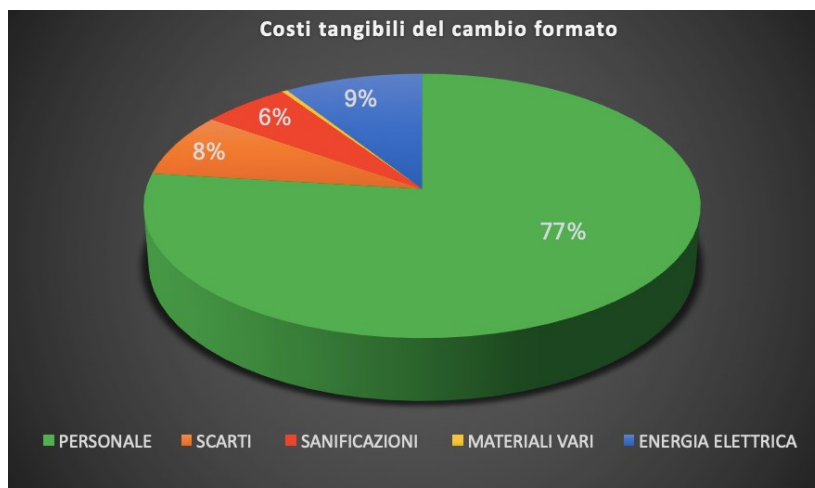


Fig. 8.17 – Costi tangibili totali del cambio monitorato (esclusa mancata produzione).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Come era stato previsto, la voce di costo che partecipa con il maggior peso alla costificazione del cambio formato è quella legata al costo del personale (77%) seguita da tutte le altre voci di costi tangibili (da notare che la seconda voce con maggior peso è inferiore al 10% ed è rappresentata dai costi energetici). Tra tutte queste categorie di costo, il progetto SMED si pone l'obiettivo di ridurre le prime due (costo del personale e costi energetici) mediante la riduzione del tempo di cambio formato. Gli altri costi considerati non sono riducibili direttamente con l'implementazione del progetto SMED che verrà presentato in dettaglio al capitolo seguente.

Come anticipato in precedenza, si è voluto calcolare anche il costo di mancata produzione. Questa voce di costo (non riportata sempre per motivi legati alla tutela dei dati aziendali) è stata calcolata considerando un valore medio del margine di contribuzione per ogni lattina prodotta, la velocità nominale della linea e l'efficienza media della linea. Questi dati sono quelli con il minor livello di dettaglio in quanto la linea non presenta né una velocità oraria costante, né tantomeno un'efficienza costante. Il risultato della potenziale perdita è tuttavia plausibile ma come già anticipato in precedenza non verrà considerato nell'ottimizzazione in quanto il magazzino automatico asservito da trasloelevatori è in grado di compensare alla mancata produzione nel tempo di cambio formato.

A fronte di un tempo di cambio formato complessivo pari a 382' si è stimata una perdita di fatturato molto al di sopra del valore degli altri costi tangibili calcolati e presentati in figura 8.17. Questo fa intendere l'importanza che ha la linea 39 per lo stabilimento veneziano. In caso di rottura di stock senza una scorta di prodotto finito a magazzino, la perdita per l'azienda in un tempo pari ad un cambio formato che include la sostituzione dei pezzi del monoblocco di riempimento sarebbe assai elevata. Un motivo in più per continuare a implementare delle soluzioni rapide di cambio formato su questa linea che potenzialmente potrebbe portare a perdite di profitto elevatissime durante il periodo di stagionalità dell'azienda.

9. AZIONI CORRETTIVE E RISULTATI OTTENUTI

Questo penultimo capitolo è direttamente collegato al precedente e insieme ad esso costituisce il fulcro dell'intero elaborato. In questa sezione si riportano le azioni di miglioramento implementate a seguito dell'attivazione del progetto SMED della linea 39 sulla base anche dello sviluppo di un ciclo OPDCA. L'obiettivo finale è quello di verificare i risultati ottenuti operando dei confronti tra la/e situazione migliorata/e rispetto a quella di partenza. Di seguito si fa riferimento alle miglorie che sono state introdotte e che attualmente (gennaio 2022) sono in uso nello stabilimento di Scorzè. Eventuali altri progetti di continuazione del progetto SMED intrapreso sono trattati separatamente nel capitolo successivo che chiude l'elaborato.

9.1. Piano di interventi da eseguire in linea 39: fase di esecuzione del ciclo OPDCA

Come previsto, il cambio formato del monoblocco di riempimento si è confermato l'operazione "collo di bottiglia" dell'intero processo di cambio formato. Per questo motivo, il progetto di ottimizzazione SMED è stato dedicato quasi interamente al monoblocco, cercando di implementare il cambio fisico dei pezzi della riempitrice e dell'aggraffatrice sia a livello organizzativo, sia a livello tecnico. Durante un riesame dei filmati si sono colti dei buoni margini di miglioramento, soprattutto a livello di organizzazione del personale durante la procedura di setup. Per quanto riguarda la parte di cambio formato relativo ai lavaggi/sanificazioni del monoblocco, invece, si è deciso di non intervenire per le stesse considerazioni descritte nel paragrafo 8.2.1 del capitolo precedente, trattandosi di fatto di una procedura di cambio gusto.

A seguito di una riunione con tutti i membri dei team, si è deciso di implementare il cambio formato con delle procedure di semplificazione, snellimento e standardizzazione come segue:

- Eseguire un aggiornamento con un maggior dettaglio delle voci dei tempi di cambio formato della matrice SMED della linea 39 in collaborazione con gli operatori e con il tecnico di linea, allo scopo di presentare un modello di stima dei cambi formato aggiornato e maggiormente aderente alla situazione reale in ottica di miglioramento continuo;
- Stabilire uno standard generale per il cambio formato dell'intera linea in modo chiaro e diretto per la tipologia di cambio formato "lungo" da più di 300' monitorata. Come conseguenza, valutare se è possibile estenderlo anche alle altre possibili combinazioni di cambio formato che la linea può operare (qui ci si riferisce a tutte le possibili combinazioni di classi SMED della linea e non solo alle tre tipologie di cambio formato descritte al paragrafo 8.3 del precedente capitolo);
- Stabilire uno standard per il cambio formato del monoblocco di riempimento nei due casi di maggior criticità, ovvero quello del cambio formato da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC e viceversa;
- Ridurre le distanze percorse dagli operatori e i tempi di approvvigionamento dei pezzi di cambio formato e degli utensili relativi al monoblocco di riempimento in ottica SMED;
- Migliorare la pulizia delle postazioni di lavoro in ambito 5S.

9.1.1. Standardizzazione del cambio formato: aggiornamento della matrice SMED

Da un'attenta analisi dei cambi formato monitorati, il Team SMED si è accorto di alcune imprecisioni caratterizzanti l'attuale matrice SMED dei tempi teorici della linea 39 (per facilitare la lettura, in figura 9.1 è riportato l'estratto della matrice della linea 39 che era già stato presentato al paragrafo 7.3.3).

FORMATO DI PARTENZA		FORMATO DI ARRIVO										CIP I		CIP G		CIP H		TOTALE	
Descrizione	Classe	Descrizione	Classe	Cambio gusto	Cambio lattina	Cambio formato da 330 SLEEK a vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 CLASSIC e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 CLASSIC e vicev.	Cambio formato da 330 CLASSIC a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 CLASSIC a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 SLEEK e vicev.	Cambio formato da 330 SLEEK a 250 SLEEK e vicev.	Della Temperatura Pastorizzatore	CIP I	CIP G	CIP H	TOTALE
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	M	M														170
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	M	M										X				50
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0.33L (SLEEK)	127GL	M	M														170
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, LIMPIDO)	102L	M	M														170
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	M	M														170
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANGIATA PEPSICO 0.33L (SLEEK)	127C3S	M	M														170
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	SEVEN UP 0.33 (SLEEK)	127C3L	M	M														170
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	68LP	M	M	X													470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	M	M	X													470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0.33L LATT.	41	M	M	X													470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANGIATA PEPSICO 0.33 (CLASSIC)	126C3S	M	M	X													470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0.33 (CLASSIC)	126GL	M	M	X													470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP	M	M	X													470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0.25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB	M	M	X													470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0.25L LATT.	40	M	M		X											X	450
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT.0.33L (SLEEK)	190	M	M		X											X	470
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ 0.33L (SLEEK)	191	M	M														170
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT.0.25L LATT. (SLEEK)	188	M	M								X						290
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ 0.25L LATT. (SLEEK)	189	M	M								X						290
THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	103LP	THE 0.33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	M	M														170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	X	M														25
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	X	M														25
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0.33L (SLEEK)	127GL	M	M														170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, LIMPIDO)	102L	M	M													X	150
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0.33L LATTINE SLEEK (GAS, SUCCO)	102S	M	M													X	150
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ARANGIATA PEPSICO 0.33L (SLEEK)	127C3S	M	M													X	170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	SEVEN UP 0.33 (SLEEK)	127C3L	M	M													X	150
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	68LP	M	M	X													300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	M	M	X													300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	BIBITE 0.33L LATT.	41	M	M	X													450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ARANGIATA PEPSICO 0.33 (CLASSIC)	126C3S	M	M	X												X	450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0.33 (CLASSIC)	126GL	M	M	X												X	450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP	M	M	X												X	300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	THE 0.25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB	M	M	X												X	300
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	PEPSI 0.25L LATT.	40	M	M		X												450
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA NAT.0.33L (SLEEK)	190	M	M													X	170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA FRIZZ 0.33L (SLEEK)	191	M	M														170
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA NAT.0.25L LATT. (SLEEK)	188	M	M									X					290
THE 0.33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	ACQUA FRIZZ 0.25L LATT. (SLEEK)	189	M	M									X					290

Fig. 9.1 – Estratto della matrice SMED della linea 39 con i tempi e le combinazioni dei cambi formato tra classi SMED.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Nel modello di matrice in uso (figura 9.1), dentro alla voce del cambio formato “lungo” da 300’ si sono fatte rientrare - oltre alle operazioni di cambio formato dei macchinari della linea - anche alcune sanificazioni non riportate (come la sanificazione COP della durata di 25’) e alcuni risciacqui preliminari relativi allo svuotamento e alla pulizia iniziale del monoblocco di riempimento prima di effettuare il cambio formato. Un discorso analogo si può fare per il cambio “corto” da 120’.

Per questo motivo, si è deciso di riscrivere le voci della matrice con maggior precisione con l’aiuto degli operatori e del tecnico di linea. L’obiettivo è quello di aggiornare la matrice esistente semplificando e particolareggiando le diverse operazioni che devono essere eseguite quando si esegue un cambio formato “lungo” da 300” o un cambio formato “corto” da 120’.

Questo disallineamento dei tempi si è notato anche nel primo cambio formato monitorato: il tempo di cambio del monoblocco di riempimento registrato in linea era stato di 141’ complessivi (stimato a 80’ + 80’ = 160’ come tempo teorico di cambio formato). Alla stima di 160’ si devono aggiungere il tempo della sanificazione COP (da 25’) e il cambio gusto (da 20’). In totale si otterrebbero 205’, tempo notevolmente inferiore ai 300’ che costituiscono lo standard attuale riportato nella matrice SMED dei tempi di cambio formato della situazione AS-IS. Questo il motivo principale che ha portato alla revisione della matrice insieme al tecnico di linea della linea 39.

Nell’aggiornamento della matrice SMED si sono inseriti anche i tempi relativi a dei cicli di sanificazione imposti dalle aziende in franchising o per conto-lavoro che non erano stati ancora riportati (alle sanificazioni CIP di tipo I, G e H sono state aggiunte le sanificazioni di tipo L, M e Fase N). In aggiunta, è stata modificata la voce “Cambio lattina” con la voce “CF Deimpilatore” per pura simmetria con le voci di cambio formato con le altre macchine ed è stato aumentato il suo tempo da 20’ a 25’ sulla base delle nuove stime dei tempi del tecnico di linea. È stata introdotta, infine, anche la voce relativa al cambio del gruppo di palettizzazione con un tempo stimato di 25’ di cambio formato. In aggiunta, sono stati stimati anche i tempi di cambio formato delle operazioni secondarie (legate al cambio di pezzi e alle regolazioni dei trasporti a nastro, ai ribaltini, agli asciugatori, etc...).

Il risultato di questa rielaborazione è presentato di seguito in figura 9.2 dove sono evidenziate in rosso le nuove voci delle operazioni di cambio formato inserite nella matrice con i relativi tempi.

Cambio gusto	CF Deimpilatore	CF Trasporti (soppalco riempitrice / aggraffatrice)	CF Trasporti (uscita aggraffatrice) + Asciugatori	Risciacquo monoblocco	CF Riempitrice (completo)	CF Riempitrice (corto)	CF Aggraffatrice (completo)					
20	25	60	20	10	80	30	80					
CF Aggraffatrice (corto)	Delta temperatura pastorizzatore e (30°-70°)	CF Confezionatrice	CF Trasporti (soppalco avvolgitrice) + Asciugatori	CF Palettizzatore	CIP I	CIP G	CIP H	CIP L	CIP M	Fase N	COP	Risciacquo finale
30	60	90	15	15	160	245	130	190	225	65	25	15

Fig. 9.2 – Rielaborazione delle nuove voci di cambio formato della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Alla pagina successiva (in figura 9.3) si riporta un estratto della matrice SMED revisionata relativa ai tempi teorici di cambio formato della linea 39. Il paragone con la vecchia matrice SMED dei tempi teorici di cambio formato (di figura 9.1) è evidente.

Di seguito si riportano e si descrivono brevemente le voci e i tempi di cambio formato della matrice (la sigla “CF” è l’abbreviazione di “Cambio formato”, la terminologia utilizzata è quella in uso in azienda e pertanto potrebbe presentare delle incongruenze lessicali o differire da tecnicismi tipici del settore industriale):

- Cambio gusto, da 20 minuti: è la voce che indica la procedura di sostituzione del prodotto bibita dal lotto precedente a quello successivo nelle tubature interne della riempitrice;
- CF Deimpilatore, da 25’: coincide con il cambio del primo macchinario della linea e di fatto rappresenta un cambio della lattina e delle guide del deimpilatore, sia in altezza, sia in larghezza;
- CF Trasporti (soppalco riempitrice / aggraffatrice), da 60’: è il cambio dei trasporti ad aria tra il deimpilatore e il monoblocco di riempimento che necessita di operazioni di avvvitamento/svitamento viti e bulloni e di regolazione sponde in altezza e in larghezza da svolgere manualmente;
- CF Trasporti (uscita aggraffatrice) + Asciugatori, da 20’: è il cambio dei trasporti a nastro e degli asciugatori in uscita aggraffatrice che necessita della regolazione in altezza e in larghezza delle sponde e dell’ispettrice anch’essi da svolgere manualmente;
- Risciacquo monoblocco, da 10’: si tratta di un’operazione di svuotamento dello sciroppo del lotto di prodotto precedente seguito da un rapido risciacquo della macchina;
- CF Riempitrice (completo), da 80’: si tratta del cambio formato completo della riempitrice che è stato ottimizzato nel progetto SMED. Questo tempo è comprensivo anche del tempo di risciacquo e scarico sciroppo iniziale. Inoltre, è stato scisso in un cambio “lungo” (questo che si sta descrivendo) e in un cambio “corto” (voce successiva) per ricordare che nei passaggi da SLEEK a SLEEK o da CLASSIC a CLASSIC non si cambia l’intero macchinario ma solo una parte per considerazioni fatte in precedenza sulle dimensioni delle lattine. Dopo gli interventi di miglioramento, questo tempo stimato sarà ridotto a 70’;
- CF Riempitrice (corto), da 30’: si tratta del cambio formato parziale della riempitrice dove si sostituiscono alcune componenti e si effettuano regolazioni solo in altezza visto che si passa tra classe appartenenti alla stessa tipologia di lattina (da SLEEK a SLEEK o da CLASSIC a CLASSIC);
- CF Aggraffatrice (completo), da 80’: si tratta del cambio formato completo della riempitrice che è stato ottimizzato nel progetto SMED. Questo tempo è comprensivo anche del tempo di risciacquo e scarico sciroppo iniziale. Analogamente alla riempitrice il cambio è stato scisso in un cambio “lungo” (questo menzionato) e in un cambio “corto” (voce successiva). Dopo gli interventi di miglioramento, questo tempo stimato sarà ridotto a 70’;
- CF Aggraffatrice (corto), da 30’: si tratta del cambio formato parziale della riempitrice dove si sostituiscono alcune componenti e si effettuano regolazioni solo in altezza visto che si passa tra classe appartenenti alla stessa tipologia di lattina (da SLEEK a SLEEK o da CLASSIC a CLASSIC);
- Sanificazione COP, da 25’: è un ciclo manuale di lavaggio con risciacquo finale dei pezzi della riempitrice e dell’aggraffatrice che sono stati manipolati durante il cambio formato che gli operatori sono tenuti ad effettuare con una lancia ad alta pressione con del detergente alcalino e con del sanificante ogni qualvolta un pezzo del monoblocco viene manipolato e sostituito;
- Sanificazione CIP I, da 160’: è un programma di sanificazione che prevede risciacquo, COP detergente, inserimento false lattine, CIP alcalino, risciacquo automatico, rimozione false lattine e controllo chimico ed organolettico;

- Sanificazione CIP G, da 245': è un programma di sanificazione che prevede risciacquo, COP detergente, CIP alcalino senza false lattine, risciacquo totale, invaso, scarico invaso, risciacquo completo e controllo chimico ed organolettico;
- Sanificazione CIP H, da 130': è un programma di sanificazione che prevede risciacquo, COP detergente, CIP alcalino senza false lattine, risciacquo automatico e controllo chimico ed organolettico;
- Sanificazione CIP L, da 190': è un programma di sanificazione che prevede pre-risciacquo, COP detergente, CIP alcalino con false lattine, risciacquo completo, COP disinfettante e controllo chimico ed organolettico;
- Sanificazione CIP M, da 225': è un programma di sanificazione che prevede COP detergente, CIP alcalino, risciacquo completo, invaso circuito acqua, scarico invaso, risciacquo completo e controllo chimico ed organolettico;
- Sanificazione Fase N, da 65': è un programma di sanificazione che prevede scarico invaso circuito bibita e risciacquo completo;
- Risciacquo finale, da 15': rappresenta un ciclo di risciacquo semplice del circuito bibita e del circuito acqua per pulire le tubature interne della riempitrice.
- Delta Temperatura Pastorizzatore (30° - 70°), da 60': questa voce rappresenta il tempo della variazione di temperatura all'interno del pastorizzatore dai 30° ai 70° (per bibite che richiedono la pastorizzazione) o viceversa dai 70° ai 30° per quelle che non la richiedono. Di fatto non è un cambio formato e la procedura avviene in automatico una volta che viene impostata a monitor;
- CF Trasporti (soppalco avvolgitrice) + Asciugatori, da 15': è il cambio dei trasporti a nastro e degli asciugatori in ingresso confezionatrice che necessita della regolazione in altezza e in larghezza delle sponde;
- CF Confezionatrice, da 90': è il cambio formato della macchina confezionatrice che produce gli imballi di prodotto finito. È prevista la regolazione in altezza e larghezza delle sponde nonché la sostituzione di alcuni elementi meccanici che contribuiscono a dividere i singoli prodotti a seconda del formato di imballo che si vuole ottenere;
- CF Palettizzatore, da 15': è il cambio formato dei due gruppi di palettizzazione che consiste in un cambio del programma di imballo e della regolazione manuale delle sponde;

La nuova matrice SMED revisionata dei tempi teorici di cambio formato appare ora molto più dettagliata e aderente alla realtà, costituendo un nuovo standard di cambio formato a livello generale di linea. Questa soluzione consentirà in futuro di andare più a fondo nell'analisi dei cambi formato che si vorranno studiare nella linea 39 in modo da ricercare con più precisione una possibile causa o una data criticità che si vorrà monitorare.

Con la modifica sostanziale della matrice, ora, guardando al primo cambio formato monitorato in linea 39 in data 25/05/21 dalla classe SMED "102S" alla classe SMED "65LP" (quello osservato e descritto al capitolo precedente), si è passati da una stima di 480' di cambio teorico ad una di 390' come evidenzia la figura 9.4 alla pagina successiva.

Il tempo effettivamente registrato in linea era stato di 366'. Quindi, con il modello di matrice appena presentato si nota che il cambio formato viene approssimato meglio rispetto a prima con un errore del 6,15%. È da tenere in considerazione anche il fatto che i 366' appena indicati costituiscono il tempo di setup registrato in linea; se si aggiungono i 3' di run-down e i 13' di run-up si raggiunge il risultato finale di 382' di effettivo cambio formato complessivo, con un errore di poco superiore al 2% rispetto alle stime teoriche. Un risultato più che soddisfacente rispetto alla precedente stima di 480' per lo stesso cambio formato.

FORMATO DI PARTENZA	FORMATO DI ARRIVO	Cambio gusto	CF Dempiatore	CF Trasporti (in uscita) (compilativa / aggraffatrice)	CF Trasporti (uscita aggraffatrice) + Asciugatori	Risciacquo monoblocco	CF Riempitrice (completo)	CF Riempitrice (sorte)	CF Aggraffatrice (completo)	CF Aggraffatrice (sorte)	Delta tempi (minuti) (30"/70")	CF Confezionatrice	CF Trasporti (in uscita) (compilativa) + Asciugatori	CF Polverizzatore	CIP 1	CIP C	CIP H	CIP L	CIP M	Fase N	COP	Risciacquo finale	TOTALE	
Descrizione	Descrizione																							
CLASSI	CLASSI																							
025	025																							
102S	102S																							
103LP	103LP																							
103SB	103SB																							
127GL	127GL																							
102L	102L																							
102S	102S																							
127GL	127GL																							
102S	102S																							
102L	102L																							
102S	102S																							
127GL	127GL																							
102S	102S																							
102L	102L																							
102S	102S																							
127GL	127GL																							
CLASSICO	CLASSICO																							
65LP	65LP																							

Fig. 9.4 – Tempo stimato con la nuova matrice SMED della linea 39 per il cambio formato da classe SMED “ 102S” a classe SMED “ 65LP” .
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Questo intervento apportato non è da considerare come un'implementazione del cambio formato perché di fatto si è solamente andati a stimare meglio il tempo dei cambi formato della linea 39 con un modello più preciso e dettagliato rispetto a quello precedente.

Il miglioramento indiretto che ne consegue però è dato dalla miglior aderenza della stima dei tempi di cambio formato che sarà utilizzata dall'ufficio di "Schedulazione della produzione" come riferimento per la programmazione della produzione e dall'ufficio di "Ingegneria di Manutenzione" come riscontro settimanale per il confronto dei tempi realmente registrati in linea nonché come base per le analisi future dei tempi di cambio formato per eventuali progetti SMED da attuare sulla linea.

Tuttavia, questo risultato raggiunto è solo un punto di partenza e non di arrivo. Consci del fatto che la matrice deve essere aggiornata con una frequenza almeno annuale, si è deciso di affiancare a questa matrice uno strumento equivalente ma che allo stesso tempo riuscisse anche a trasmettere al meglio la sequenza di svolgimento delle operazioni di ogni possibile combinazione di cambio formato eseguibile dalla linea 39. Si tratta dei diagrammi di Gantt.

9.1.2. Standardizzazione del cambio formato: introduzione dei diagrammi di Gantt

Sulla base dei nuovi dati raccolti con la stesura dell'aggiornamento delle matrici SMED dei tempi di cambio formato si sono poste le basi per implementare un nuovo metodo visivo di standardizzazione del cambio formato a livello generale di linea.

Si è pensato di utilizzare il diagramma di Gantt in quanto rappresenta uno strumento efficace nello stabilire un riferimento grafico semplice ed intuitivo per la successione delle operazioni da svolgere creando un colpo d'occhio notevole per una qualsiasi persona, anche non appartenente al gruppo di operatori della linea 39. I diagrammi di Gantt per la linea 39 sono stati sviluppati ricalcando le voci della matrice SMED di cambio formato. Di fatto rappresentano la forma grafica e visiva della matrice.

Con l'introduzione di questo strumento, ora, guardando al cambio formato monitorato in linea 39 in data 25/05/21 dalla classe SMED "102S" alla classe SMED "65LP", si è passati da una stima di 480' di cambio teorico ad una di 390' come visibile in figura 9.5. Valgono le stesse considerazioni fatte al paragrafo precedente visto che il diagramma è la trasposizione grafica della matrice SMED dei tempi di cambio formato, con il vantaggio di presentare le stesse informazioni in modo sequenziato e più chiaro.

La "risoluzione temporale" utilizzata nei diagrammi di Gantt è di 5 minuti: quindi il diagramma rappresenta bene le operazioni di cambio formato che hanno dei tempi multipli di 5. In genere, come tempi stimati si cerca sempre di far rientrare i numeri con questa regola proprio perché essi rappresentano una stima dei tempi di cambio formato. Per esempio, se un'operazione di cambio formato statisticamente è stata cronometrata e misurata con 23', la si arrotonda per eccesso a 25' in modo da poterla rappresentare agevolmente nel diagramma di Gantt. Questa approssimazione è lecita in quando il tempo inserito nel diagramma e nelle matrici è una stima. Operativamente ci

sarà un operatore che esegue il cambio formato in 19' così come potrebbe essercene uno che lo eseguirà in 25' o nel peggiore dei casi in un tempo anche maggiore ai 25' stimati.

Inoltre, si utilizza come standard visivo il colore giallo per delineare lo svolgimento di un'operazione con un solo operatore; in arancione si indica un'operazione di cambio formato eseguita con il supporto di uno o più operatori. Come si vede dal diagramma di Gantt in figura 9.5 a rappresentare il primo cambio formato monitorato in linea per l'attivazione del progetto SMED, non ci sono operazioni svolte in sincrono da più operatori, ognuno cambia la propria macchina. Il problema appare evidente sul monoblocco di riempimento (risciacqui + riempitrice + aggraffatrice + sanificazioni) dove tutti i 390' sono affidati ad un'unica persona: il capo impianto (Op. 1).

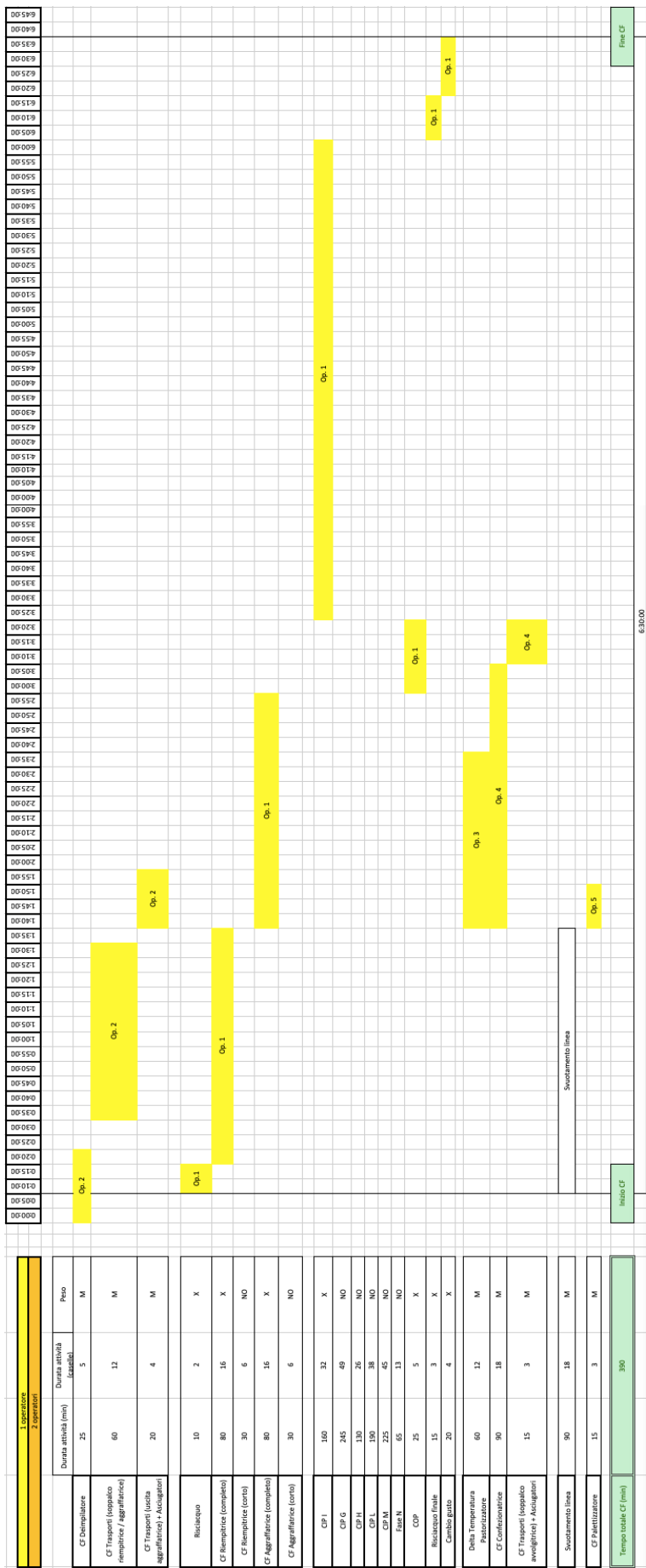


Fig. 9.5 – Gantt Chart L39 da classe SMED “ 102S” a classe SMED “ 65LP” (andamento reale da ‘ di setup).
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Lo scopo per cui sono stati pensati è sicuramente quello di standardizzare le diverse tipologie di cambio formato presenti in linea. In questo modo c'è un riferimento visivo oltre che matriciale, ben interpretabile da tutti.

Come conseguenza si è pensato di implementare questo strumento rendendolo usufruibile anche ai diretti interessati, ovvero gli operatori stessi della linea 39, nelle fasi di preparazione del cambio formato. Attualmente questa tipologia di miglioria non è stata introdotta, si rimanda al capitolo successivo la trattazione di questo argomento in quanto possibile intervento futuro da applicare su questa linea pilota per poi eventualmente estenderlo anche a tutte le altre linee dello stabilimento.

9.1.3. Standardizzazione del cambio formato: check-list del monoblocco di riempimento

Una volta monitorato il cambio formato e suddivise le attività in interne ed esterne è possibile riordinarle e standardizzarle in modo da comporre una check-list semplice, chiara e specifica per la macchina.

Per ottenere dei validi risultati che fossero utili agli operatori si sono dovuti osservare anche altri cambi formato della stessa tipologia di quello “lungo” da più di 300' in modo da avere una base di dati più consistente per poter catalogare e standardizzare la successione di operazioni.

Per il monoblocco di riempimento della linea 39 si sono sviluppate due check-list come strumento standard a cui fare riferimento per il cambio formato della macchina: una che riporta la procedura di cambio formato da SLEEK a CLASSIC e l'altra da CLASSIC a SLEEK. Queste procedure hanno valenza sia per i formati da 0,25L (cambio parziale del monoblocco ed esecuzione di alcune delle operazioni rappresentate nel diagramma di Pert presentati al paragrafo 8.7.4 del capitolo precedente), sia per quelli da 0,33L (cambio totale del monoblocco ed esecuzione di tutte le operazioni rappresentate nel diagramma di Pert presentati al paragrafo del 8.7.4 capitolo precedente).

Questo significa che gli operatori dovranno controllare la check-list e spuntare le voci che man mano eseguono: nel primo caso verranno spuntate alcune voci (cambio parziale del monoblocco), nel secondo caso tutte (cambio totale del monoblocco).

In figura 9.6 e 9.7 sono rappresentate le check-list del monoblocco di riempimento riferite ad un cambio da SLEEK a CLASSIC. In appendice B è presente anche la check-list degli stessi macchinari per un cambio opposto, da CLASSIC a SLEEK.

CHECK LIST CAMBIO FORMATO L39 (RIEMPITRICE + AGGRAFFATRICE)				
SLEEK → CLASSIC				
CAMBIO FORMATO	DA :		A:	
RIEMPITRICE			FATTO (spuntare)	NON NECESSARIO (spuntare)
PREPARAZIONE CARRELLO (da fare durante la produzione precedente)				
REGOLAZIONE MEZZELUNE PRESA LATTINE (da fare aprendo le porte n°5 e n°6 della riempitrice e girando la macchina in manuale per 8 volte con il jog: svitare e avvitare 4 viti per ognuna delle 8 mezzelune che tengono 12 porta lattine ciascuna)				
SOSTITUZIONE PEZZI MECCANICI (da fare aprendo le porte n°1 e n°2 della riempitrice: rimuovere la protezione in acciaio e sostituire in sequenza i pezzi coclea, blocco ingresso lattine con connettore, stella, controstella); poi montare i nuovi pezzi in sequenza opposta (controstella, stella, blocco ingresso lattine con connettore, coclea e protezione in acciaio)				
REGOLAZIONI SPONDE INGRESSO LATTINE (da fare aprendo le porte n°2 e n°3)				
AGGANCIAMENTO STAFFE DEI PIANTONI (x5) (da fare aprendo le porte n°11 e n°12 ed entrando fisicamente in macchina: svitare una vite per ogni staffa (5 in totale) aiutandosi con il martello gommato per allentarle)				
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x8) (da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)				
INNALZAMENTO RIEMPITRICE E RIMOZIONE BLOCCHETTI DI SUPPORTO (x3) (da fare aprendo le porte n°9, n°10, n°11, n°12, n°1 e n°2 ed entrando fisicamente in macchina)				
SOSTITUZIONE BLOCCHETTI DI SUPPORTO (x3) E ABBASSAMENTO DELLA RIEMPITRICE (utilizzare come riferimento il regolo altezza lattine della riempitrice)				
AVVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x8) (da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)				
SGANCIO STAFFE DEI PIANTONI (x5) (da fare aprendo le porte n°11 e n°12 ed entrando fisicamente in macchina: avvitare una vite per ogni staffa (5 in totale) aiutandosi con il martello gommato per stringerle)				
REGOLAZIONE SPONDE IN USCITA RIEMPITRICE / INGRESSO AGGRAFFATRICE (da fare aprendo le porte n°11, n°12, n°13 e n°14: svitare e poi avvitare 7 viti nella parte superiore della piastra e 11 viti nella parte inferiore, poi fare un check con lattina di prova)				
DATA:			ora inizio	ora fine
OPERATORE:				
OPERATORE:				
PREPARAZIONE CARRELLO RIEMPITRICE			FATTO (spuntare)	
COCLEA				
BLOCCO INGRESSO LATTINE CON CONNETTORE				
STELLA				
CONTROSTELLA				
N°3 BLOCCHETTI DI SUPPORTO				
REGOLO ALTEZZA LATTINE RIEMPITRICE				
MARTELLO GOMMATO				
CHIAVE DA 10, DA 13, DA 19 E DA 32				
CHIAVE A BRUGOLA DA 5 E DA 8				
DATA:				
OPERATORE:				

Fig. 9.6 - Check-list riempitrice da SLEEK a CLASSIC.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

CHECK LIST CAMBIO FORMATO L39 (RIEMPITRICE + AGGRAFFATRICE)			
SLEEK → CLASSIC			
CAMBIO FORMATO	DA :	A:	
AGGRAFFATRICE		FATTO <i>(quantità)</i>	NON NECESSARIO <i>(quantità)</i>
			Strumenti da utilizzare
PREPARAZIONE CARRELLO <i>(da fare durante la produzione precedente)</i>			/
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x4) <i>(da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)</i>			Chiave a brugola da 10
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA (x2) DEL MOZZO CENTRALE <i>(sotto la stella del mozzo centrale tagliata a metà in acciaio, da fare aprendo le porte n°16 e n°17)</i>			Chiave a tubo a T da 13
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA (x2) E RIMOZIONE DELLA STELLA DEL MOZZO CENTRALE TAGLIATA A METÀ IN ACCIAIO <i>(da porte n°16 e n°17)</i>			Chiave a brugola da 6
SVITAMENTO VITI (x6) E RIMOZIONE DELLA STELLA ESPULSORE IN ACCIAIO <i>(da fare aprendo le porte n°18 e n°20, rimuovendo il primo ugello verticale e chiudendo la sponda uscita lattine)</i>			Chiave da 17 (per la stella) e chiave da 13 (per la sponda uscita lattine)
SVITAMENTO VITI (x4) E RIMOZIONE CONTROSTELLA INFERIORE IN ACCIAIO CON CONNETTORE ELETTRICO <i>(da fare aprendo le porte n°18 e n°20)</i>			Chiave da 17
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA (x5) E RIMOZIONE CONTROSTELLA SUPERIORE IN ACCIAIO <i>(da fare aprendo le porte n°18 e n°20)</i>			Chiave a brugola da 8 (per 3 viti) + chiave a brugola da 5 (per 2 viti)
SVITAMENTO VITI (x2) E RIMOZIONE GUIDA PIANA IN ACCIAIO IN USCITA AGGRAFFATRICE <i>(da fare aprendo le porte n°18 e n°20)</i>			Chiave da 13
SOSTITUZIONE STELLA COPERCHI IN ACCIAIO: svitare e poi avvitare 7 viti <i>(da fare aprendo le porte n°16 e n°17)</i>			Chiave da 17, martinetto, disco di centraggio, transpallet con rulliera
MONTAGGIO DEI NUOVI PEZZI <i>(presi dal carrello e montati in sequenza: controstelle superiore e inferiore con connettore, stella espulsore (allargando sponda uscita lattine e reinserendo l'ugello verticale), guida piana inferiore e stella del mozzo centrale tagliata a metà)</i>			Chiave da 17 e da 13, chiave a brugola da 8 e da 5
RIFASAMENTO CATENA DI TRASMISSIONE <i>(svitare le viti (x6) e mettere in fase manualmente con la manovella i porta lattine con la stella del mozzo centrale e con la stella in acciaio, da fare aprendo le porte n°15 e n°16)</i>			Chiave da 17
ABBASSAMENTO / INNALZAMENTO DELLA TESTATA <i>(utilizzando il jog e predisponendo il regolo altezza lattine dell'aggraffatrice)</i>			/
AVVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x4) <i>(da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)</i>			Chiave a brugola da 10
ABBASSAMENTO / INNALZAMENTO FRANGIBOLLA <i>(da fare aprendo la porta n°20)</i>			Chiave a brugola da 13
DATA:		ora inizio	ora fine
OPERATORE:			
OPERATORE:			
PREPARAZIONE CARRELLO AGGRAFFATRICE		FATTO <i>(quantità)</i>	
STELLA DEL MOZZO CENTRALE TAGLIATA A METÀ IN ACCIAIO			
STELLA ESPULSORE IN ACCIAIO			
CONTROSTELLA INFERIORE CON CONNETTORE ELETTRICO			
CONTROSTELLA SUPERIORE			
GUIDA PIANA IN ACCIAIO			
STELLA COPERCHI IN ACCIAIO			
2 SUPPORTI PER LA STELLA PESANTE IN ACCIAIO			
REGOLO ALTEZZA LATTINE AGGRAFFATRICE			
MARTINETTO			
PIEDE DI PORCO			
CHIAVE DA 13 E DA 17			
CHIAVE A BRUGOLA DA 5, DA 8 E DA 10			
CHIAVE A TUBO A T DA 13			
DATA:			
OPERATORE:			

Fig. 9.7 - Check-list aggraffatrice da SLEEK a CLASSIC.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Il template delle check-list è molto semplice per fare in modo che risulti comprensibile agli operatori che si trovano a dover svolgere il cambio formato in linea. In maiuscolo sono evidenziate le azioni da eseguire che riassumono sinteticamente cosa è tenuto a fare l'operatore. Queste poche parole dovrebbero essere un riferimento chiaro per l'esecuzione dell'attività. Nel caso in cui l'operatore non sia in grado di visualizzare nella sua mente la procedura da seguire, vengono riportate in minuscolo delle indicazioni supplementari allo scopo di aiutare l'operatore e guidarlo nell'effettuare il cambio formato.

Nelle check-list sviluppate per la linea 39 compare anche una "lista della spesa" degli utensili (sul lato destro) e dei pezzi di cambio formato (nella sezione inferiore) da porre sul carrello del cambio formato. Queste due liste hanno una duplice funzione: essere un riferimento per l'operatore al momento della preparazione del carrello per il cambio formato ed essere un supporto sempre per l'operatore nel momento in cui ci si dovesse dimenticare che strumento o pezzo montare in macchina. La preparazione dei carrelli, deve essere effettuata nelle fasi precedenti al run-down, quando la linea è ancora in fase di produzione e concretizzano la fase di esternalizzazione delle attività attuate mediante il progetto SMED come si vedrà meglio nel paragrafo successivo del presente capitolo.

In ultimo, è presente anche lo spazio dove inserire la data del cambio formato e il nome dell'operatore che lo esegue. Le check-list servono in primo luogo agli operatori come riferimento. L'idea poi è quella di raccoglierle in uno schedario a bordo linea per essere analizzate dal responsabile SMED o da un membro dell'"Ufficio di Ingegneria di Manutenzione" per una verifica della validità dello strumento o per segnare eventuali segnalazioni degli operatori in merito a voci poco chiare, chiarimenti, etc... Il processo che si instaura è basato su un feedback continuo autoalimentato come vuole il principio di miglioramento continuo del Kaizen.

Questa soluzione organizzativa ha consentito di creare una standardizzazione delle due sequenze di cambio formato in modo semplice, conciso e completo. Il maggiore beneficio ricavato da questa implementazione è stato quello di aver creato un riferimento scritto di una procedura utile al cambio formato dal quale sviluppare l'azzeramento dei tempi di preparazione dei carrelli e della ricerca continua degli utensili (entrambi tempi attivi durante il cambio formato) e la riduzione del camminamento dell'operatore come descritti al paragrafo successivo.

9.1.4. Snellimento: predisposizione carrelli per cambio formato

Dai monitoraggi dei cambi formato "lunghi" è emerso che gli operatori non preparavano in anticipo il carrello di cambio formato e lo depositavano in un punto distante da quello di applicazione come riportava lo Spaghetti Chart analizzato al paragrafo 8.7.2 del capitolo precedente.

Al momento dell'attuazione del progetto SMED, la linea 39 disponeva di un carrello con due ripiani su cui venivano posti a turno i pezzi di cambio formato (prima quelli della riempitrice e poi quelli dell'aggraffatrice). Questo modo di operare generava muda sia per il cambio della riempitrice (perché il carrello non veniva preparato prima del cambio formato), sia per il cambio dell'aggraffatrice (perché il carrello utilizzato era lo stesso e bisognava necessariamente

“svuotarlo” dei pezzi della riempitrice appena rimossi per caricarci sopra i pezzi dell’aggraffatrice da montare in macchina).

A questo proposito si è pensato di utilizzare due carrelli (invece che uno singolo). Da qui la necessità di acquistare un carrello simile a quello presente in linea 39 (carrello semplice a due ripiani come quello rappresentato in figura 9.8.1). È stato acquistato un nuovo carrello per il cambio formato (visibile in figura 9.8.2) al costo di 595 euro, mentre il carrello che era già presente non è rientrato nelle spese in quanto lì da diversi anni. La differenza del nuovo carrello rispetto al vecchio è quella di presentare quattro ripiani al posto di due. Questo perché i pezzi dell’aggraffatrice sono di più rispetto a quelli della riempitrice come si può notare dalle check-list delle figure precedenti 9.6 e 9.7.



Fig. 9.8.1 (a sinistra) e 9.8.2 (a destra) – Carrelli porta pezzi utilizzati per il cambio formato della riempitrice (carrello di sinistra) e dell’aggraffatrice (carrello di destra).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L’idea alla base della nuova esecuzione del cambio formato è quella di utilizzare un carrello per la riempitrice e uno per l’aggraffatrice. In ognuno dei due carrelli, il vano superiore¹⁸⁴ deve essere riempito con i pezzi di cambio formato presenti in armadio nel momento in cui la linea sta producendo ancora il lotto di prodotto precedente. I carrelli devono presentare più di un ripiano in modo che il vano inferiore¹⁸⁵ (inizialmente vuoto) possa essere riempito subito con i pezzi del formato del lotto precedente presenti in macchina.

¹⁸⁴ I due vani superiori nel caso del nuovo carrello dell’aggraffatrice.

¹⁸⁵ I due vani inferiori nel caso del nuovo carrello dell’aggraffatrice.

Operativamente, una volta che entrambi i carrelli sono stati preparati sia con i pezzi di cambio formato, sia con gli utensili necessari per installarli (entrambi ben riportati nelle check-list) nei vani superiori, è possibile eseguire il cambio formato attendendo che inizi la fase di setup.

La situazione al tempo zero prevede che entrambi i carrelli presentino i vani superiori pieni (presenza dei nuovi pezzi da montare) e quelli inferiori vuoti (per accogliere i pezzi che sono presenti in macchina). Man mano che i vani inferiori dei carrelli si riempiono dei pezzi del lotto precedente, si inseriscono in macchina i pezzi del nuovo formato che si andrà a produrre, prendendoli dai ripiani superiori. A cambio formato effettuato, entrambi i carrelli dovranno presentare i vani superiori vuoti e quelli inferiori pieni. Solo a questo punto potranno essere spostati a bordo linea, operazione che verrà eseguita una volta che la linea è ripartita con la produzione.

Per risolvere la questione dei numerosi spostamenti effettuati dagli operatori durante il cambio formato, si è pensato di porre entrambi i carrelli a ridosso del monoblocco di riempimento in modo da ridurre al minimo gli spostamenti degli operatori sia a vuoto, sia a pieno carico: in questo modo è stato possibile ridurre i tempi di cambio formato come da obiettivo preposto.

Per dare l'idea della nuova situazione di organizzazione degli spazi di cambio formato, si riporta in figura 9.9 lo Spaghetti Chart effettuato con il monitoraggio di verifica degli interventi migliorativi (che verrà meglio descritto negli ultimi paragrafi del presente capitolo).

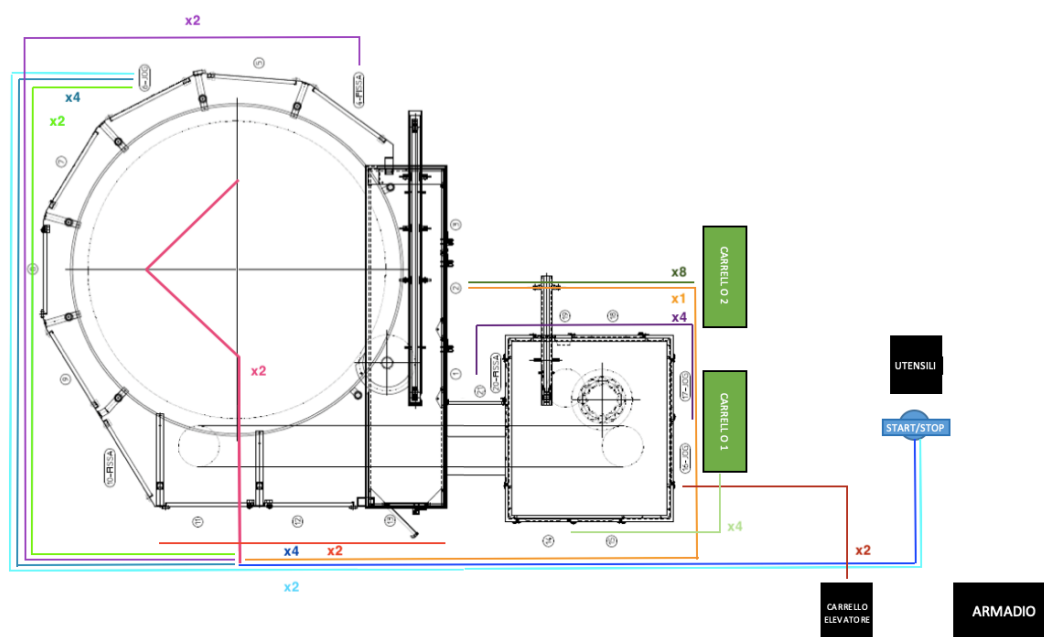


Fig. 9.9 - Spaghetti Chart del monoblocco di riempimento dopo l'implementazione.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Per visualizzare meglio i risultati ottenuti, nella tabella 9.1 sono riportate le distanze percorse e i tempi impiegati a percorrerle da parte degli operatori durante un primo cambio formato monitorato a seguito dell'applicazione degli interventi migliorativi (monitoraggio che sarà trattato nello specifico al paragrafo 9.2.1 del capitolo corrente).

Tab. 9.1 - Tabella delle distanze percorse e dei tempi impiegati dopo l'implementazione.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Velocità media operatore senza carico (m/s)	1,4			
Velocità media operatore con carico (m/s)	0,75			
Velocità media operatore (m/s)	1,08			
Descrizione	Tratto percorso (cm)	Moltiplicatore	Distanza percorsa (m)	Tempo impiegato (s)
CF Riempitrice				
Preparazione carrello 1 e riordino pezzi	0	2	0	0,00
Preparazione carrello 2 e riordino pezzi	0	2	0	0,00
Da armadio a porte 11-12 Riempitrice	650	4	26	24,19
Regolazione staffe (In-Out Riempitrice)	370	2	7,4	6,88
Regolazione staffe	452	2	9,04	8,41
Regolazione piantoni	780	2	15,6	14,51
CF blocchetti e innalzamento/abbassamento Riempitrice	1330	2	26,6	24,74
Regolazione sponde in uscita Riempitrice	200	2	4	3,72
CF mezzelune porte 5-6	580	4	23,2	21,58
Spostamento verso retro Riempitrice porte 1-2-3	770	1	7,7	7,16
CF parti meccaniche porte 1-2-3	210	8	16,8	15,63
CF Aggraffatrice				
CF Aggraffatrice porte 19-21	160	4	6,4	5,95
CF Aggraffatrice porte 16-17	0	4	0	0,00
CF Aggraffatrice porte 14-15	80	4	3,2	2,98
CF stella mozzo con carrello	390	2	7,8	7,26
			Totale distanza percorsa (m)	Totale tempo impiegato negli spostamenti (s)
			153,74	143,01
			Saving spazio (m)	Saving tempo (s)
			162,20	150,88
			Saving spazio %	Saving tempo %
			51,34	51,34

Dalla tabella, si evince subito il miglioramento in termini di tempo attivo risparmiato durante il cambio formato. In rosso sono evidenziate le distanze e i tempi legati all'esternalizzazione delle attività di preparazione dei carrelli e di riordino dei pezzi. Grazie alla nuova disposizione dei carrelli è necessario semplicemente prepararli in anticipo in fase di produzione della linea e addossarli alle due macchine senza effettuare trasporti di nessun tipo. Prima, queste operazioni ricoprivano del tempo attivo nel processo di cambio formato.

In verde, invece, sono evidenziate le distanze e i tempi ridotti mediante l'attuazione di questa miglioria riguardante la riorganizzazione degli spazi utilizzando due carrelli. Rispetto ai più di 300 m percorsi e ai quasi 5 minuti di tempo impiegati dall'operatore per percorrerli nel caso non ottimizzato (si rimanda al paragrafo 8.7.2 per la visione precisa della tabella 8.5), si osserva un saving spaziale e temporale maggiore del 50% da imputare alla nuova disposizione dei carrelli e alle quattro attività specifiche di cambio formato ("CF parti meccaniche porte 1-2-3", "CF aggraffatrice porte 19-21", "CF aggraffatrice porte 16-17" e "CF aggraffatrice porte 14-15") che hanno beneficiato direttamente della miglioria introdotta. Di fatto, queste operazioni rappresentano le attività legate alla sostituzione dei pezzi di cambio formato sia nella riempitrice, sia nell'aggraffatrice. Il risultato raggiunto dimezza le distanze percorse dall'operatore (poco più di 150 m) e i tempi impiegati a percorrerle (poco più di 2 minuti).

In definitiva, la riduzione dei tempi di queste operazioni ha portato ad un calo del tempo di cambio formato del monoblocco di riempimento. I risultati ottenuti dopo il monitoraggio di un cambio formato della stessa tipologia di quello osservato prima del miglioramento sono stati riportati in dettaglio al paragrafo 9.2.1 del presente capitolo.

Inoltre, il costo del nuovo carrello dell'aggraffatrice è stato conteggiato nel Pay-Back Period semplice nella costificazione del cambio formato migliorato al paragrafo 9.2.3 a fine capitolo.

9.1.5. Snellimento: formazione del personale

Come anticipato nelle tabelle 8.2 e 8.3 del capitolo precedente (che per semplicità vengono riprese e riportate qui di seguito nelle tabelle 9.2 e 9.3), oltre al muda percentuale - riducibile con l'implementazione del progetto SMED - si è osservata anche la possibilità di intervenire sulla formazione degli operatori allo scopo di introdurre un secondo capo impianto per aiutare il cambio del monoblocco.

Tab. 9.2 – Classificazione e suddivisione attività in interne ed esterne della riempitrice della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC							
Attività riempitrice (1 capo impianto)	Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2* operatore?	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2* operatore	Tempo massimo % riducibile se attività eseguita con 2* operatore
Ricerca pezzi in armadio a bordo linea (appoggiati su un carrello)	E	00:04:00	00:04:00	5,56%	/		
Ricerca utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Regolazione mezzelune di presa lattine	I	00:10:00			NO		
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Rimozione coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella	I	00:05:00			SI	00:05:00	6,94%
Trasporto e deposito pezzi lontano da riempitrice	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Trasporto nuovi pezzi (dal carrello dove erano stati disposti)	E	00:03:00	00:03:00	4,17%	/		
Montaggio coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella	I	00:08:00			SI	00:08:00	11,11%
Regolazione sponde ingresso lattine	I	00:02:00			NO		
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Aggancio staffe dei piantoni	I	00:06:00			NO		
Svitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:03:00			SI	00:03:00	4,17%
Innalzamento piantone riempitrice	I	00:02:00			NO		
Sostituzione blocchetti di supporto	I	00:04:00			SI	00:04:00	5,56%
Abbassamento piantone riempitrice	I	00:02:00			NO		
Avvitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:03:00			SI	00:03:00	4,17%
Sgancio staffe dei piantoni	I	00:06:00			NO		
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,78%	/		
Regolazione sponde uscita riempitrice / ingresso aggraffatrice	I	00:04:00			NO		
		01:12:00	00:17:00	24%		00:23:00	32%
		Durata totale CF riempitrice	MUDA totale	MUDA totale %		Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2* operatore	Riducibilità % massima del CF riempitrice riducibile con 2* operatore

Tab. 9.3 – Classificazione e suddivisione attività in interne ed esterne dell’aggraffatrice della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC									
Attività aggraffatrice (1 capo impianto)	Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Tempo massimo % riducibile se attività eseguita con 2° operatore		
Ricerca utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,90%	/				
Svitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:04:00			SI	00:04:00	5,80%		
Svitamento viti a brugola del mozzo centrale	I	00:02:00			NO				
Svitamento viti a brugola e rimozione del mozzo centrale	I	00:02:00			NO				
Svitamento viti e rimozione della stella espulsore in acciaio	I	00:02:00			NO				
Svitamento viti e rimozione controstella inferiore in acciaio con connettore elettrico	I	00:03:00			SI	00:03:00	4,35%		
Svitamento viti a brugola e rimozione controstella superiore in acciaio	I	00:02:00			SI	00:02:00	2,90%		
Svitamento viti e rimozione guida piana in acciaio in ingresso riempitrice	I	00:01:00			SI	00:01:00	1,45%		
Trasporto e deposito pezzi lontano da aggraffatrice	E	00:04:00	00:04:00	5,80%	/				
Cambio vecchi utensili e ricerca nuovi utensili	E	00:02:00	00:02:00	2,90%	/				
Preparazione carrello elevatore e martinetto	E	00:02:00	00:02:00	2,90%	/				
Sostituzione stella coperchi in acciaio	I	00:12:00			SI	00:12:00	17,39%		
Ricerca pezzi in armadio a bordo linea superiore, controstella inferiore con connettore, stella espulsore e guida piana)	I	00:09:00			SI	00:09:00	13,04%		
Rifasamento catena di trasmissione	I	00:09:00			SI	00:09:00	13,04%		
Abbassamento / innalzamento della testata	I	00:03:00			NO				
Avvitamento viti a brugola dei piantoni	I	00:04:00			SI	00:04:00	5,80%		
Abbassamento / innalzamento del frangibolla	I	00:01:00			NO				
		01:09:00	00:15:00	22%		00:44:00	64%		
		Durata totale CF aggraffatrice	MUDA totale	MUDA totale %		Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Riducibilità % massima del CF riempitrice riducibile con 2° operatore		

Alcune operazioni nelle tabelle 9.2 e 9.3, infatti, sono contrassegnate con la voce “SI” nella sesta colonna della tabella e indicano la possibilità di svolgere l’operazione aiutati da una seconda persona. Viceversa, quelle indicate con la voce “NO” non sono riducibili. Infine, quelle segnate con il simbolo “/” non risentono della necessità di un secondo operatore in quanto rappresentano le azioni esternalizzabili che sono diventate attività esterne a seguito dell’implementazione del progetto SMED (miglioramento raggiunto con i carrelli introdotti al paragrafo precedente).

Dalle tabelle 9.2 e 9.3 si nota che l’inserimento di un secondo capo impianto - altamente formato come quello che eseguiva singolarmente il cambio formato del monoblocco porterebbe a una riducibilità massima dei tempi di cambio formato del 32% nella riempitrice ma soprattutto del 64% nell’aggraffatrice.

Ora, queste percentuali scritte sono ideali e non sono raggiungibili nella realtà in quanto questo implicherebbe che con due operatori il tempo intero delle operazioni si possa azzerare. Nella realtà non è possibile azzerare tutto il tempo impiegato nello svolgimento di queste operazioni, però è lecito pensare di poterlo in parte ridurre. La percentuale segnalata indica qualitativamente in che misura si potrebbe ridurre. Tra i due indicatori, si capisce che si potrebbe ridurre il cambio formato dell’aggraffatrice probabilmente del doppio rispetto alle possibilità che si avrebbero sulla riempitrice in quanto su quest’ultimo macchinario le operazioni da eseguire sono quasi tutte di sostituzione di pezzi meccanici che risulterebbero favorite con l’impiego di un secondo operatore.

Consci del fatto che i risultati raggiungibili si potessero concretizzare, la strada che si è deciso di seguire è stata quella di promuovere un periodo di formazione per gli operatori della linea 39, favorendo l’introduzione di una seconda persona con la qualifica del capo impianto nel team di lavoro. Questa persona avrebbe preso il posto dell’operatore che era sulla confezionatrice, macchina giudicata molto complessa per le procedure e per i tempi di cambio formato (90’), seconda solo al monoblocco.

È da riportare anche il fatto che durante il periodo di formazione, è stato fatto uso di alcuni diagrammi di Gantt della linea 39 sviluppati pari pari a quello presentato al paragrafo 9.1.2 come costruzione. Da classico strumento di valutazione della progressione di un progetto, il diagramma di Gantt si è trasformato in un riferimento standardizzato del cambio formato globale a livello di linea, utile sia in fase di cambio formato come riferimento visivo, sia come strumento didattico di formazione per gli operatori.

L'idea è quella di effettuare un secondo monitoraggio di verifica degli interventi migliorativi applicati con il progetto SMED (descritto più nel dettaglio nel paragrafo 9.2.2 del capitolo corrente) per testare l'efficacia di questa soluzione organizzativa che potrebbe limare ulteriormente i tempi di cambio formato del monoblocco di riempimento. In sintesi, il cambio dei due macchinari (riempitrice e aggraffatrice) potrebbe svolgersi con due operatori al posto che con uno.

A seguito del periodo di formazione degli operatori è stato possibile inserire un secondo capo impianto in formazione nel team di lavoro e provare a monitorare un cambio formato con questa nuova conformazione della squadra della linea 39. Si è deciso pertanto di stilare una skill-matrix degli operatori in seguito al periodo di formazione (visibile in figura 9.10) per poterla confrontare con la skill-matrix della situazione prima del miglioramento (presentata nel precedente capitolo al paragrafo 8.7.3).

		Deimpilatore	Trasporti soppalco riempitrice	Riempitrice	Aggraffatrice	Trasporti aggraffatrice	Pastorizzatore	Confezionatrice	Trasporti confezionatrice	Palettizzatore	TOTALE per OPERATORE							
Nome	Ruolo																	
Lorenzo	Operatore	4	4	2	2	4	2	1	4	2	25	su	36					
Bruna	Operatore	1	1	1	1	1	3	1	1	1	11	su	36	0				Nessuna conoscenza
Filippo	Capoimpianto	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33	su	36	1				Operatore principiante da assecondare
Luca	Capoimpianto	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33	su	36	2				Operatore indipendente
Fulvio	Operatore	2	2	1	1	2	3	2	2	4	19	su	36	3				Operatore esperto
Andrea	Tecnico di linea	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	su	36	4				Formatore
	TOTALE per MACCHINA	17	19	16	16	19	18	16	19	17								
		su	su	su	su	su	su	su	su	su								
		24	24	24	24	24	24	24	24	24								

Fig. 9.10 - Skill-Matrix degli operatori dopo il periodo di formazione.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Dal confronto emerge una situazione molto più omogenea tra la formazione degli operatori. Il dato che salta subito all'occhio nella parte inferiore della matrice è il fatto che il livello di difficoltà di cambio formato dei singoli macchinari sia calato. Infatti, su un totale di 24 punti massimi per macchina, i parziali ottenuti hanno tutti un punteggio superiore a 16 (che coincide con il punteggio più basso ottenuto per monoblocco di riempimento e per la confezionatrice, a testimonianza della complessità di questi macchinari). La situazione precedente alla formazione evidenziava parziali molto bassi per il cambio del monoblocco di riempimento pari a 10/24 a sottolineare il fatto che pochi operatori erano in grado di svolgerlo.

Per quanto riguarda il punteggio personale degli operatori si nota anche qui un miglioramento nel complesso; tuttavia rimane un operatore globalmente poco formato su cui bisognerà continuare a fare formazione.

In questo modo - ad eccezione degli operatori che cambiano il monoblocco - è possibile ruotare gli operatori della squadra affidandogli dei ruoli diversi con cadenza mensile, per esempio. Questa soluzione potrebbe diventare molto efficace per rompere la monotonia delle attività degli operatori soprattutto nei periodi di alta stagione quando la linea è in ciclo continuo come produzione.

Visualizzati gli ottimi presupposti forniti dalla nuova skill-matrix, si è poi deciso di testare la nuova squadra osservando direttamente il monitoraggio di due cambi formato: il primo con gli stessi membri del team del cambio formato monitorato prima del miglioramento (squadra con un capo impianto e monitoraggio riportato al paragrafo 9.2.1 del capitolo corrente) e il secondo con l'introduzione di un secondo capo impianto sulla confezionatrice (squadra con due capi impianto e monitoraggio riportato al paragrafo 9.2.2 del capitolo corrente).

9.1.6. Snellimento: predisposizione dei kit di utensili ed etichettatura dei pezzi di cambio formato

Durante il monitoraggio del primo cambio formato in linea 39 si è notato che gli operatori eseguivano il cambio formato dei trasporti, dei ribaltini e degli asciugatori (sul soppalco della riempitrice, in uscita aggraffatrice e sul soppalco della confezionatrice) incorrendo spesso in perdite di tempo che avvenivano per futili motivi.

È bene ricordare che queste operazioni si eseguono manualmente e quindi impiegano molto tempo di per sé. Tuttavia, esse non vanno a incidere direttamente nei tempi "attivi" di cambio formato in quanto risultano mascherate dal cambio formato del monoblocco di riempimento. Al momento, non ha senso automatizzare o migliorare questa serie di operazioni in quanto il tempo guadagnato non porterebbe ad accorciare il tempo globale di cambio formato della linea.

Nonostante ciò, si è pensato di proporre agli operatori che svolgono questi cambi delle attività di manutenzione dei nastri trasportatori e più in generale di pulizia delle postazioni con l'obiettivo di eliminare lo svolgimento di queste attività che si dovrebbero svolgere durante la manutenzione predittiva e preventiva mensile della linea. In questo modo, è possibile accorciare i tempi delle manutenzioni previste per la linea, risparmiando del tempo che sarebbe stato sottratto alla produzione.

Si è pensato di applicare il metodo delle 5S per limare i tempi di queste operazioni secondarie. I due problemi principali che causavano perdite di tempo agli operatori erano i seguenti:

- Molto spesso gli operatori dovevano camminare dal punto di esecuzione del cambio al punto in cui era posto il carrello con l'utensileria in comune (indicato con "START/STOP" nello Spaghetti Chart in figura 9.9). I tempi impiegati erano notevoli sia per le distanze da percorrere, sia per le frequenze con cui avvenivano (a causa di dimenticanze relative all'utensile da utilizzare, per esempio);

- Altrettanto spesso, gli operatori non erano in grado di riconoscere a prima vista il pezzo di cambio formato giusto da sostituire in linea. Ogni formato di lattina richiede, infatti, dei pezzi compatibili con le dimensioni, come già accennato al capitolo precedente. In armadio sono presenti i pezzi di cambio formato, diversi ma allo stesso tempo molto simili tra loro e che di primo impatto sono difficili da distinguere visto che non sono contraddistinti da nessun simbolo oppure la marcatura del pennarello che era stato usato per identificarli è sbiadita nel tempo.

Per venire incontro alle difficoltà incontrate, il Team SMED e il Team 5S si sono riuniti per valutare:

- L'acquisto di nuovi utensili - sotto forma di kit specifici - da appendere a delle Shadow Boards¹⁸⁶ immediatamente a ridosso della zona di utilizzo, da usare unicamente per lo specifico cambio che li richiedeva. In questo modo gli operatori sarebbero stati in grado di effettuare le regolazioni richieste senza incorrere nella criticità di reperibilità utensili e senza dover effettuare spostamenti inutili, soprattutto nella zona dei soppalchi dove, a causa della presenza delle scale, l'affaticamento è maggiore;
- La catalogazione dei pezzi di cambio formato che potevano risultare simili tra loro a prima vista mediante etichettatura. In questo modo gli operatori sarebbero stati in grado di perdere meno tempo nel cercare il pezzo giusto e soprattutto di evitare di montare il pezzo sbagliato.

Entrambe queste due proposte sono state valutate positivamente ed evase nell'immediato.

In tabella 9.4 è rappresentato il consuntivo che riporta gli strumenti acquistati per creare i kit da appendere nelle zone A, B e C della linea 39.

Tab. 9.4 – Consuntivo degli utensili da acquistare per la linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Utensile	Zona di utilizzo	Quantità	Costo [€/pz]	Costo complessivo
Chiave inglese da 22	A	1	13,24	13,24
Chiave inglese da 17	A, B e C	2	13,73	27,46
Chiave inglese da 10	B	3	12,40	37,20
Chiave inglese da 13	B e C	2	13,98	27,96
			Costo totale utensileria [€]	105,86
Zona				Abbreviazione
Trasporti soppalco riempitrice / aggraffatrice				A
Trasporti uscita aggraffatrice + ribaltino + asciugatori				B
Trasporti soppalco confezionatrice + ribaltino + asciugatori				C

Il costo di questo intervento è conteggiato nel Pay-Back Period semplice della soluzione migliorata proposto a fine capitolo al paragrafo 9.2.3.

¹⁸⁶ Ovvero le tavole colorate su cui graficare le sagome degli oggetti che si andranno ad appendere in seguito mediante ganci o chiodi di cui si era parlato al paragrafo 3.1.2 del capitolo relativo alle 5S.

In figura 9.11, invece, è riportata un'immagine del prima e del dopo l'intervento di etichettatura dei pezzi, in riferimento ad un ribaltino, ovvero un componente che inverte l'orientamento delle lattine (le capovolge di 180° di fatto) per consentire la siglatura della data di scadenza sul fondo della lattina.



Fig. 9.11 – Ribaltino non etichettato (figura di sinistra) ed etichettato (figura di destra).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Il costo di questa miglioria introdotta è irrisorio ed è stato pertanto trascurato visto che l'azienda ha in dotazione negli uffici delle macchine che stampano etichette di svariate misure e dimensioni.

9.2. Verifica dei miglioramenti introdotti sul breve termine: fase di controllo del ciclo OPDCA

Una volta eseguiti i miglioramenti proposti, si è passati alla fase di controllo degli stessi in modo da verificare se effettivamente gli interventi introdotti abbiano giovato alla procedura di cambio formato.

Come già anticipato, le miglierie hanno portato - in potenza - dei benefici nel cambio formato del monoblocco di riempimento, quindi non è stato necessario attendere lo stesso cambio formato monitorato nel capitolo 8, ma è bastato aspettare un qualsiasi cambio formato della stessa tipologia di quello osservato (cambio formato "lungo" da più di 300") per constatare le miglierie introdotte.

Di seguito vengono riportati due cambi formato monitorati a seguito del completamento del progetto SMED: il primo riguarda l'ipotesi di situazione migliorata a livello tecnico e organizzativo che continua ad utilizzare solo un operatore per l'esecuzione del cambio formato del monoblocco di riempimento (soluzione migliorata di tipo A con un capo impianto); viceversa, il secondo, introduce la possibilità di eseguire il cambio formato di questo macchinario svolgendolo a due mani con l'aiuto di un secondo capo impianto (soluzione migliorata di tipo B con due capi impianto).

Questa suddivisione è stata pensata per il semplice fatto che allo stato attuale delle cose non è ancora possibile garantire la presenza di due capi impianto in tutti i turni di operatori della linea 39, soprattutto nel periodo estivo di stagionalità per l'azienda quando la linea lavora in ciclo continuo.

Nella speranza di poter formare a breve un maggior numero di operatori con una qualifica da capo impianto, si è deciso di tenere in considerazione anche questa seconda ipotesi di cambio formato del monoblocco eseguito da due capi impianto su un totale di cinque operatori a disposizione della linea. Questa soluzione presenta, infatti, il maggior beneficio ottenibile dal progetto SMED, basandosi su una modifica organizzativa del cambio formato ottenuta sulla mera formazione degli operatori.

9.2.1. Monitoraggio del/i cambio/i formato (situazione migliorata di tipo A: un capo impianto per il CF del monoblocco)

Per quanto riguarda la prima soluzione proposta (che per semplicità di distinzione chiameremo “soluzione migliorata di tipo A), in data 21/07/21 è stato eseguito il monitoraggio di un cambio formato “lungo” da più di 300’, più precisamente dalla classe SMED “126GL” (Lattina 0,33L Pepsi CLASSIC) alla classe SMED “105” (Estathè Limone 0,33L SLEEK).

Il cambio monitorato in linea, complessivamente è durato 328’ (343’ totali di cambio formato considerando anche i tempi di run-down e di run-up).

La riduzione dei tempi del cambio formato attraverso il progetto SMED, è da ricercare nel cambio formato del monoblocco di riempimento. Nelle tabelle 9.5 e 9.6 vengono riportate le nuove suddivisioni delle operazioni di cambio formato rispettivamente della riempitrice e dell’aggraffatrice con i relativi tempi registrati in linea durante il cambio formato.

Tab. 9.5 – Saving temporale della riempitrice della linea 39 dopo il miglioramento (soluzione A).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC								
Attività riempitrice (1 capo impianto)		Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Tempo massimo % riducibile se attività eseguita con 2° operatore
Preparazione carrello (pezzi CF + utensili)		E	/			/		
Regolazione mezzelune di presa lattine		I	00:10:00			SI	00:10:00	18,18%
Rimozione coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella		I	00:05:00			SI	00:05:00	9,09%
Montaggio coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella		I	00:08:00			SI	00:08:00	14,55%
Regolazione sponde ingresso lattine		I	00:02:00			NO		
Aggancio staffe dei piantoni		I	00:06:00			NO		
Svitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:03:00			SI	00:03:00	5,45%
Innalzamento piantone riempitrice		I	00:02:00			NO		
Sostituzione blocchetti di supporto		I	00:04:00			SI	00:04:00	7,27%
Abbassamento piantone riempitrice		I	00:02:00			NO		
Avvitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:03:00			SI	00:03:00	5,45%
Sgancio staffe dei piantoni		I	00:06:00			NO		
Regolazione sponde uscita riempitrice / ingresso aggraffatrice		I	00:04:00			NO		
			00:55:00	00:00:00	0%		00:33:00	60%
MUDA totale %	0%	Riducibilità % massima del CF riempitrice riducibile con 2° operatore	60%	Durata totale CF riempitrice	MUDA totale	MUDA totale %	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Riducibilità % massima del CF riempitrice riducibile con 2° operatore

Tab. 9.6 – Saving temporale dell’aggraffatrice della linea 39 dopo il miglioramento (soluzione A).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC								
Attività aggraffatrice (1 capo impianto)		Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Tempo massimo % riducibile se attività eseguita con 2° operatore
Preparazione carrello (pezzi CF + utensili)		E	/			/		
Svitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:04:00			SI	00:04:00	7,29%
Svitamento viti a brugola del mozzo centrale		I	00:02:00			NO		
Svitamento viti a brugola e rimozione del mozzo centrale		I	00:02:00			NO		
Svitamento viti e rimozione della stella espulsore in acciaio		I	00:02:00			NO		
Svitamento viti e rimozione controstella inferiore in acciaio con connettore elettrico		I	00:03:00			SI	00:03:00	5,47%
Svitamento viti a brugola e rimozione controstella superiore in acciaio		I	00:02:00			SI	00:02:00	3,65%
Svitamento viti e rimozione guida piana in acciaio in ingresso riempitrice		I	00:01:50			SI	00:01:50	3,34%
Preparazione carrello elevatore e martinetto		E	/			/		
Sostituzione stella coperchi in acciaio		I	00:12:00			SI	00:12:00	21,88%
superiore, controstella inferiore con connettore, stella espulsore e guida piana)		I	00:09:00			SI	00:09:00	16,41%
Rifasamento catena di trasmissione		I	00:09:00			SI	00:09:00	16,41%
Abbassamento / innalzamento della testata		I	00:03:00			NO		
Avvitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:04:00			SI	00:04:00	7,29%
Abbassamento / innalzamento del frangibolla		I	00:01:00			NO		
			00:54:50	00:00:00	0%		00:44:50	82%
MUDA totale %	0%	Riducibilità % massima del CF aggraffatrice riducibile con 2° operatore	82%	Durata totale CF aggraffatrice	MUDA totale	MUDA totale %	Tempo massimo riducibile se attività eseguita con 2° operatore	Riducibilità % massima del CF riempitrice riducibile con 2° operatore

Si nota che:

- Per la riempitrice, al paragrafo 8.6 del precedente capitolo, si era riportato un muda percentuale complessivo pari al 24%. Con l’esternalizzazione delle attività, il muda si è azzerato. Grazie all’impiego dei carrelli e alle nuove disposizioni pensate per il cambio della riempitrice, si è riusciti a passare da un tempo di cambio formato iniziale di 72’ a uno di 55’ registrato dopo il miglioramento con la soluzione A. La riduzione temporale ottenuta è pari a 17’ tra il prima e il dopo;
- Per l’aggraffatrice, al paragrafo 8.6 del precedente capitolo, si era riportato un muda percentuale complessivo pari al 22%. Con l’esternalizzazione delle attività, il muda si è azzerato. Grazie all’impiego dei carrelli e alle nuove disposizioni pensate per il cambio dell’aggraffatrice, si è riusciti a passare da un tempo di cambio formato iniziale di 69’ a uno di 54,5’ registrato dopo il miglioramento con la soluzione A. La riduzione temporale ottenuta è pari a 14,5’ tra il prima e il dopo.

Nonostante il gran risultato raggiunto, si è evidenziata la possibilità di ridurre ulteriormente le tempistiche di cambio formato sia della riempitrice, sia dell’aggraffatrice introducendo un secondo operatore. Dalle tabelle 9.5 e 9.6 presentate in precedenza, se si osservano le ultime due colonne si nota che per la riempitrice è stato calcolato un grado di riducibilità percentuale massimo di alcune operazioni pari al 60% del nuovo tempo di cambio formato del macchinario (cioè il tempo registrato durante il monitoraggio con la soluzione di tipo A). Questo significa che potenzialmente si potrebbero ridurre quei 55’ appena ottenuti dal miglioramento con la soluzione di tipo A IDEALMENTE ancora di un 60%. Questo “idealmente”, come già anticipato al capitolo ha il significato di non poter ridurre totalmente la durata delle operazioni del 60%. Infatti, introdurre un secondo operatore non azzerava automaticamente i tempi delle operazioni contrassegnate come riducibili. Il dato indica che potenzialmente le tempistiche di cambio formato della riempitrice sono giudicate come “ancora molto riducibili” rispetto al nuovo tempo totale di cambio formato registrato dopo il miglioramento.

Un discorso analogo si può fare per l'aggraffatrice dove è stato calcolato un grado di riducibilità percentuale massimo di alcune operazioni addirittura superiore all'80% del nuovo tempo di cambio formato del macchinario. Questo dato, paragonato con quello precedente della riempitrice ci indica che introdurre un secondo capo impianto potrebbe in potenza ridurre i tempi dell'aggraffatrice di molto (IDEALMENTE dell'82%) e con entità maggiore rispetto a quelli della riempitrice (82% infatti è molto maggiore di 60%).

Le osservazioni appena presentate hanno spinto il Team SMED a preparare una sequenza di cambio formato ottimizzata nell'ottica di eseguire un cambio formato del monoblocco di riempimento con due capi impianto.

9.2.2. Monitoraggio del/i cambio/i formato (situazione migliorata di tipo B: due capi impianto per il CF del monoblocco)

Procedendo analogamente al paragrafo precedente, si è eseguito un secondo monitoraggio (che per semplicità di distinzione chiameremo "soluzione migliorata di tipo B), in data 23/08/21 (quasi un mese di distanza dalla soluzione precedente). In questo caso, il cambio formato monitorato è stato dalla classe SMED "126GL" (Lattina 0,33L Pepsi CLASSIC) alla classe SMED "191" (Lattina SLEEK 0,33L Mineral Water ITA/UK/GR).

Le migliorie del progetto SMED sono state utilizzate anche per l'esecuzione di questa soluzione alternativa di cambio formato. Il tratto distintivo in questo caso è stato quello di portare un secondo capo impianto (op. 4 della confezionatrice) ad aiutare l'altro capo impianto nelle operazioni di setup fisico del monoblocco di riempimento. Una volta completato il cambio formato "a due mani", il primo capo impianto ha continuato le operazioni classiche richieste dal monoblocco (sanificazioni, risciacquo e cambio gusto) mentre il secondo capo impianto è tornato nella sua macchina di competenza (confezionatrice) per eseguirne in autonomia il cambio formato della durata prevista di 90'.

In figura 9.12 è rappresentato un diagramma di Gantt dei tempi teorici di cambio formato che rappresenta l'idea della sequenza di operazioni di cambio formato da svolgere in questa situazione particolare.

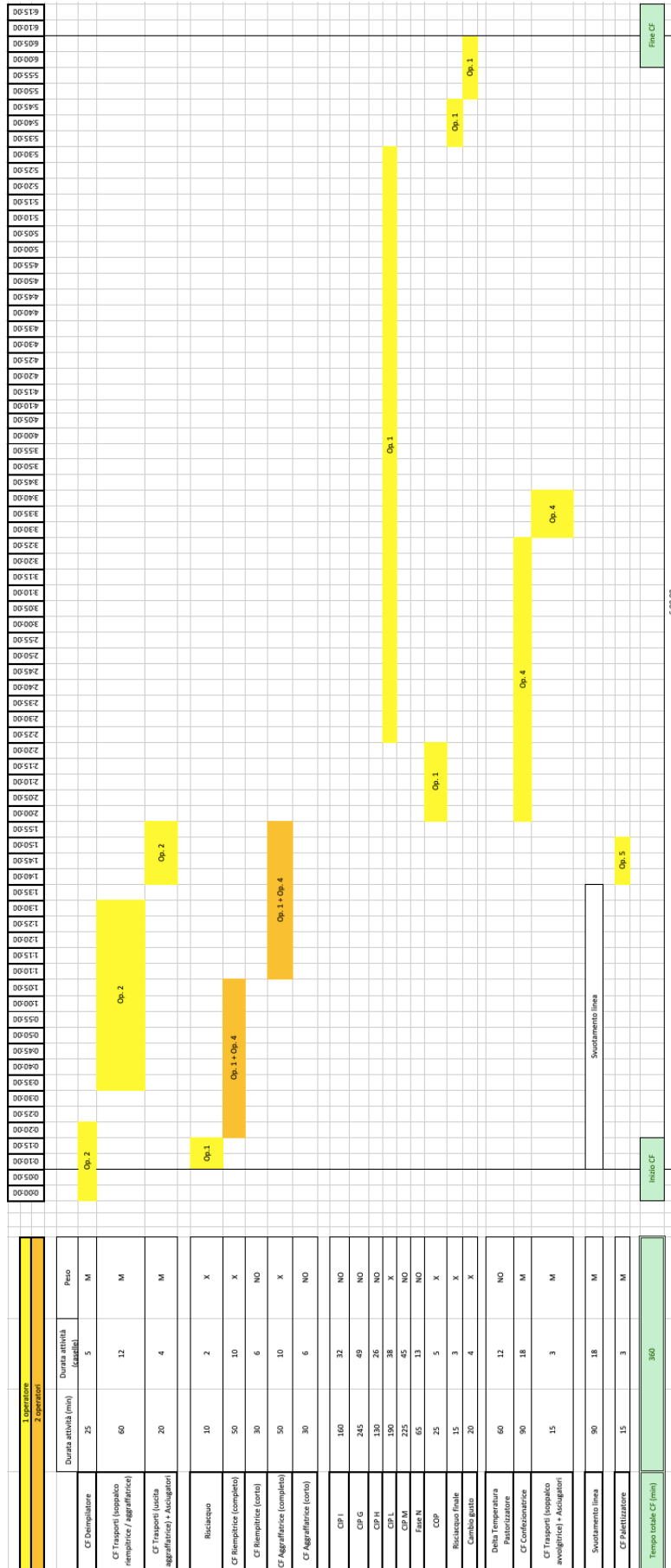


Fig. 9.12 – Possibile Gantt Chart L39 soluzione di tipo B da classe SMED “ 126GL” a classe SMED “ 191” .
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

In questo caso i tempi di cambio formato del monoblocco di riempimento eseguito con due operatori sono stati stimati a 60' per ciascuno dei due macchinari. Questa stima di abbattimento dei tempi è solo un'ipotesi fatta a priori e contiene in sé il dato di un possibile abbattimento del tempo di 40' totali del monoblocco. Questa riduzione temporale verrà confermata o smentita una volta effettuato il monitoraggio.

Anche in questo caso, come al paragrafo precedente non si sono riportati tutti i passaggi per non appesantire ulteriormente l'elaborato ma si è proceduto nello stesso identico modo del paragrafo precedente.

Il risultato finale ha visto la registrazione di un tempo globale di cambio formato della linea pari a 305' (317' di cambio formato totale considerando anche i tempi di run-down e di run-up). La previsione attraverso il diagramma di Gantt di figura 9.12 era stata di 360', quindi la stima dei tempi a priori è stata abbastanza buona, anzi, il risultato ottenuto è andato anche oltre le aspettative previste dal team.

Questo dato temporale ottenuto conferma il fatto che ridurre le tempistiche di cambio formato dei macchinari "collo di bottiglia" riduce di conseguenza le tempistiche globali di cambio formato dell'intera linea. La soluzione proposta in questo caso comporta un duplice vantaggio.

A livello di monoblocco di riempimento non c'è stata una variazione dello svolgimento delle operazioni di cambio formato (non è stato necessario modificare le check-list presentate in precedenza), questo perché i due macchinari non offrono la possibilità di svolgere attività in parallelo. I due capi impianto, quindi, hanno svolto le stesse operazioni insieme, aiutandosi a vicenda.

Per esempio, nel caso di una regolazione manuale con chiave inglese, entrambi stringevano o allentavano le viti o i bulloni. Nel caso di sostituzione dei pezzi meccanici un operatore rimuoveva il pezzo in macchina e lo passava al secondo operatore che lo depositava sul carrello nel vano inferiore. Allo stesso modo il secondo operatore passava i nuovi pezzi da montare in macchina mentre il primo effettuava i fissaggi. Di fatto, non è stato possibile "sfruttare" il secondo operatore per svolgere in parallelo delle attività diverse da quelle che svolgeva il primo operatore in quanto molte volte sarebbero stati di ostacolo a vicenda.

Nelle tabelle 9.7 e 9.8 vengono riportate le nuove suddivisioni delle operazioni di cambio formato rispettivamente della riempitrice e dell'aggraffatrice con i relativi tempi registrati in linea durante il cambio formato.

Tab. 9.7 – Saving temporale della riempitrice della linea 39 dopo il miglioramento (soluzione B).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC									
Attività riempitrice (2 capi impianto)		Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo con 1 capo impianto	Tempo ridotto introducendo 2° operatore	Riducibilità % del CF riempitrice ottenuta con 2° operatore
Preparazione carrello (pezzi CF + utensili)		E	/			/	/		
Regolazione mezzelune di presa lattine		I	00:06:00			SI	00:10:00	00:04:00	7,27%
Rimozione coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella		I	00:03:00			SI	00:05:00	00:02:00	3,64%
Montaggio coclea, blocco ingresso lattina con connettore, stella, controstella		I	00:06:00			SI	00:08:00	00:02:00	3,64%
Regolazione sponde ingresso lattine		I	00:02:00			NO	00:02:00	00:00:00	0,00%
Aggancio staffe dei piantoni		I	00:06:00			SI	00:06:00	00:00:00	0,00%
Svitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:01:00			SI	00:03:00	00:02:00	3,64%
Innalzamento piantone riempitrice		I	00:02:00			NO	00:02:00	00:00:00	0,00%
Sostituzione blocchetti di supporto		I	00:02:00			SI	00:04:00	00:02:00	3,64%
Abbassamento piantone riempitrice		I	00:02:00			NO	00:02:00	00:00:00	0,00%
Avvitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:03:00			SI	00:03:00	00:00:00	0,00%
Sgancio staffe dei piantoni		I	00:06:00			NO	00:06:00	00:00:00	0,00%
Regolazione sponde uscita riempitrice / ingresso aggraffatrice		I	00:04:00			NO	00:04:00	00:00:00	0,00%
			00:43:00	00:00:00	0%		00:55:00	00:12:00	22%
MUDA totale %	0%	Riducibilità % del CF riempitrice ottenuta con 2° operatore	22%	Durata totale CF riempitrice	MUDA totale	MUDA totale %	Tempo con 1 capo impianto	Tempo ridotto introducendo 2° operatore	Riducibilità % del CF riempitrice ottenuta con 2° operatore
L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC									
Attività aggraffatrice (2 capi impianto)		Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo con 1 capo impianto	Tempo ridotto introducendo 2° operatore	Riducibilità % del CF riempitrice ottenuta con 2° operatore

Tab. 9.8 – Saving temporale dell'aggraffatrice della linea 39 dopo il miglioramento (soluzione B).

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

L39 CAMBIO FORMATO da 0,33L SLEEK a 0,33L CLASSIC									
Attività aggraffatrice (2 capi impianto)		Tipologia attività (E=esterna; I=interna)	Durata attività [min]	MUDA [min]	MUDA %	RIDUCIBILE con 2° operatore?	Tempo con 1 capo impianto	Tempo ridotto introducendo 2° operatore	Riducibilità % del CF riempitrice ottenuta con 2° operatore
Preparazione carrello (pezzi CF + utensili)		E	/			/	/		
Svitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:03:00			SI	00:04:00	00:01:00	1,82%
Svitamento viti a brugola del mozzo centrale		I	00:02:00			NO	00:02:00	00:00:00	0,00%
Svitamento viti a brugola e rimozione del mozzo centrale		I	00:02:00			NO	00:02:00	00:00:00	0,00%
Svitamento viti e rimozione della stella espulsore in acciaio		I	00:02:00			NO	00:02:00	00:00:00	0,00%
Svitamento viti e rimozione controstella inferiore in acciaio con connettore elettrico		I	00:02:00			SI	00:03:00	00:01:00	1,82%
Svitamento viti a brugola e rimozione controstella superiore in acciaio		I	00:01:50			SI	00:02:00	00:00:10	0,30%
Svitamento viti e rimozione guida piana in acciaio in ingresso riempitrice		I	00:01:00			SI	00:01:50	00:00:50	1,52%
Preparazione carrello elevatore e martinetto		E	/			/	/		0,00%
Sostituzione stella coperchi in acciaio		I	00:10:00			SI	00:12:00	00:02:00	3,65%
Montaggio nuovi pezzi in ordine opposto (controstella superiore, controstella inferiore con connettore, stella espulsore e guida)		I	00:07:00			SI	00:09:00	00:02:00	3,65%
Rifasamento catena di trasmissione		I	00:08:00			SI	00:09:00	00:01:00	1,82%
Abbassamento / innalzamento della testata		I	00:03:00			NO	00:03:00	00:00:00	0,00%
Avvitamento viti a brugola dei piantoni		I	00:03:00			SI	00:04:00	00:01:00	1,82%
Abbassamento / innalzamento del frangibolla		I	00:01:00			NO	00:01:00	00:00:00	0,00%
			00:45:50	00:00:00	0%		00:54:50	00:09:00	16%
MUDA totale %	0%	Riducibilità % del CF riempitrice ottenuta con 2° operatore	16%	Durata totale CF aggraffatrice	MUDA totale	MUDA totale %	Tempo con 1 capo impianto	Tempo ridotto introducendo 2° operatore	Riducibilità % del CF riempitrice ottenuta con 2° operatore

Dalle tabelle si nota che:

- Per la riempitrice, al paragrafo precedente, si era riportato un grado di riducibilità percentuale delle operazioni potenzialmente pari al 60%. Con l'introduzione del secondo capo impianto, le tempistiche di queste operazioni si sono ridotte del 22% su un massimo di 60. Grazie a questa soluzione si è riusciti a passare da un tempo già migliorato di 55' (soluzione di tipo A) ad uno ottimo di 43', registrato dopo il miglioramento con la soluzione B. La riduzione temporale ottenuta è di ulteriori 12' rispetto alla soluzione A del paragrafo precedente;

- Per l'aggraffatrice, al paragrafo precedente, si era riportato un grado di riducibilità percentuale delle operazioni potenzialmente pari all'82%. Con l'introduzione del secondo capo impianto, le tempistiche di queste operazioni si sono ridotte del 16% su un massimo di 82%. Grazie a questa soluzione si è riusciti a passare da un tempo già migliorato di 54,5' ad uno ottimo di 45,5', registrato dopo il miglioramento con la soluzione B. La riduzione temporale ottenuta è di ulteriori 9' rispetto alla soluzione A del paragrafo precedente.

Il tempo guadagnato con la soluzione B è da imputare soprattutto alla sostituzione dei pezzi fisici dei due macchinari dove uno dei due operatori eseguiva la sostituzione e l'altro prendeva e depositava i pezzi dai carrelli.

9.2.3. Costificazione del cambio formato (situazione migliorata A Vs. B)

Dai risultati appena presentati è evidente che la soluzione di tipo B con due capi impianto ad eseguire il cambio formato del monoblocco di riempimento è quella che porta maggiori benefici. Anche l'opzione A, però, è riuscita a confermare l'effetto positivo delle migliorie introdotte con il progetto SMED. A questo proposito è conveniente riassumere i risultati ottenuti in una tabella paragonandoli alla situazione di partenza non ottimizzata che era stata monitorata per prima. L'obiettivo è quello di evidenziare il saving temporale delle due situazioni migliorate A e B rispetto alla situazione di partenza.

Nella tabella 9.9 è presentata la situazione riassuntiva tra i parametri temporali registrati prima e dopo l'attivazione del progetto SMED (nel dopo sono contemplate le due soluzioni migliorative di tipo A e B).

Tab. 9.9 – Tabella riassuntiva dei miglioramenti temporali rispetto al monitoraggio del cambio formato non ottimizzato.

	Tempo CF Riempitrice [min]	Tempo CF Aggraffatrice [min]	Tempo CF totale monoblocco [min]	Saving tempo CF Riempitrice [min]	Saving tempo CF Aggraffatrice [min]	Saving tempo CF totale monoblocco [min]	Saving percentuale totale sul tempo del CF del monoblocco	Saving percentuale totale sul tempo del CF della linea
AS-IS	72	69	141	/	/	/	/	/
Soluzione di tipo A	55	54,5	109,5	17	14,5	31,5	22%	9%
Soluzione di tipo B	43	45,5	88,5	29	23,5	52,5	37%	14%
Tempo CF L39 registrato [min]	366							

Nel complesso, quindi, l'abbattimento netto del tempo del cambio formato del monoblocco ottenuto con i miglioramenti descritti in precedenza della soluzione A è stato di 17' + 14,5' = 31,5' rispetto al tempo originario monitorato la primissima volta in linea. Questo abbattimento temporale ottenuto rappresenta il 22% del tempo totale di cambio formato del monoblocco registrato prima del miglioramento e circa il 9% del tempo globale di cambio formato della linea intera registrato prima del miglioramento.

Con la soluzione B, invece, i tempi si sono ridotti complessivamente di (17' + 12') + (14,5 + 9') = 52,5' rispetto al tempo originario monitorato la primissima volta in linea. Questo abbattimento temporale ottenuto rappresenta il 37% del tempo totale di cambio formato del monoblocco registrato prima del miglioramento e circa il 14% del tempo globale di cambio formato della linea intera registrato prima del miglioramento.

Questa contrazione dei tempi ha portato benefici diretti (visibili nell'aerogramma di figura 9.13) sui costi del personale impiegato in linea (per l'89% del totale dei costi tangibili) e sui costi relativi ai consumi energetici (per l'11% de totale dei costi tangibili), questo per entrambe le soluzioni A e B.

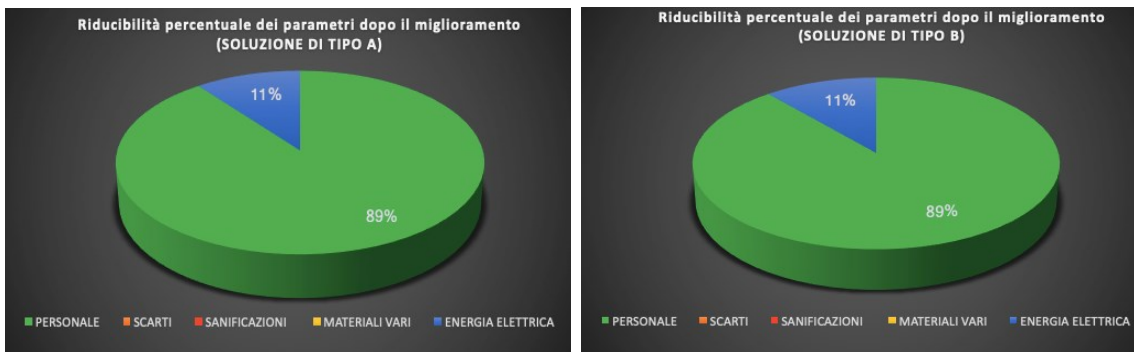


Fig. 9.13 – Riducibilità percentuale dei parametri dopo il miglioramento: a sinistra situazione A, a destra situazione B.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

I saving relativi al miglioramento dei tempi rispetto al cambio formato del monoblocco prima degli interventi sono evidenziati in blu negli istogrammi di figura 9.14 e di figura 9.15, riferiti rispettivamente alla soluzione di tipo A e alla soluzione di tipo B. In rosso è segnato il tempo registrato nel primo monitoraggio in linea prima del miglioramento con il progetto SMED.

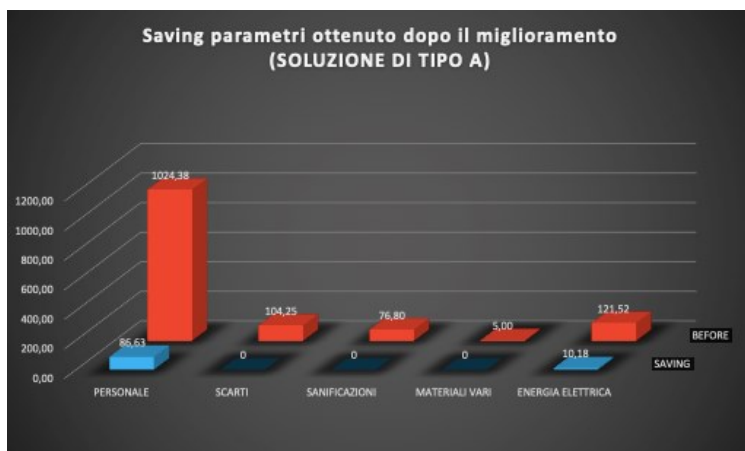


Fig. 9.14 – Saving parametri ottenuto dopo il miglioramento con la situazione A.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

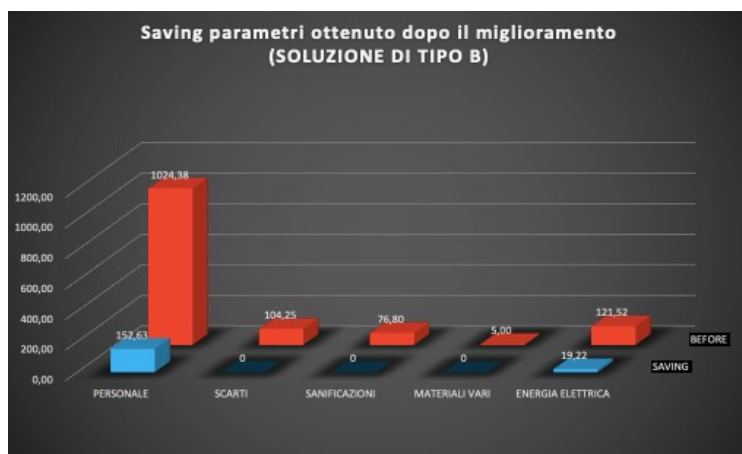


Fig. 9.15 – Saving parametri ottenuto dopo il miglioramento con la situazione B.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Le voci specifiche dei saving associati ai costi tangibili ridotti nei due casi migliorati sono riportate in figura 9.16 e in figura 9.17, rispettivamente per la soluzione A e per la soluzione B.

CALCOLATORE STIMA SAVINGS E PAY-BACK PERIOD DOPO IL MIGLIORAMENTO DELLA LINEA (SOLUZIONE MIGLIORATA DI TIPO A)							
Voce di miglioramento	SAVING TEMPORALE STIMATO/REGISTRATO NEL CF dopo il miglioramento [min/cambio]	SAVING TEMPORALE STIMATO/REGISTRATO IN RUN-DOWN E RUN-UP dopo il miglioramento [min/ripartenza]	SAVING STIMATO/REGISTRATO SCARTI DI MATERIALE IN RIPARTENZA dopo il miglioramento [pz/ripartenza]	SAVING ECONOMICO DEL PERSONALE dopo il miglioramento [€/cambio]	SAVING ECONOMICO DELL'ENERGIA ELETTRICA dopo il miglioramento [€/cambio]	SAVING ECONOMICO SCARTI DI MATERIALE IN RIPARTENZA [€/cambio]	SAVING TOTALE [€/cambio]
Saving	31,5	0	0	86,63	10,18	0	96,80
Voce di miglioramento	INVESTIMENTO RICHIESTO [€]	Frequenza media annuale di utilizzo del macchinario migliorato*3 [volte/anno]	Pay-Back Period [giorni]	Guadagno stimato dopo un anno [€]			
Carrello aggraffatrice, utensileria	700,86	23	110	1525,60			

Fig. 9.16 – Saving costi tangibili, PBP e guadagno dopo un anno ottenuti dopo il miglioramento con la situazione A.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

CALCOLATORE STIMA SAVINGS E PAY-BACK PERIOD DOPO IL MIGLIORAMENTO DELLA LINEA (SOLUZIONE MIGLIORATA DI TIPO B)							
Voce di miglioramento	SAVING TEMPORALE STIMATO/REGISTRATO NEL CF dopo il miglioramento [min/cambio]	SAVING TEMPORALE STIMATO/REGISTRATO IN RUN-DOWN E RUN-UP dopo il miglioramento [min/ripartenza]	SAVING STIMATO/REGISTRATO SCARTI DI MATERIALE IN RIPARTENZA dopo il miglioramento [pz/ripartenza]	SAVING ECONOMICO DEL PERSONALE dopo il miglioramento [€/cambio]	SAVING ECONOMICO DELL'ENERGIA ELETTRICA dopo il miglioramento [€/cambio]	SAVING ECONOMICO SCARTI DI MATERIALE IN RIPARTENZA [€/cambio]	SAVING TOTALE [€/cambio]
Saving	52,5	6	0	152,63	19,22	0	171,85
Voce di miglioramento	INVESTIMENTO RICHIESTO [€]	Frequenza media annuale di utilizzo del macchinario migliorato*3 [volte/anno]	Pay-Back Period [giorni]	Guadagno stimato dopo un anno [€]			
Carrello aggraffatrice, utensileria	700,86	23	62	3251,68			

Fig. 9.17 – Saving costi tangibili, PBP e guadagno dopo un anno ottenuti dopo il miglioramento con la situazione B.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Quantitativamente, nel primo caso (soluzione A), il risparmio complessivo per ogni cambio formato che si eseguirà in futuro è quasi pari al centinaio di euro (96,80 euro). Nel secondo caso (soluzione B), il risparmio è maggiore - visto che i tempi di cambio sono inferiori - ed è stimato intorno ai 172 euro (171,75 euro) per ogni cambio formato che si eseguirà in futuro.

Una volta quantificato il risparmio economico di ogni singolo cambio formato futuro per entrambe le soluzioni proposte, è possibile calcolare un Pay-Back Period semplice, tenendo a mente i costi degli interventi apportati. In questo caso si è fatto riferimento ai costi sostenuti per l'acquisto del carrello dell'aggraffatrice (595 euro) e quelli relativi all'acquisto dell'utensileria per i cambi dei trasporti, dei ribaltini e degli asciugatori (105,86 euro).

Il risultato del Pay-Back Period semplice è stato quantificato come prodotto dell'investimento per i giorni di lavoro annui della linea (stimati a 350 giorni/anno) il tutto diviso per la frequenza dei cambi formato e per il saving ottenuto dall'introduzione delle migliorie come riporta la formula 9.1:

$$PBP = \frac{\text{investimento [euro]} \cdot 350[\text{giorni}]}{\text{frequenza CF "lungo" da 300' [cambi/anno]} \cdot \text{saving [euro/cambio]}} \quad 9.1$$

Invece, l'indicatore relativo al recupero monetario dopo un anno è stato ottenuto con la formula 9.2:

$$\text{Guadagno dopo 1 anno} = (350 - PBP) \cdot \frac{\text{frequenza CF "lungo" da 300' }}{350} \cdot \text{saving} \quad 9.2$$

Anche in questa formula la frequenza di cambio formato (stimata in futuro) è espressa in [cambi/anno] e il saving (ottenuto con le migliorie introdotte) in [euro/cambio].

I risultati ottenuti per la soluzione migliorativa di tipo A e per quella di tipo B sono riportati rispettivamente nelle figure 9.16 e 9.17 presentate in precedenza.

A fronte di una spesa totale di poco superiore ai 700 euro e, assumendo che questa tipologia di cambio formato si ripresenti con la stessa frequenza di 23 cambi/anno in futuro, si è calcolato:

- Per la soluzione A, un Pay-Back Period semplice pari a 110 giorni (poco meno di quattro mesi) con un guadagno stimato dopo un anno poco superiore ai 1500 euro;
- Per la soluzione B, un Pay-Back Period semplice pari a 62 giorni (poco più di due mesi) con un guadagno stimato dopo un anno poco superiore ai 3250 euro.

Complessivamente i risultati ottenuti sono molto soddisfacenti e delineano un forte stacco rispetto all'esecuzione del cambio formato che si operava prima dell'implementazione.

10. POSSIBILI INTERVENTI FUTURI DI MIGLIORAMENTO

In questo ultimo capitolo si conclude l'elaborato presentando il diagramma di Gantt allo stadio finale del progetto SMED, con istantanea relativa a qualche giorno prima che si concludesse l'esperienza in azienda. Si prosegue poi, descrivendo alcune iniziative e/o proposte emerse durante lo sviluppo del progetto SMED che, tuttavia, non hanno riscosso interesse o non hanno trovato applicazione fondata nel processo di implementazione del cambio formato. Infine, si passa alla trattazione della fase finale che chiude il ciclo OPDCA, ovvero quella relativa all'azione futura (Act) mossa da principi di miglioramento continuo. Sulla base di questo quinto passaggio del ciclo, si riportano gli ulteriori miglioramenti implementabili sulla linea nel medio-lungo termine e che non sono stati trattati al capitolo precedente in quanto programmati (o in fase di programmazione) ma non conclusi.

10.1. Gantt Chart allo stadio finale del progetto SMED

Una volta verificate le migliorie introdotte grazie all'applicazione del progetto SMED, è stato possibile completare il diagramma di Gantt relativo al progetto che era stato precedentemente proposto al paragrafo 7.2.2 dell'elaborato. In figura 10.1 si riporta il diagramma allo stadio finale, che coincide con un'istantanea dell'andamento del progetto fissata nel mese di settembre, ultimo periodo di permanenza in azienda.

ATTIVITA'	TEAM MEMBERS	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Effettuare un'analisi per definire le linee sulle quali operare utilizzando lo studio dei dati storici degli ultimi anni.	Cervaro, Fantin, Bottacin			Fatto 05/03									
Fare una analisi dei cambi formato per determinare i cambi più ricorrenti e più significativi. Obiettivo: definire dove si impiega maggiormente il tempo durante il cambio formato.	Cervaro, Fantin, Bottacin			Fatto 29/03	X								
Andare nelle linee di produzione a vedere l'ambiente di lavoro e discutere con i Tecnici Linea riguardo le inefficienze e i possibili margini di miglioramento.	Cervaro, Bottacin, Pesce, Basso, Ruiz				Fatto 21/04								
Monitorare ripetutamente i cambi formato sulla/e linea/e di interesse.	Cervaro, Bottacin, Pesce, Basso, Ruiz				Fatto da 25/05 a 23/08								
Definire le azioni migliorative e i costi/benefici.	Cervaro, Botacin, Pesce, Basso, Ruiz					Anticipato da 01/05 a 14/07							
Realizzare i miglioramenti decisi.	Pesce, Ruiz							Fatto da 01/07 a 23/08		X			
Verificare sul campo le migliorie introdotte.	Cervaro, Bottacin, Tecnici Linea								Fatto da 01/08 a 01/09				
Aggiornare i tempi di cambio formato nelle matrici.	Cervaro, Bottacin, Tecnici Linea					Anticipato da 01/06 a 20/07							
Tempi di svuotamento: fare revisione per tutte le linee comprese quelle coinvolte nel progetto.	Cervaro, Bottacin, Pesce, Tecnici Linea								Fatto da 23/08 a 02/09				
Formare il personale.	Basso					Anticipato da 01/06 a 23/08							

Fig. 10.1 – Gantt Chart allo stadio finale del progetto SMED.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Dal confronto con il diagramma di inizio progetto (si veda il paragrafo 7.2.2) si nota che alcune attività hanno subito una contrazione temporale (indicate con una X su fondo arancione) ad

indicare che per queste attività era stato previsto un tempo superiore a quello che poi effettivamente è servito per svolgerle. È il caso della fase di analisi preliminare dei dati e della realizzazione dei miglioramenti che si sono risolte con un mese di anticipo rispetto ai programmi. Questa riduzione temporale è stata ottenuta grazie ad una maggior dedizione quotidiana da parte di tutti i componenti dei team, in particolare del Team SMED per affrontare queste attività giudicate molto delicate.

Altre attività, invece, sono state stimate bene a livello temporale, ma per una serie di concomitanze in corso d'opera sono state anticipate temporalmente rispetto alle previsioni, anche di qualche mese. Tra queste, l'aggiornamento dei tempi teorici di cambio formato delle matrici SMED. Questa attività era stata pensata come il completamento del percorso e invece si è dovuta anticipare per ovviare al fatto che si erano notati dei disallineamenti temporali della matrice SMED dei tempi teorici della linea 39 con i tempi reali registrati in linea. Per questo motivo l'aggiornamento dei tempi delle matrici è stato anticipato.

Nel diagramma, è anche presente un'attività (formazione del personale) che, oltre ad essere stata anticipata, è stata anche segnalata con il simbolo di una freccia azzurra ad indicare uno sviluppo continuato nel tempo di questa azione, che deve prolungarsi in ottica di miglioramento continuo.

In definitiva, come era già stato accennato al paragrafo 7.2.2, il diagramma di Gantt originario ha subito delle modifiche in corso d'opera. Fortunatamente, si sono verificate delle contrazioni temporali - o ancora meglio degli anticipi - delle attività e non degli allungamenti temporali o dei ritardi. Questo è stato dovuto soprattutto alla gran disponibilità delle persone che sono state coinvolte nel progetto e che sono riuscite a collaborare al meglio sacrificando buona parte del loro tempo nella routine quotidiana per la buona riuscita dell'implementazione del progetto della linea 39.

10.2. Validazione e conferma dei risultati ottenuti: fase di azione del ciclo OPDCA e principio del miglioramento continuo

L'ultima fase del ciclo OPDCA è quella più difficile da attuare in quanto contiene al suo interno il tentativo di perseguire il principio di miglioramento continuo tipico della filosofia Kaizen. Una volta che gli interventi sono stati apportati e che ci si è sincerati della validità dei miglioramenti apportati al processo produttivo, è necessario continuare ad agire seguendo la strada intrapresa. Solo in questo modo si renderà efficace e duraturo il processo di implementazione. Questo il motivo per cui nel paragrafo 10.4 si presenteranno sinteticamente una serie di azioni migliorative che devono essere pianificate/programmate o che sono già in corso di svolgimento.

Inoltre, nonostante i numerosi interventi apportati alla linea, durante il periodo di pianificazione e sviluppo del progetto SMED, erano emerse altre proposte di miglioramento dal confronto continuo con i diversi team di lavoro coinvolti nel progetto (sempre in ottica SMED). Questi spunti vengono presentati di seguito al paragrafo 10.3 per evidenziare alcuni possibili interventi che non si sono concretizzati durante il periodo di permanenza in azienda a causa della loro dispendiosità che li ha classificati come interventi economicamente non sostenibili o non in linea con le politiche aziendali.

10.3. Possibili interventi non realizzabili al momento

Alcune possibili proposte implementative che non si sono concretizzate durante l'esperienza in azienda, ma che avrebbero potuto portare innumerevoli benefici sono state le seguenti:

- Parallelizzazione delle attività tra riempitrice e aggraffatrice: questo tipo di miglioramento - assolutamente in linea con i principi SMED teorizzati da Shingo - non è risultato realizzabile sul monoblocco di riempimento della linea 39. La causa principale è da imputare al fatto che i due macchinari che costituiscono il monoblocco sono mossi contemporaneamente dallo stesso motore. Non è possibile pertanto agire sulla riempitrice e nello stesso tempo effettuare delle azioni sull'aggraffatrice perché ci sarebbe il rischio per gli operatori di operare su una macchina che può muoversi da un momento all'altro senza controllo. Tuttavia, nel caso in cui ci fosse la possibilità di disaccoppiare le due macchine inserendo un motore supplementare o escludendo la movimentazione di uno dei due macchinari, il saving temporale di cambio formato del monoblocco di riempimento si aggirerebbe intorno al 50% rispetto al tempo attuale. Infatti, si riuscirebbe a passare dai 120-140 minuti ottenibili con la soluzione di tipo A ai 60-70 minuti di cambio formato complessivi dell'intero monoblocco. Questo implicherebbe un cambio formato della durata poco superiore all'ora (sia per la riempitrice, sia per l'aggraffatrice) e consentirebbe di "mascherare" i tempi di cambio formato di una macchina con quelli dell'altra (parallelizzazione). Infatti se il primo capo impianto eseguisse il cambio formato della riempitrice in 60-70 minuti, contemporaneamente, il secondo capo impianto potrebbe eseguire il cambio formato dell'aggraffatrice impiegando le stesse tempistiche. Dopo circa un'ora dall'arresto della riempitrice si otterrebbe già il cambio completo del monoblocco di riempimento. Questa soluzione attualmente risulta la migliore ottenibile e, seppur molto appetibile, è stata giudicata non fattibile per via dei costi di realizzazione troppo elevati che si aggirerebbero intorno al costo di acquisto di un nuovo monoblocco di riempimento;
- Ipotesi di automatizzare la salita e la discesa dei piantoni della riempitrice senza doverla fissare con dei blocchi. Anche in questo caso, l'intervento di automatizzazione della salita e della discesa dei piantoni della riempitrice potrebbe far guadagnare fino a una ventina di minuti sul totale di 60-70 minuti ma come il precedente intervento è stato giudicato troppo oneroso in termini di costi;
- Ipotesi di sostituire il macchinario: il monoblocco di riempimento è una macchina non di recente acquisto e visto che negli anni a venire il trend del consumo di bibite in lattina è in forte crescita, si è anche valutata l'idea di acquistare un nuovo macchinario in grado di effettuare il filling del prodotto e l'aggraffatura dei coperchi. L'ipotesi è stata scartata per gli elevati costi di acquisto e di installazione di un ipotetico nuovo monoblocco di riempimento più performante (65 000 lattine/ora al posto di 60 000 attuali), anche per via degli spazi ridotti che dispone la linea 39 in quella zona di stabilimento. Tuttavia, questa strada non è stata accantonata del tutto, infatti, si è portato sul tavolo l'idea di acquistare un nuovo aggregato dell'aggraffatrice da aggiungere al corpo macchina già presente. Questo aggregato verrebbe utilizzato per il caricamento automatico dei tappi. Questa modifica non andrebbe a migliorare direttamente i tempi di cambio formato dell'aggraffatrice in quanto i coperchi delle lattine non richiedono regolazioni, tuttavia, si riuscirebbe ad agevolare - o addirittura a rimuovere - l'operatore addetto al caricamento tappi. Nella seconda ipotesi (rimozione di un operatore), si ridurrebbero i costi del personale durante ogni cambio formato visto che si andrebbero a comporre squadre da quattro operatori al posto di cinque operatori. Questa ipotesi è attualmente sotto studio;

- Lavaggi monoblocco riempimento non riducibili: come ampiamente discusso in questo elaborato, i tempi di sanificazione non sono stati modificati per conformità dei sanificanti o per vincoli imposti dai fornitori/clienti (cioè le aziende per cui Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. imbottiglia). Questo problema, tuttavia, è in corso di studio in quanto si potrebbe valutare l'idea di acquistare - in accordo con i clienti – dei sanificanti più performanti che consentirebbero una riduzione dei tempi di sanificazione. Alternativamente, una soluzione da studiare attentamente allo stato attuale delle cose e che potrebbe garantire dei possibili margini di miglioramento temporale – seppur esigui, cioè dell'ordine di qualche minuto – sarebbe quella di variare alcuni parametri presenti nella tabella 10.1 delle sanificazioni.

Tab. 10.1 – Tabella dei parametri di sanificazione della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Aspetti ambientali					
<p>* Gli imballi vuoti devono essere bonificati prima del conferimento all'interno di appositi contenitori per i rifiuti. Rispettare le indicazioni per la raccolta differenziata eliminando l'etichetta dall'imballo * Residui della sostanza/miscela o panni sporchi di tali sostanze devono essere posti all'interno di un contenitore con l'indicazione della sostanza/miscela contenuta. Il contenitore deve essere conferito presso l'area di gestione rifiuti * Eventuali sversamenti devono essere raccolti tempestivamente per evitare la dispersione della sostanza/miscela nella rete fognaria dello stabilimento</p>					
PRODOTTI CHIMICI	conc.	unit.	temp. C°	TEMPO DI CONTATTO	FRASI DI RISCHIO E DPI
DIVOSAN ACTIV VT 5 Prodotto disinfettante acido utilizzato per l'inviasamento dei circuiti	STD= 200 +/- 100 POMPA AL 70% SHOCK STD= 400 +/- 100 POMPA AL 85%	ppm	ambiente	24-72 ORE	VEDI ISTRUZIONE OPERATIVA PUBBLICATA A PORTALE IN SISTEMA GESTIONE INTEGRATO, P17 \\sbn\bn01\sicurezza.portale\IS-DOCUMENTI DEL SG\P17_Gestione Prodotti Chimici\03-Scorab-Paese
DIVERFLOW DS Prodotto alcalino utilizzato per i CIP	STD= 0,7 +/- 0,1	%NaOH	75-85	40 MINUTI	
PASCAL VAS Prodotto acido utilizzato per i CIP	STD=0,6 +/- 0,1	%HNO ₃	65-75	30 MINUTI	
P3 TOPAX 66 Prodotto detergente alcalino schiumogeno per il CIP	STD=2 +/- 1	%W/W	ambiente	10-15 MINUTI	
P3 TOPACTIVE DES Prodotto DESINFETTANTE schiumogeno per il CIP	STD=2 +/- 1	%W/W	ambiente	10-15 MINUTI	
CIP POST- PASTORIZZATORE					
REMOVIL EXTRA Prodotto alcalino	STD=1,2 MIN=0,8 MAX=1,5	%NaOH	75 +/- 5	60 MINUTI	VEDI ISTRUZIONE OPERATIVA PUBBLICATA A PORTALE IN SISTEMA GESTIONE INTEGRATO, P17 \\sbn\bn01\sicurezza.portale\IS-DOCUMENTI DEL SG\P17_Gestione Prodotti Chimici\03-Scorab-Paese
PASCAL Prodotto acido	STD=0,3 MIN=0,3 MAX=1	%HNO ₃	30 +/- 5	40 MINUTI	
DIVOSAN ACTIV VT 5 Prodotto disinfettante acido per l'inviasamento	STD= 500 +/- 100	ppm	ambiente	24-72 ORE	
UDM : Unità Di Misura %W/W : % prodotto chimico usato STD: Valore Standard					

Dalla seconda riga della tabella si nota per esempio che il sanificante alcalino Diverflow DS (quello impiegato nei cambi formato monitorati al capitolo 8 dell'elaborato) deve essere portato a una certa temperatura compresa tra 75°C e 85°C (quindi richiede un certo tempo di riscaldamento) e solo in seguito può essere fatto circolare nelle condotte interne con un tempo effettivo di sanificazione pari a 40 minuti. I potenziali saving temporali da studiare in questo caso potrebbero derivare sia dal primo parametro (temperatura, indicato con “temp. C°” nella quarta colonna da sinistra) agendo sul meccanismo di riscaldamento (saving non quantificabile in quanto c'è la totale assenza di dati a riguardo), sia dal secondo parametro (tempo di contatto, nella penultima colonna) incrementando dove possibile la concentrazione del sanificante (indicato con “conc.”, nella seconda colonna).

10.4. Possibili interventi realizzabili in futuro

Come accennato, oltre agli interventi scartati presentati al paragrafo precedente, è stato stilato un elenco di azioni migliorative non eseguite durante il periodo di implementazione del progetto SMED ma che sono in programma o addirittura in corso di svolgimento attualmente (gennaio 2022). Il progetto SMED sulla linea 39 continua.

10.4.1. Gantt Chart: strumento visual di standardizzazione dei cambi formato

Come già visto al capitolo precedente, uno degli strumenti più utilizzato per la standardizzazione del cambio formato durante il progetto SMED è stato il diagramma di Gantt. Questo diagramma

è stato giudicato come un vero e proprio riferimento che in un futuro immediato potrebbe entrare a far parte della realtà operativa di ogni cambio formato, non solo della linea 39 ma anche di tutte le altre presenti nello stabilimento.

Infatti, la validità di questo strumento è generale e risulta applicabile non solo alle linee di imbottigliamento di un'azienda come Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., ma è estendibile a una qualsiasi linea dotata di macchinari che necessitano di un cambio formato per passare da un lotto di prodotto A ad un lotto di prodotto B. Il prerequisito per l'attuazione di questo metodo è che l'azienda rientri in una visione di industria 4.0, in modo che si possano ricevere in tempo reale una mole di dati processabili e analizzabili da cui tratte dei feedback per instaurare un confronto continuo con i modelli teorizzati.

L'idea che si vuole sviluppare e che potrebbe essere implementata a breve è quella di rendere disponibili questi diagrammi - attualmente in fase di sviluppo e che dovrebbero essere inseriti nella rete internet aziendale - alle singole postazioni di lavoro degli operatori. Il collegamento tra la rete dell'azienda e il gemba, in questo caso avverrebbe mediante dei tablet che attualmente sono già presenti in linea in ognuna delle postazioni di lavoro.

In figura 10.2 è rappresentato un estratto del file Excel che al momento è in corso di studio e di composizione unicamente per le linee 31 e 39 (in figura 10.2 è riportato quello della linea 39), considerate come linee pilota del progetto "Gantt per SMED".

Il file risulta costituito da un primo foglio (visibile per intero in figura 10.2) dove compaiono due matrici: la tabella a sinistra riporta l'elenco aggiornato di tutti i prodotti processabili dalla linea in questione che sono catalogati in base alla classe SMED di appartenenza; la tabella a destra, invece, riporta l'elenco delle classi SMED dei prodotti processabili dalla linea. Entrambe le tabelle presentano dei filtri (strumento dati di Excel che consente di ricercare rapidamente un termine presente in una colonna di una tabella per esempio).

Linea	CODICE	Descrizione	Classe prodotto	Descrizione	STATUS	SOSTITUI TO	FORMATO DI PARTENZA	FORMATO DI ARRIVO
39	1360	LATT. THE LIMONE 0,33L SB SLEEK NABA 2016	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105
39	1361	LATT. THE PESCA 0,33L SB SLEEK NABA 2016	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP
39	1362	LATT. THE VERDE 0,33L SB SLEEK NABA 2016	4035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1528	105 THE 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	1035B
39	1370	LATT. THE LIMONE 0,25L SB F24 ITA+EXP 16	64	THE 0,25L LATT.	FUORI-PROD;		105 PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL
39	1371	LATT. THE PES.0,25L SB F24 ITA+EXP 16	64	THE 0,25L LATT.			105 BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. LIMPIDO)	102L
39	1373	LATT. THE LIMONE 0,33L SB F24 16	655B	THE 0,33L LATT.			105 BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. SUCCO)	102S
39	1374	LATT. THE PESCA 0,33L SB F24 16	655B	THE 0,33L LATT.			105 ARANCIA PEPISCO 0,33L (SLEEK)	127C3S
39	1379	LATT. THE LIMONE 0,33L SB SLEEK NABA 17	4035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1560	105 SEVEN UP 0,33 (SLEEK)	127C3L
39	1380	LATT. THE PESCA 0,33L SB SLEEK NABA 17	4035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1561	105 THE 0,33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	65LP
39	1381	LATT. THE VERDE 0,33L SB SLEEK NABA 17	4035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1562	105 THE 0,33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB
39	1397	LATT. THE LIM.0,33L SB SLEEK LIM.EDIT.15	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	44
39	1398	LATT. THE PES.0,33L SB SLEEK LIM.EDIT.15	109	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 ARANCIA PEPISCO 0,33 (CLASSIC)	126C3S
39	1399	LATT. THE VER.0,33L SB SLEEK LIM.EDIT.15	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 LATTINA SEVEN UP 0,33L.2007	126C3L
39	1442	LATT. SLEEK CLEMENTINA 1^ SPREM. 0,33 SB	102S	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK			105 PEPSI 0,33 (CLASSIC)	126GL
39	1443	LATT. SLEEK LIMONE 1^ SPREM. 0,33 SB	102S	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK			105 THE 0,25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP
39	1444	LATT. SLEEK CHINOTTO 1^ SPREM. 0,33 SB	102L	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK			105 THE 0,25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB
39	1470	LATT. THE LIMONE 0,25L SB F24 ITA+EXP 12	64	THE 0,25L LATT.			105 PEPSI 0,25L LATT.	40
39	1471	LATT. THE PESCA 0,25L SB F24 ITA+EXP 12	64	THE 0,25L LATT.			105 ACQUA NAT 0,33L (SLEEK)	190
39	1472	LATT. THE LIMONE 0,33L SB F24 NF	655B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 ACQUA FRIZZ 0,33L (SLEEK)	191
39	1474	LATT. THE PESCA 0,33L SB F24 NF	655B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 ACQUA NAT 0,25L LATT. (SLEEK)	188
39	1560	LATT. THE LIMONE 0,33L SB SLEEK NABA 18	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 ACQUA FRIZZ 0,25L LATT. (SLEEK)	189
39	1561	LATT. THE PESCA 0,33L SB SLEEK NABA 18	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			105 OASIS ORANGINA 0,33L LATTINA SLEEK	198
39	1562	LATT. THE VERDE 0,33L SB SLEEK NABA 18	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			103LP THE 0,33L LATTINE FERRERO (SLEEK)	105
39	1596	SAN BENEDETTO THE LIMONE 0,33 SLEEK NABA 2019	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			103LP THE 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP
39	1597	SAN BENEDETTO THE PESCA 0,33 SLEEK NABA 2019	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			103LP THE 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB
39	1649	LATT. SLEEK 0,33L SB THE LIMONE 20	4035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1663	103LP PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL
39	1650	LATT. SLEEK 0,33L SB THE PESCA 20	4035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1649	103LP BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. LIMPIDO)	102L
39	1650	SAN BENEDETTO THE PESCA LATTINA SLEEK 0,33L-2020 (EX-NABA)	4035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1664	103LP ARANCIA PEPISCO 0,33L (SLEEK)	127C3S
39	1663	San Benedetto The limone lattina sleek 0,33L 2021	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK	FUORI-PROD;	1650	103LP SEVEN UP 0,33 (SLEEK)	127C3L
39	1683	SAN BENEDETTO The pesca lattina sleek 0,33L 2021	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			103LP THE 0,33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	65LP
39	1684	SAN BENEDETTO THE PESCA ZERO LATTINA SLEEK 0,33L	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			103LP THE 0,33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB
39	1844	MILLENNIUM WATER 0,25L SLEEK NATURALE	188	ACQUA 0,25 LATTINE SLEEK			103LP THE 0,33 LATTINE LIPTON (SLEEK)	44
39	1845	MILLENNIUM WATER 0,25L SLEEK FRIZZANTE	189	ACQUA 0,25 LATTINE SLEEK			103LP ARANCIA PEPISCO 0,33 (CLASSIC)	126C3S
39	1855	SAN BENEDETTO THE VERDE ZERO 0,33 L LATTINA SLEEK	1035B	THE 0,33L LATTINE SLEEK			103LP LATTINA SEVEN UP 0,33L.2007	126C3L
		Tabella CF					103LP THE 0,25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP

Fig. 10.2 – Estratto del file relativo ai diagrammi di Gantt per i cambi formato della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Ogni operatore dal suo dispositivo potrebbe selezionare dalla tabella di sinistra il codice di prodotto che la linea attualmente sta producendo e quello che dovrà produrre in seguito al cambio formato (queste due informazioni sono note agli operatori attraverso dei cartacei forniti dagli Uffici di Produzione). Per esempio, con riferimento alla tabella 10.2 mettiamo il caso che la linea attualmente stia producendo il codice prodotto finito 8000 e che sui cartacei forniti dall'Ufficio Produzione, il prossimo codice prodotto finito da produrre sia il 1683. L'operatore, utilizzando lo strumento "filtro" di Excel sulla colonna denominata "CODICE" potrà inserire i valori di 8000 e di 1683 relativi ai due codici di prodotto finito, ai quali saranno associate due classi SMED, ovvero rispettivamente la classe 105 per il primo e quella 103SB per il secondo. Ricordando che, ad ogni codice di prodotto finito (univoco) è associata la rispettiva classe SMED, l'operatore identificherà il cambio formato in termini di classi SMED e non più di codici prodotto finito: il cambio formato sarà da classe 105 a classe 103SB.

Tab. 10.2 – Tabella di sinistra della figura 10.2.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Linea	CODICE	Descrizione	Classe prodotto	Descrizione	STATUS
39	8000	ESTATHE' L.0,33L LATT.SLEEK FER.77175884	105	IE 0,33L LATTINE FERRERO SLEEK	
39	1683	SAN BENEDETTO THE LIMONE ZERO LATTINA SLEEK 0,33L	103SB	THE 0,33L LATTINE SLEEK	

Con questa nuova informazione ottenuta - sulla quale le matrici SMED dei tempi teorici sono compilate - a questo punto l'operatore potrà filtrare le due classi SMED nella tabella 10.3 alla voce "classe": prima filtrerà la seconda colonna della tabella (denominata classe, relativa al formato di partenza) con il numero 105, in seguito filtrerà la quarta colonna della tabella (denominata classe, relativa al formato di arrivo) con il numero 103SB. La riga è riquadrata in rosso.

Tab. 10.3 – Tabella di destra della figura 10.2.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

FORMATO DI PARTENZA		FORMATO DI ARRIVO		CF GENERICO L39
Descrizione	Classe	Descrizione	Classe	
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	CF DA 105 a 105
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE' 0,33L LATTINE LIPTON (SLEEK)	103LP	CF DA 105 a 103LP
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE' 0,33L LATTINE SB (SLEEK)	103SB	CF DA 105 a 103SB
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0,33L (SLEEK)	127GL	CF DA 105 a 127GL
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. LIMPIDO)	102L	CF DA 105 a 102L
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0,33L LATTINE SLEEK (GAS. SUCCO)	102S	CF DA 105 a 102S
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANCIATA PEPISCO 0,33L (SLEEK)	127C3S	CF DA 105 a 127C3S
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	SEVEN UP 0,33 (SLEEK)	127C3L	CF DA 105 a 127C3L
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE' 0,33L LATTINE LIPTON (CLASSIC)	65LP	CF DA 105 a 65LP
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE' 0,33L LATTINE SB (CLASSIC)	65SB	CF DA 105 a 65SB
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	BIBITE 0,33L LATT. (7 UP) (CLASSIC)	44	CF DA 105 a 44
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ARANCIATA PEPISCO 0,33 (CLASSIC)	126C3S	CF DA 105 a 126C3S
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	LATTINA SEVEN UP 0,33LT.2007	126C3L	CF DA 105 a 126C3L
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0,33 (CLASSIC)	126GL	CF DA 105 a 126GL
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE' 0,25L LATT. LIPTON (CLASSIC)	64LP	CF DA 105 a 64LP
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	THE' 0,25L LATT. SB (CLASSIC)	64SB	CF DA 105 a 64SB
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	PEPSI 0,25L LATT.	40	CF DA 105 a 40
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT. 0,33L (SLEEK)	190	CF DA 105 a 190
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ 0,33L (SLEEK)	191	CF DA 105 a 191
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA NAT' 0,25L LATT. (SLEEK)	188	CF DA 105 a 188
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	ACQUA FRIZZ 0,25L LATT. (SLEEK)	189	CF DA 105 a 189
THE 0,33 LATTINE FERRERO (SLEEK)	105	OASIS ORANGINA 0,33L LATTINA SLEEK	198	CF DA 105 a 198

Ad ogni riga, verrà associato all'estrema destra un collegamento ipertestuale (sottolineato ed evidenziato in blu nella tabella 10.3, a destra della tabella). Cliccando sopra questo link l'operatore verrà rimandato al foglio Excel raffigurante il diagramma di Gantt del cambio formato

specifico selezionato. Il diagramma di Gantt rappresentato in questo foglio è simile per costruzione a quelli presentati al capitolo precedente, come quello raffigurato nell'immagine 9.5.

Tutti i cambi formato della linea saranno presenti in questo file come fogli (come evidenzia la parte inferiore dell'immagine 10.2, dove sono presenti i nominativi dei fogli e dove per ogni foglio è presente un cambio formato).

In questo modo, cliccando sul collegamento ipertestuale di un dato cambio formato, l'operatore verrà reindirizzato sul foglio in cui sarà graficato il diagramma di Gantt relativo al cambio formato scelto. La forma e la costruzione di questi diagrammi sono in tutto e per tutto identiche a quelle presentate per la linea 39. L'unica differenza si avrà graficamente nei diagrammi di Gantt a livello di struttura e di voci di cambio formato che saranno diverse tra la linea 31 e la 39 per via dei differenti macchinari che esse presentano su cui eseguire il cambio formato.

Il file attualmente è in fase di costruzione e rappresenta un possibile prototipo di quello che un giorno potrebbe essere realizzato da un software industriale mediante il quale ogni operatore potrà accedere per verificare la procedura corretta e standardizzata di cambio formato del suo macchinario rispetto al cambio formato di tutti i macchinari della linea. In questo caso si vuole evidenziare la struttura e la sequenza di operazioni di cambio formato a livello di linea e non la procedura specifica di cambio formato delle specifiche macchine che, al contrario, verranno standardizzate con delle check-list da apporre direttamente sul singolo macchinario.

In linea 39 per esempio, ogni macchina della linea presenta la sua postazione dedicata dove è presente un tablet da cui gestire e processare le informazioni che arrivano dalla rete (lotti da produrre, cambi formato da realizzare, etichette e tracciamento dei prodotti, etc...). In questo modo, ogni operatore sarebbe in grado di visualizzare la corretta sequenza di operazioni da eseguire a livello generale di linea per ogni cambio formato possibile.

Il diagramma di Gantt potrebbe generare un beneficio non tangibile per le procedure di cambio formato agendo sul miglioramento dell'organizzazione della squadra di operatori. Questa proposta di implementazione è scaturita da un'osservazione durante il monitoraggio di un cambio formato nella linea 31, ovvero l'altra linea su cui è stato applicato un progetto SMED durante la permanenza in azienda.

Infatti, osservando alcuni cambi formato identici sulla carta (più specificatamente dalla classe SMED "4" alla classe SMED "5") e stimati dalla matrice SMED dei tempi teorici con un tempo totale di setup fisico pari a 140', si è osservato che il tempo era effettivamente rispettato tranne in alcuni casi, ovvero quando durante il cambio formato vi era un maggior numero di capi impianto presenti in linea.

Il tempo di cambio formato così registrato si riduceva quasi del 30% e il successo di questo abbattimento dei tempi era proprio riconducibile alla presenza dei capi impianto. Questo non tanto a livello di forza lavoro in più, bensì per quanto riguarda la maggiore conoscenza ed esperienza degli stessi che consentivano un'organizzazione del cambio formato più agevole e rapida. Un numero maggiore di capi impianto consentiva su questa linea di avvisare e comunicare con altri operatori o addetti alla logistica interna per accelerare le operazioni di caricamento dei pallet, di sgombrare delle aree, indirizzare gli operatori sulla sequenza di cambio dei macchinari, risolvere eventuali imprevisti o perdite di tempo dovute alla formazione minore degli altri operatori, etc...

Con l'introduzione di uno strumento visivo come il diagramma di Gantt, si potrebbe pensare di "sostituire" parzialmente la presenza della figura del capo impianto con la consultazione di questo strumento. Ovviamente questa soluzione non vuole rimuovere la presenza dei capi impianto, ma punta ad uniformare e standardizzare i tempi di cambi formato sulla linea a prescindere dal numero di capi impianto che sono presenti. Il beneficio temporale che in potenza si risparmierebbe è consistente (circa il 30% su tempi totali di cambio formato intorno alle 4 ore), almeno per la linea 31. Questo fatto potrebbe essere studiato con più attenzione anche nelle altre linee dello stabilimento, compresa la linea 39.

10.4.2. Acquisto di una nuova confezionatrice

Dopo aver concretizzato un buon margine di miglioramento temporale sul cambio formato del monoblocco di riempimento svolto da due capi impianto sulla linea 39 (soluzione migliorativa di tipo B), si è valutata la possibilità di metterlo sempre in pratica, previa disponibilità di capi impianto formati. Uno degli obiettivi evidenziati al capitolo precedente era stato quello di cercare di liberare un secondo capo impianto (posto sulla confezionatrice) in modo da poter aiutare il cambio formato "collo di bottiglia" del monoblocco di riempimento.

Si potrebbe pensare di eseguire subito il cambio del monoblocco "a due mani" (impiegando cioè i due capi impianto appena la riempitrice si ferma) e poi lasciare che l'operatore che si è prestato al cambio del monoblocco torni sulla macchina di competenza per eseguirne il cambio formato in autonomia.

La situazione di tipo B è rappresentata in figura 10.3 (il diagramma di Gantt è lo stesso presentato al capitolo precedente in figura 9.12)

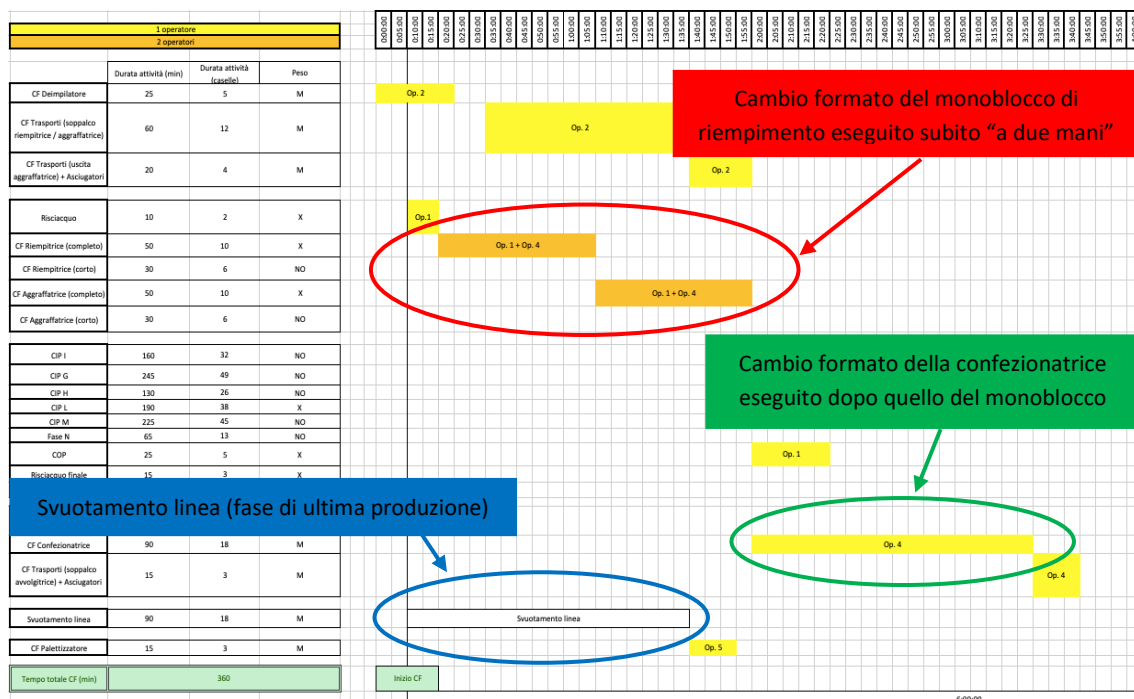


Fig. 10.3 – Possibile Gantt Chart L39 soluzione di tipo B.
Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Questo è possibile fintantoché:

- Il cambio formato della confezionatrice è di entità modesta. In caso contrario c'è il rischio di avere un macchinario ancora da cambiare quando il monoblocco è già pronto a partire con la produzione;
- La confezionatrice ha un'efficienza meccanica elevata e non presenta problemi o imprevisti collegati alla produzione dell'ultima parte di lotto di prodotto finito. Infatti, il capo impianto sulla confezionatrice dovrebbe lasciare la sua postazione per eseguire il cambio formato del monoblocco di riempimento (svuotamento linea). L'efficienza della confezionatrice deve essere massima in modo che la macchina non si blocchi fermando l'ultima parte di lotto ancora in produzione mentre i due capi impianto stanno eseguendo il cambio formato del monoblocco. Eventuali micro fermate sulla confezionatrice possono essere risolte dall'operatore che caricava i coperchi sull'aggraffatrice che durante il cambio formato del monoblocco si trova in ozio.

In sintesi: nel caso in cui il secondo capo impianto sulla confezionatrice (Op. 4) riuscisse ad eseguire il cambio formato in un tempo modesto lasciando che la confezionatrice porti a termine la fase finale della produzione del lotto precedente, potrebbe spostarsi nella zona del monoblocco di riempimento per aiutare il primo capo impianto (Op. 1) nelle sue operazioni di cambio formato. Considerazioni analoghe possono essere fatte per l'operatore al dempilatore (Op. 2) che una volta finito il cambio del suo macchinario potrebbe recarsi subito ad aiutare l'operatore del monoblocco di riempimento. Nella proposta di utilizzare due capi impianto si è scelto, tuttavia, l'operatore 4 come riferimento perché è più probabile che sia lui ad avere le competenze di capo impianto visto che la confezionatrice è la seconda macchina più complessa della linea e per il suo cambio formato è necessario un operatore ben formato.

Da qui l'ipotesi di sostituire il vecchio gruppo di avvolgimento della linea 39 con una nuova confezionatrice di più recente sviluppo. Oltre a questa osservazione emersa durante lo sviluppo

del progetto SMED, la confezionatrice della linea 39 era già stato oggetto di discussione durante l'anno 2020-2021. Il macchinario, infatti, aveva registrato una serie di inefficienze che andavano ad incidere direttamente sul processo di produzione. Si era osservato che la sola confezionatrice causava una perdita di OEE pari al 2,4%¹⁸⁷ nel 2019 pesando sul totale di micro fermate e di guasti dell'intera linea per il 31,37%.

L'obiettivo che l'azienda vorrebbe conseguire, invece, sarebbe quello di aumentare l'affidabilità della macchina di confezionamento sia per migliorare la flessibilità (produzioni con vassoio/falda), sia per ridurre i problemi legati alla qualità degli imballi secondari di prodotto finito.

Tutte queste considerazioni sommate insieme hanno portato l'azienda a settembre ad annunciare la volontà di investire in una nuova macchina confezionatrice con un tempo di cambio formato stimato intorno a 60' invece dei 90' della confezionatrice precedente.

Oltre ai benefici produttivi elencati in precedenza, l'acquisto del macchinario nuovo gioverebbe anche a livello di cambio formato rapido ottenuto con la soluzione di tipo B, espressa al paragrafo 9.2.2.

Come evidenzia la figura 10.3, il capo impianto sulla confezionatrice (Op. 4) potrebbe da subito aiutare il primo capo impianto per quanto riguarda il cambio formato del monoblocco di riempimento per poi eseguire in solitaria - o aiutato da un altro operatore della linea - il cambio del suo macchinario. Il tutto non andrebbe ad intaccare il tempo totale complessivo di cambio formato della linea come evidenziato dalle stime grafiche del diagramma di Gantt riportato in figura 9.12 al capitolo precedente.

L'acquisto della confezionatrice è stato portato a termine a fine novembre 2021. Il vecchio macchinario è stato smantellato e al suo posto è stato installato una nuova macchina avvolgitrice per il confezionamento degli imballi secondari di lattine.

Le stime relative all'esborso economico per l'azienda comprensivo di acquisto, di installazione e di altri costi accessori del macchinario sono state di poco inferiori ai 360 000 euro come evidenzia la tabella 10.4. Il Pay-Back Period semplice stimato e calcolato con la stessa formula utilizzata nel paragrafo 8.8 del capitolo precedente è di poco inferiore ai 4 anni. In appendice C, inoltre, è visibile il confronto visivo tra il layout dello stato di fatto relativo alla situazione precedente e quello dello stato di progetto relativo alla situazione attuale di gennaio 2022.

Di fatto non si può calcolare un saving effettivo sul cambio formato del macchinario - in quanto il suo tempo è sempre mascherato dal cambio degli altri macchinari della linea - se non quello relativo ad una riduzione temporale (30' in meno risparmiati su un tempo di cambio formato precedente di 90'). Pur riducendo il cambio formato temporalmente, infatti, non si riducono i costi tangibili ad esso collegati in modo diretto.

¹⁸⁷ Dati ricavati sempre dal software gestionale IGE dell'azienda.

Tab. 10.4 – Stime di investimento per l'acquisto della nuova confezionatrice della linea 39.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

	Descrizione e tipologia dell'intervento	Stima manodopera	Stima materiali al costo
	INVESTIMENTI : Linea 39		
	Sostituzione confezionatrice Gampack con nuova SMI con carico esterno faldine solo F24	€	€
Linea 39			
	Rimozione tavolo di accumulo orizzontale	€ 4.500,00	€ 1.500,00
	Adeguamento trasporti lattine zona soffianti e datatori	€ 4.500,00	€ 1.500,00
	Rimozione Gampack -- rottamazione o vendita ?	€ 2.000,00	
	Acquisto e installazione Nuova fardellatrice SMI solo faldina F24 F12 prezzo scontato		€ 275.932,00
	Adeguamenti e nuove canale aspirazione calore dei forni		€ 5.000,00
	Adeguamento trasporti ingresso alla confezionatrice	€ 5.000,00	€ 7.000,00
	Trasporti fardelli uscita confezionatrice Nuovi trasporti (o di recupero) fardelli. Da valutare nuovo gira pacchi ?	€ 8.000,00	€ 18.000,00
	Adeguamenti e nuove canale aspirazione calore dei forni		€ 5.000,00
	Progettazione meccanica - elettrica software	€ 5.000,00	
	Sicurezza e manualistica	€ 2.000,00	
	Inefficienza linea	€ 5.000,00	
	Capo progetto	€ 6.000,00	
	Imprevisti	€ 3.000,00	€ 3.000,00
		Stima parziale	€ 45.000,00 € 316.932,00
	Stima costi Totale	361.932,00 €	

Tuttavia, come già ampiamente spiegato, i benefici si ricavano adottando la soluzione di tipo B descritta al paragrafo 9.2.2 del capitolo precedente liberando un operatore con la qualifica di capo impianto da inserire all'interno del cambio formato del monoblocco di riempimento.

10.4.3. Magazzino automatico per lo stoccaggio dei pezzi

Un fattore che ha riscosso molto interesse in fase di implementazione del progetto SMED è stato quello relativo al deposito e al trasporto dei pezzi di cambio formato.

Qualche settimana dopo il termine dell'esperienza in azienda, è stato avviato il progetto di installazione di un magazzino verticale nei pressi della linea 39. L'obiettivo ultimo sarebbe quello di depositarvi all'interno i pezzi di cambio formato che prima erano contenuti negli armadi a bordo della linea. Il magazzino non sarebbe dedicato unicamente alla linea 39 ma risulterebbe in condivisione con altre due linee dello stabilimento (linea 42 e linea 43), poste anch'esse nelle vicinanze.

La tipologia di magazzino designata per l'acquisto è già nota all'azienda, che nel 2019 ne aveva già acquistato uno da inserire in Area vetro (rappresentato in figura 10.4) per asservire lo stoccaggio dei pezzi di cambio formato delle linee 30 e 31.



Fig. 10.4 – Magazzino verticale traslante attualmente in uso in Area vetro.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Di fatto si tratta di un magazzino modulabile in altezza (edificabile a seconda dell'altezza a disposizione nello stabilimento e di quella richiesta dal cliente sulla base dell'altezza dei pezzi in esso contenuti) al cui interno è contenuto un certo numero di vassoi o cassette che vengono presi e portati alla baia di terra da un meccanismo automatizzato a traslazione verticale. La codifica dei ripiani è imposta e fissata quindi l'operatore da terra può selezionare il numero del cassetto che contiene i pezzi di cambio formato voluti e il trasloelevatore interno si occuperà di portarlo a terra. Una volta sceso il ripiano designato, l'operatore potrà effettuare il trasferimento dei pezzi di cambio formato dal ripiano del magazzino al/i carrello/i utilizzato/i in linea per effettuare il cambio formato (carrelli della riempitrice e dell'aggraffatrice nel caso del monoblocco di riempimento della linea 39).

Per valutare il numero di cassette necessari al deposito dei pezzi delle tre linee – e quindi l'altezza finale del magazzino – durante il periodo di tirocinio aziendale è stata effettuata una stima degli ingombri dei pezzi in base alle dimensioni dei cassette. Per eseguire questa stima si è utilizzata una sagoma a terra rappresentativa delle dimensioni del cassetto - delineata con del nastro - e si sono depositati a turno i pezzi di cambio formato dei macchinari delle tre linee.

In figura 10.5 è rappresentata una foto esplicativa della procedura di conteggio dei cassette. In particolare, si è dovuto tenere bene in considerazione l'ingombro in altezza dei pezzi, parametro non fissato a priori che l'azienda può richiedere al fornitore del magazzino in base alle proprie esigenze).

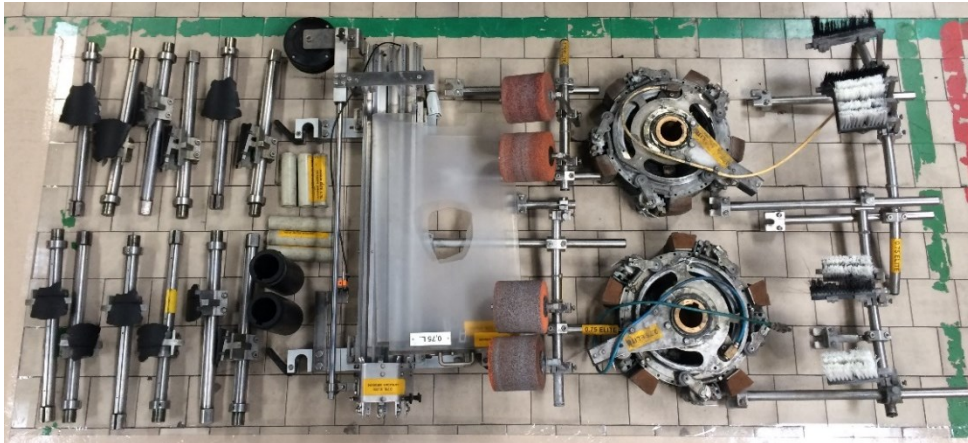


Fig. 10.5 – Esempio di stima del numero di pezzi di cambio formato contenuti nei cassettei del magazzino.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

A seguito delle misurazioni eseguite con l'aiuto degli operatori delle linee coinvolte, è stato stimato:

- Un numero di cassettei pari a 7 per la linea 39;
- Un numero di cassettei pari a 30 per la linea 42;
- Un numero di cassettei pari a 5 per la linea 43.

In totale, il magazzino dovrà predisporre un numero di cassettei pari a 42, quindi i pezzi della linea 39 occuperanno in percentuale il 17% dei ripiani complessivi. Per questo motivo, a fronte di una misura di larghezza e di profondità dei cassettei fissate dal fornitore (rispettivamente 2,32 m x 3,17 m), l'altezza totale del magazzino è risultata di 10,7 m. Questa altezza è compatibile con quella della struttura dello stabilimento (oltre gli 11 metri), pertanto la validità del progetto sotto questo punto di vista è stata confermata.

La sua futura installazione è prevista nella zona cerchiata in nero visibile in figura 10.6.

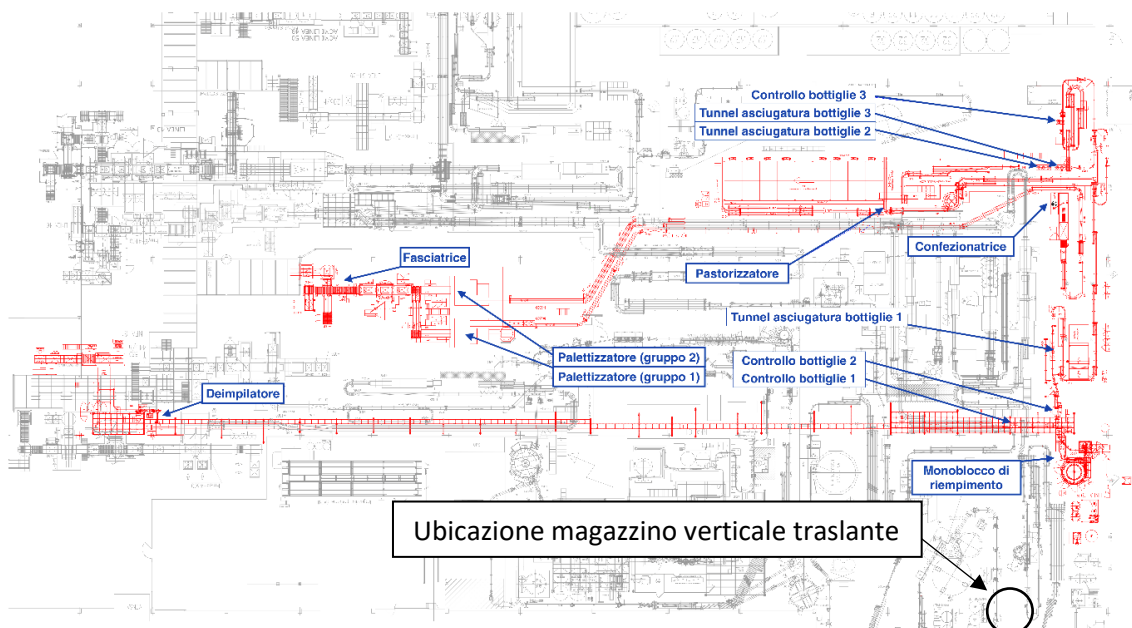


Fig. 10.6 – Ubicazione del magazzino verticale traslante per le linee 39, 42 e 43.

Fonte: Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.

Come si nota dall'immagine 10.6, la distanza con il monoblocco di riempimento della linea 39 non è poca se paragonata a quella dell'armadio presente attualmente a bordo linea dove sono depositati i pezzi di cambio formato. Tuttavia, la funzione del magazzino verticale sarebbe quella di liberare proprio la porzione di spazio a bordo linea occupata dall'armadio. Questa tipologia di magazzino infatti, si sviluppa in altezza occupando una porzione molto ridotta della pianta dello stabilimento. Inoltre, la posizione del magazzino è strategica per la vicinanza anche con le altre due linee dello stabilimento che condividono i pezzi depositati al suo interno (soprattutto la linea 42 che richiede il maggior numero di pezzi da depositare a magazzino).

Le stime relative all'esborso economico per l'azienda comprensivo di acquisto del magazzino e di installazione dello stesso - più eventuali costi accessori - sono di poco inferiori ai 50 000 euro.

A fronte di questo dato, si sono stimati un saving e un Pay-Back Period indicativi per la valutazione dei costi di questo investimento. Considerando l'anno 2019 – in quanto il 2020 è stato intaccato dall'influenza della pandemia – si sono rilevati grazie ai report del software gestionale dell'azienda un numero di cambi formato delle tre linee pari a 472 (31 cambi formato per la linea 39, 416 per la linea 42 e 25 per la linea 43). Nel conteggio sono stati esclusi i cambi gusto che non contemplano la sostituzione di alcun pezzo meccanico sui macchinari.

A partire da questo dato, si è stimato un saving temporale medio per ogni cambio formato effettuato pari a 10 minuti. È stato assunto un dato medio in quanto i tempi di preparazione dei pezzi di cambi formato dipendono dal macchinario e dalla linea in cui devono essere montati.

Questa stima temporale costituisce il presupposto di un saving del personale impiegato nel cambio formato: dapprima si calcolano le ore uomo totali risparmiate per ognuna delle tre linee e in seguito si moltiplica questo numero di ore per il costo orario di ogni operatore.

Di fatto:

- La linea 39 è composta da 5 operatori. Avendo svolto 31 cambi formato nell'anno 2019 il saving temporale del personale associato è pari a 1 550' uomo ed è calcolabile con la formula 10.1:

$$Saving\ tempo_{L39} = 31 [cambi] \cdot 5 [operatori] \cdot 10[min] \quad 10.1$$

- La linea 42 è composta da 5 operatori. Avendo svolto 416 cambi formato nell'anno 2019 il saving temporale del personale associato è pari a 20 800' uomo ed è calcolabile con la formula 10.2:

$$Saving\ tempo_{L42} = 416 [cambi] \cdot 5 [operatori] \cdot 10[min] \quad 10.2$$

- La linea 43 è composta da 4 operatori. Avendo svolto 25 cambi formato nell'anno 2019 il saving temporale del personale associato è pari a 1 000' ed è calcolabile con la formula 10.3:

$$Saving\ tempo_{L43} = 25 [cambi] \cdot 4 [operatori] \cdot 10[min] \quad 10.3$$

In totale, per le tre linee si ottiene un saving pari a $1\ 550 + 20\ 800 + 1\ 000 = 23\ 350$ minuti, ovvero 389 ore uomo per ogni anno. Considerando un costo orario di ogni operatore pari a 33 euro/ora si ottiene un possibile risparmio di 12 837 euro/anno per le tre linee. Quindi, a fronte di un esborso stimato di 50 000 euro, il Pay-Back Period semplice sarebbe di poco inferiore ai 4 anni.

Oltre ai riscontri numerici appena calcolati, la validità del seguente investimento è stata giudicata positiva in merito anche ai numerosi benefici che da esso ne deriverebbero. Infatti, oltre ad

incrementare l'efficienza dei cambi formato registrando minori perdite di tempo nella ricerca dei pezzi si sono evidenziate ulteriori migliorie per quanto riguarda:

- Sicurezza per gli operatori, visto che decongestionando l'area di lavoro a bordo linea si riducono le possibilità di incidenti quali cadute, inciampi, urti, etc...;
- Sicurezza alimentare, per quanto riguarda la pulizia dei pezzi di cambio formato che verranno depositati a magazzino con ridotta possibilità di contaminazione rispetto agli armadi a bordo linea che sono intaccati da polveri, liquidi, rifiuti, etc...;
- Affidabilità, per quanto riguarda la manutenzione, la cura e la pulizia continua dei pezzi per i cambi formato che verranno effettuate prima del deposito per ridurre le rotture degli stessi;
- Qualità dei prodotti finiti, derivante da tutte le migliorie espresse ai punti precedenti.

CONCLUSIONI

Il progetto SMED sviluppato nel presente elaborato può considerarsi come uno strumento implementativo per le aziende della filiera alimentare - o più in generale per quelle inserite nel contesto industriale dell'assemblaggio di un determinato prodotto finito - come punto di partenza di un progetto di miglioramento delle linee di produzione volto all'incremento dell'efficienza dei cambi formato.

Complessivamente, i risultati ottenuti durante il periodo semestrale di permanenza all'interno dell'azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. hanno dato risultati positivi, sia a livello economico-monetario (per i saving ottenuti mediante le migliorie apportate alla linea 39) sia a livello umano (a beneficio degli operatori coinvolti nel processo di produzione).

L'obiettivo iniziale di riduzione dei tempi di cambio formato del monoblocco di riempimento pari al 30% è stato raggiunto solo con la soluzione di tipo B (cioè con l'utilizzo di due capi impianto al posto di uno) e attualmente questa rappresenta la miglior soluzione ottenibile. Ciononostante, il saving temporale della soluzione di tipo A è stato del 22% quindi il risultato ottenuto anche in questo caso non si è discostato di molto dalle aspettative.

A fronte di queste due considerazioni, si può affermare che l'implementazione del progetto SMED ha dato esiti positivi per la linea 39, soprattutto se si tiene conto che la procedura adottata in questo elaborato risulta applicabile anche a progetti SMED futuri sulla linea 39 e allo stesso tempo è anche estendibile a quelli di altre linee dello stabilimento. Le linee guida in questo elaborato diventeranno il nuovo metodo da seguire per le implementazioni future di cambio formato con politiche SMED.

Un secondo punto di svolta si è ottenuto in ambito Kaizen, grazie alla forte collaborazione tra i diversi membri dei team di lavoro. Durante le diverse fasi del processo di ottimizzazione è stata data a tutti la possibilità di intervenire suggerendo proposte e modifiche in un processo di miglioramento continuo perfettamente in linea con le volontà della filosofia gemba Kaizen. Questo tema, ha fornito anche lo spunto per risolvere le incertezze che alcuni operatori nutrivano nei confronti delle politiche di snellimento e standardizzazione del cambio formato rapido tipiche della Lean Production. Questi ultimi, hanno manifestato maggior interesse nel momento in cui si sono resi conto dei numerosi benefici apportati anche solo introducendo dei miglioramenti puramente organizzativi a partire da una riorganizzazione della squadra. Questo aspetto è spesso trascurato dalle aziende, ma come è stato ampiamente messo in evidenza in questo elaborato, rappresenta uno dei punti focali per uno sviluppo efficace, produttivo e soprattutto duraturo dei principi Lean.

Le parti teorico-concettuali e di analisi preliminare dei dati proposte in questo documento sono state molto approfondite allo scopo di creare dei presupposti forti per contestualizzare il progetto SMED. La fase di analisi è stata possibile anche grazie alla mole di dati che l'azienda raccoglie quotidianamente nel suo database essendo a tutti gli effetti un Industria 4.0.

La parte di miglioramento, invece, avrebbe forse meritato qualche considerazione maggiore. Sicuramente, sarebbe stato interessante approfondire l'ultima parte dell'elaborato relativa al nuovo metodo visivo basato sui diagrammi di Gantt per quanto riguarda la sua componente innovativa come procedura di cambio formato SMED attualmente presenti in azienda. Tuttavia,

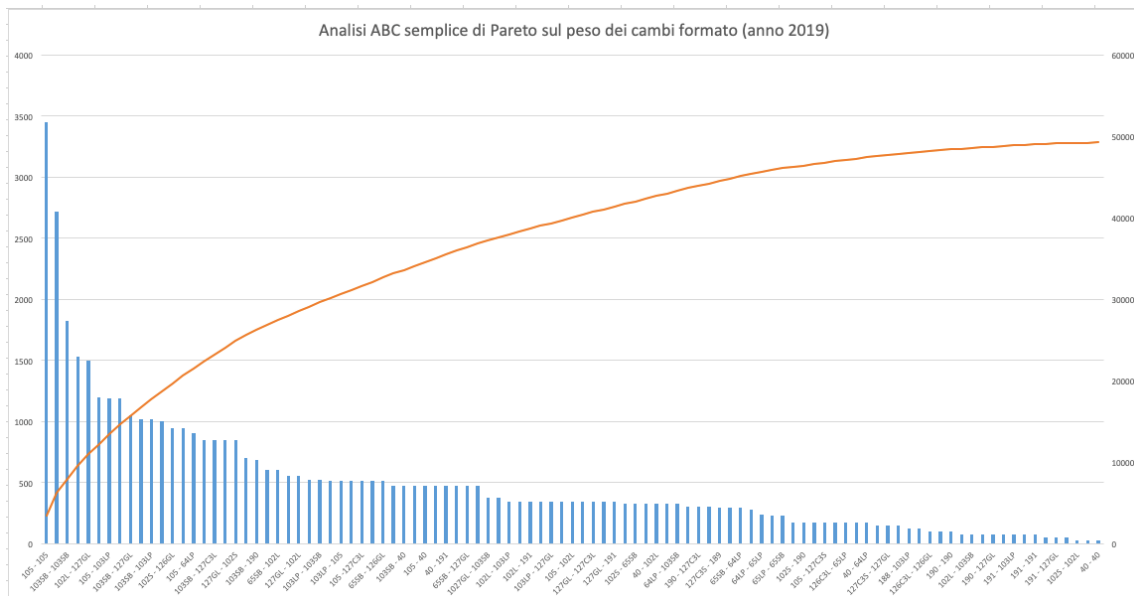
questo approfondimento avrebbe richiesto anche un maggior livello di studio e di dettaglio dell'argomento, motivo per cui questo argomento si sta portando avanti attualmente in azienda.

In definitiva, nonostante i buoni esiti ottenuti, il progetto SMED applicato alla linea 39 è ancora aperto e allo stato attuale della cose si sta valutando l'estensione del modello visivo di sequenziamento delle attività di cambio formato basato sui diagrammi di Gantt in modo che esso possa diventare lo standard per tutte le linee dello stabilimento, possibilmente con il supporto di un software di gestione dei dati.

APPENDICE A

Analisi ABC semplice e diagramma di Pareto relativi alla situazione della linea 39 nell'anno 2019.

Classe SMED di partenza	Classe SMED di arrivo	Cambio formato	Peso del cambio formato	Cumulata	Cumulata %
105	105	105 - 105	3450	3450	7,01
103SB	105	103SB - 105	2720	6170	12,53
103SB	103SB	103SB - 103SB	1825	7995	16,23
127GL	105	127GL - 105	1530	9525	19,34
102L	127GL	102L - 127GL	1500	11025	22,39
127GL	127GL	127GL - 127GL	1200	12225	24,82
105	103LP	105 - 103LP	1190	13415	27,24
105	127GL	105 - 127GL	1190	14605	29,65
103SB	127GL	103SB - 127GL	1050	15655	31,79
102S	105	102S - 105	1020	16675	33,86
103SB	103LP	103SB - 103LP	1020	17695	35,93
105	103SB	105 - 103SB	1000	18695	37,96
102S	126GL	102S - 126GL	940	19635	39,87
105	65LP	105 - 65LP	940	20575	41,78
105	64LP	105 - 64LP	900	21475	43,60
102L	105	102L - 105	850	22325	45,33
103SB	127C3L	103SB - 127C3L	850	23175	47,06
103SB	191	103SB - 191	850	24025	48,78
127GL	102S	127GL - 102S	850	24875	50,51
102S	102S	102S - 102S	700	25575	51,93



APPENDICE B

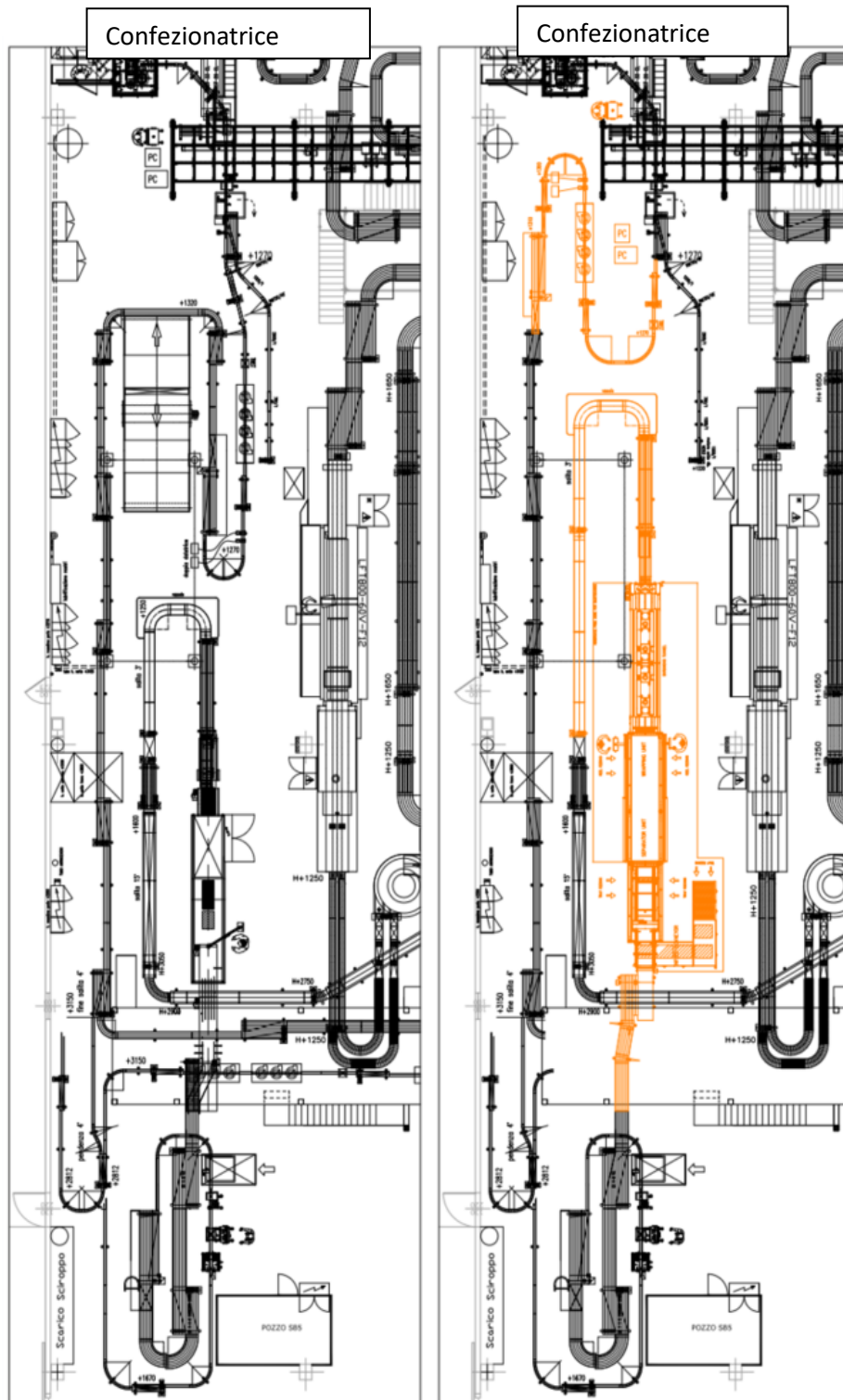
Check-list di cambio formato della riempitrice e dell'aggraffatrice relative al cambio da CLASSIC a SLEEK della linea 39.

CHECK LIST CAMBIO FORMATO L39 (RIEMPITRICE + AGGRAFFATRICE)					
CLASSIC → SLEEK					
CAMBIO FORMATO	DA :	A:			
RIEMPITRICE			FATTO (guadato)	NON NECESSARIO (guadato)	
			Strumenti da utilizzare		
PREPARAZIONE CARRELLO (da fare durante la produzione precedente)					/
AGGANCIAMENTO STAFFE DEI PIANTONI (x5) (da fare aprendo le porte n°11 e n°12 ed entrando fisicamente in macchina: svitare una vite per ogni staffa (5 in totale) aiutandosi con il martello gommato per allentarle)					Martello gommato e chiave da 32
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x8) (da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)					Chiave a brugola da 8
INNALZAMENTO RIEMPITRICE E RIMOZIONE BLOCCHETTI DI SUPPORTO (x3) (da fare aprendo le porte n°9, n°10, n°11, n°12, n°1 e n°2 ed entrando fisicamente in macchina)					(morsetti già integrati nei blocchetti)
SOSTITUZIONE BLOCCHETTI DI SUPPORTO (x3) E ABBASSAMENTO DELLA RIEMPITRICE (utilizzare come riferimento il regolo altezza lattine della riempitrice)					Regolo altezza lattine
AVVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x8) (da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)					Chiave a brugola da 8
SGANCIO STAFFE DEI PIANTONI (x5) (da fare aprendo le porte n°11 e n°12 ed entrando fisicamente in macchina: avvitare una vite per ogni staffa (5 in totale) aiutandosi con il martello gommato per stringerle)					Martello gommato e chiave da 32
REGOLAZIONE MEZZELUNE PRESA LATTINE (da fare aprendo le porte n°5 e n°6 della riempitrice e girando la macchina in manuale per 8 volte con il jog: svitare e avvitare 4 viti per ognuna delle 8 mezzelune che tengono 12 porta lattine ciascuna)					Chiave da 10
SOSTITUZIONE PEZZI MECCANICI (da fare aprendo le porte n°1 e n°2 della riempitrice: rimuovere la protezione in acciaio e sostituire in sequenza i pezzi coclea, blocco ingresso lattine con connettore, stella, contro stella); poi montare i nuovi pezzi in sequenza opposta (contro stella, stella, blocco ingresso lattine con connettore, coclea e protezione in acciaio)					Chiave da 19 e chiave a brugola da 6 per 1+2 viti su stella e contro stella + chiave a brugola da 8 per fissaggio coclea su supporto
REGOLAZIONI SPONDE INGRESSO LATTINE (da fare aprendo le porte n°2 e n°3)					(manopole già presenti)
REGOLAZIONE SPONDE IN USCITA RIEMPITRICE / INGRESSO AGGRAFFATRICE (da fare aprendo le porte n°11, n°12, n°13 e n°14: svitare e poi avvitare 7 viti nella parte superiore della piastra e 11 viti nella parte inferiore, poi fare un check con lattina di prova)					Chiave da 13
DATA:			ora inizio	ora fine	
OPERATORE:					
OPERATORE:					
PREPARAZIONE CARRELLO RIEMPITRICE			FATTO (guadato)		
COCLEA					
BLOCCO INGRESSO LATTINE CON CONNETTORE					
STELLA					
CONTROSTELLA					
N°3 BLOCCHETTI DI SUPPORTO					
REGOLO ALTEZZA LATTINE RIEMPITRICE					
MARTELLO GOMMATO					
CHIAVE DA 10, DA 13, DA 19 E DA 32					
CHIAVE A BRUGOLA DA 5 E DA 8					
DATA:					
OPERATORE:					

CHECK LIST CAMBIO FORMATO L39 (RIEMPITRICE + AGGRAFFATRICE)					
CLASSIC → SLEEK					
CAMBIO FORMATO	DA :	A:			
AGGRAFFATRICE			FATTO (quantità)	NON NECESSARIO (quantità)	Strumenti da utilizzare
PREPARAZIONE CARRELLO (da fare durante la produzione precedente)					/
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x4) (da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)					Chiave a brugola da 10
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA (x2) DEL MOZZO CENTRALE (sotto la stella del mozzo centrale tagliata a metà in acciaio, da fare aprendo le porte n°16 e n°17)					Chiave a tubo a T da 13
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA (x2) E RIMOZIONE DELLA STELLA DEL MOZZO CENTRALE TAGLIATA A METÀ IN ACCIAIO (da porte n°16 e n°17)					Chiave a brugola da 8
SVITAMENTO VITI (x6) E RIMOZIONE DELLA STELLA ESPULSORE IN ACCIAIO (da fare aprendo le porte n°18 e n°20, rimuovendo il primo ugello verticale e chiudendo la sponda uscita lattine)					Chiave da 17 (per la stella) e chiave da 13 (per la sponda uscita lattine)
SVITAMENTO VITI (x4) E RIMOZIONE CONTROSTELLA INFERIORE IN ACCIAIO CON CONNETTORE ELETTRICO (da fare aprendo le porte n°18 e n°20)					Chiave da 17
SVITAMENTO VITI A BRUGOLA (x5) E RIMOZIONE CONTROSTELLA SUPERIORE IN ACCIAIO (da fare aprendo le porte n°18 e n°20)					Chiave a brugola da 8 (per 3 viti) + chiave a brugola da 5 (per 2 viti)
SVITAMENTO VITI (x2) E RIMOZIONE GUIDA PIANA IN ACCIAIO IN USCITA AGGRAFFATRICE (da fare aprendo le porte n°18 e n°20)					Chiave da 13
SOSTITUZIONE STELLA COPERCHI IN ACCIAIO: svitare e poi avvitare 7 viti (da fare aprendo le porte n°16 e n°17)					Chiave da 17, martinello, disco di centraggio, transpallet con nulliera
MONTAGGIO DEI NUOVI PEZZI (presi dal carrello e montati in sequenza: controstelle superiore e inferiore con connettore, stella espulsore (allargando sponda uscita lattine e reinserendo l'ugello verticale), guida piana inferiore e stella del mozzo centrale tagliata a metà)					Chiave da 17 e da 13, chiave a brugola da 8 e da 5
RIFASAMENTO CATENA DI TRASMISSIONE (svitare le viti (x6) e mettere in fase manualmente con la manovella i porta lattine con la stella del mozzo centrale e con la stella in acciaio, da fare aprendo le porte n°15 e n°16)					Chiave da 17
ABBASSAMENTO / INNALZAMENTO DELLA TESTATA (utilizzando il jog e predisponendo il regolo altezza lattine dell'aggraffatrice)					/
AVVITAMENTO VITI A BRUGOLA DEI PIANTONI (x4) (da fare aprendo tutte le porte laterali della macchina)					Chiave a brugola da 10
ABBASSAMENTO / INNALZAMENTO FRANGIBOLLA (da fare aprendo la porta n°20)					Chiave a brugola da 13
DATA:			ora inizio	ora fine	
OPERATORE:					
OPERATORE:					
PREPARAZIONE CARRELLO AGGRAFFATRICE			FATTO (quantità)		
STELLA DEL MOZZO CENTRALE TAGLIATA A METÀ IN ACCIAIO					
STELLA ESPULSORE IN ACCIAIO					
CONTROSTELLA INFERIORE CON CONNETTORE ELETTRICO					
CONTROSTELLA SUPERIORE					
GUIDA PIANA IN ACCIAIO					
STELLA COPERCHI IN ACCIAIO					
2 SUPPORTI PER LA STELLA PESANTE IN ACCIAIO					
REGOLO ALTEZZA LATTINE AGGRAFFATRICE					
MARTINETTO					
PIEDE DI PORCO					
CHIAVE DA 13 E DA 17					
CHIAVE A BRUGOLA DA 5, DA 8 E DA 10					
CHIAVE A TUBO A T DA 13					
DATA:					
OPERATORE:					

APPENDICE C

Layout delle situazioni AS-IS (Confezionatrice vecchia) e TO BE (Confezionatrice nuova) riferite all'acquisto della nuova macchina di confezionamento degli imballi secondari della linea 39.



RINGRAZIAMENTI

Ringrazio Renata, Giorgio, Ilaria, Annalisa e i miei amici per avermi fornito quotidianamente un forte supporto nel percorso che ho deciso di intraprendere più di cinque anni fa.

Ringrazio il mio Relatore Ch.mo Professor Roberto Panizzolo per i consigli che mi ha fornito, per la tempestività di risposta alle mail in caso di bisogno e soprattutto per avermi dato la possibilità di presentare questo elaborato con la Sua collaborazione. Come ci disse appena terminato il corso di Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici: “Se una persona ha il desiderio di sviluppare la tesi con un determinato Professore, è giusto che il Professore cerchi di venire incontro alle esigenze di quello studente in modo da soddisfare le sue aspettative” e per me questa frase è stato indice di grande professionalità e dedizione per la Sua professione di docente universitario.

Ringrazio il mio Correlatore e collega di lavoro PhD. Ing. Stefano Cervaro per l'aiuto e per i preziosi spunti che mi ha fornito durante quella che considero la mia prima vera esperienza nel mondo del lavoro.

Ringrazio tutti gli amici e i colleghi dell'Ufficio di Ingegneria di Manutenzione, dell'Ufficio Codifica, dell'Ufficio Qualità, dell'Ufficio delle Risorse Umane, del Laboratorio Chimico e Microbiologico e più in generale tutte le persone del Gruppo Acqua Minerale San Benedetto dello stabilimento produttivo di Scorzè che ho avuto modo di conoscere durante l'esperienza in azienda, soprattutto per il fatto di avermi messo a mio agio sin dalla prima settimana.

Ringrazio, inoltre, l'azienda Acqua Minerale San Benedetto S.p.A. per l'opportunità che mi è stata data di partecipare ad un progetto di così alta portata, di aver potuto esprimere le mie idee sviluppandole in team e confrontandomi con persone molto esperte nell'ambito del settore alimentare e industriale. Tra tutti, ringrazio in modo particolare Osvaldo Caccin, Massimo Morosin, Matteo Pesce, Massimiliano Basso, Rita Bruno, Gloria Fantin, Alessio Giuriato e tutto il personale delle linee 31, 39 e 42.

Infine - ma non per minor importanza - ringrazio me stesso, per la motivazione, per la tenacia e per la caparbia che sono riuscito a tirar fuori anche nei momenti più difficili del mio percorso universitario, senza le quali oggi non sarei qui a scrivere queste frasi che per me rappresentano la chiusura di un ciclo che ha segnato una parte fondamentale della mia vita.

BIBLIOGRAFIA

- Alukal G., Manos A., 2006, *Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements*, ASQ Quality Press, Milwaukee.
- Biazzo S., Panizzolo R., 2000, *The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker's perspective*, Integrated Manufacturing Systems, University of Padova, vol. 11, n. 1.
- Bonazzi G., 1993, *La scoperta del modello giapponese nella sociologia occidentale*, Il Mulino, Bologna.
- Cappellozza F., Bruni I., Panizzolo R., 2009, *Aumentare la competitività aziendale attraverso la Lean Transformation. Casi di studio e applicazioni pratiche di Produzione Snella nel Nord-Est d'Italia*, Milano: ESTE Srl.
- Dahlgaard J. J., Khanji G. K., Kristensen K., 1997, *Fundamentals of Total Quality Management*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- De Chiffre L., Hansen H. N., Andreasen J. L., Savio E., Carmignato S., 2015, *Geometrical Metrology and Machine Testing*, Danmarks Tekniske Universitet Kongens Lyngby, Denmark.
- De Toni A., Panizzolo R., 2018, *Sistemi di Gestione della Produzione*, Isedi, Milano.
- Dhouchak D., 2017, International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, *Application of 6S Approach in Manufacturing Industry – A Case Study*, Mechanical Engineering Department, University Institute of Engineering and Technology, MDU Rohtak, Haryana, India.
- Faggian F., Panizzolo R., Cervaro S., *Miglioramento delle performance dei cambi formato in ottica Lean Manufacturing: il caso Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.*, Tesi Magistrale in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, 2020.
- Fargion S., 2013, *Il metodo del servizio sociale. Riflessioni, casi e ricerche*, Carocci Faber, Roma.
- Ferenhof, H.A., Da Cunha, A., Bonamigo, A., 2018, *Toyota Kata as a KM solution to the inhibitors of implementing lean service in services companies*, Journal of Information and Knowledge Management Systems, vol. 48.
- Henry J. R., 2013, *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Herr K., 2014, *Quick Changeover Concepts Applied. Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Holtskog H., 2013, Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems, *Continuous Improvement beyond the Lean understanding*, Gjøvik University College, Gjøvik, Norway.
- Il Sole 24 Ore Nordest, 2019, La produttività resta al palo se l'azienda è poco "Lean", Rassegna stampa CUOA Business School, Vicenza (https://www.cuoa.it/media/3095/Il-Sole-24-Ore-Nordest_29novembre2019.pdf).

- Jackson T. L., 2006, *Hoshin Kanri for the Lean Enterprise: Developing Competitive Capabilities and Managing Profit*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Jaiswal E. S., 2012, *A Case Study on Quality Function Deployment (QFD)*, Journal of Mechanical and Civil Engineering, November-December 2012, vol. 3, issue 6.
- Liker J. K., Attolico L., 2014, *Toyota Way. I 14 principi per la rinascita del sistema industriale italiano. Con 14 casi di studio italiani.*, HOEPLI, Milano.
- Lozano J., Saenz-Diez J. C., Martinez E., Jimenez E., Blanco J., 2017, *Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED*, Int J Adv Manuf Technol, Springer-Verlag, London.
- Manos A., 2007, *The Benefits of Kaizen and Kaizen Events*, Quality Progress, Milwaukee, vol. 40, fasc. 2.
- Marr B., 2012, *Key Performance Indicators: The 75 measures every manager needs to Know*, FT Pearson, Milan; Part One.
- Medinilla A., 2014, *Agile Kaizen: Managing Continuous Improvement Far Beyond Retrospectives*, Springer, Berlin.
- Mella P., 2021, *La manutenzione: funzione vitale per le imprese. Introduzione alla Total Productive Maintenance*, University of Pavia, Pavia University Press, Pavia, vol. 12, n. 2.
- Morgan, J. M., Liker J. K., 2006, *The Toyota Product Development System*, CNC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Muffato M., Panizzolo R., 1995, International Journal of Quality and Reliability Management, *A Process-based View for Customer Satisfaction*, University of Padova, Dipartimento di Innovazione Meccanica e Gestionale, Padova, vol. 12.
- Nash M. A., Poling S. R., 2008, *Mapping the Total Value Stream: A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- National Academy of Engineering, 1982, *The Competitive Status of the U.S. Auto industry*, Washington, D.C: National Academy Press.
- Ohno T., 1988, *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Ortiz C. A., 2016, *The 5S Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Osada T., 1991, *The 5S's: five keys to a total quality environment*, Tokyo: Asian Productivity Organization; White Plains, NY: Distributed by Quality Resources.
- Panizzolo R., Dispense del corso di *Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici*, Università degli Studi di Padova, A. A. 2019/2020.

- Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., 2011, *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario con applicazioni numeriche e progettuali*, Esculapio, Bologna.
- R. Gapp, R. Fisher, K. Kobayashi, 2008, *Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system*, Griffith Business School, Griffith University, Bundall, Australia.
- R. I. McIntosh, S. J. Culley, A. Mileham e G. Owen, *Improving Changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Oxford: Butterworth-Heinemann, (2001).
- Rotar L. J., Kozar M., 2017, Faculty of Business, Management and Informatics, *The Use of the Kano Model to Enhance Customer Satisfaction*, De Gruyter Open, Novo Mesto, Slovenia.
- Rother M., 2009, *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness, and Superior Results*; McGraw-Hill: [SEP]New York. [SEP]
- Rother M., Shook J., 1999, *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts.
- Shewart W. A., 1931, *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, MacMillan, London.
- Shingo S., 1983, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, Cambridge, Connecticut.
- Shook J., Marchiwinski C., 2014, *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*, Lean Enterprise Institute Inc., Cambridge, Massachusetts.
- Suárez-Barraza, M. F., 2010, *La Kata de la Mejora, el Quinto Principio Rector del Kaizen*; Editorial Ágora Medios: Toluca, Mexico.
- Suzuki T., 1994, *TPM in Process Industries*, Productivity Press, Taylor & Francis Group, New York.
- The Productivity Press Development Team, 2013, *SMED. La chiave della flessibilità*, Guerrini e Associati, Milano
- The Productivity Press Development Team, 2016, *Quick Changeover for Operators: THE SMED SYSTEM*, Productivity Press, New York.
- Tosato P., 2016, *Samurai Manager. La montagna inaccessibile*, Guerini Next, Milano.
- Visco D., 2016, *5S Made Easy. A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Weckenmann A., Blunt L., Beetz S., 2002, *Components of a training concept for coordinate metrology*, Leonardo da Vinci Project, University Erlangen-Nuremberg, Germany.
- Willis D., 2016, *Process Implementation Through 5S: Laying the Foundation for Lean*, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Wireman T., 2004, *Total Productive Maintenance*, Industrial Press, New York.

Womack J. P., Jones D. T., 1996, *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Productivity Press, New York.

Womack P. J., Jones D. T., Roos D., 1990, *The Machine That Changed the World*, Free Press, New York.

Yamamoto Y., 2013, *Kaikaku in Production Toward Creating Unique Production Systems*, Mälardalen University Press Dissertations, School of Innovation, Design and Engineering, Västerås, Sweden.

SITOGRAFIA

<http://www.lean-manufacturing.it/>

<http://www.lean.org/>

http://www.talentsnelli.it/1/upload/toyota_way_gdl2015_144bn.pdf

<https://istitutolean.it/monozukuri-hitozukuri-kotozukuri/>

<https://leanmanufacturingtools.org/210/lean-6s-5s-safety/>

<https://leanpull.com/tag/hoshin-kanri-pdf/>

<https://projectmanagementfacile.com/come-applicare-i-principi-del-pensiero-snello-alla-gestione-dei-progetti-ed-avviare-la-tua-personale-lotta-agli-sprechi/>

<https://www.arena.it/single-post/tempi-di-set-up-e-smed-approccio-tradizionale-vs-approccio-giapponese>

<https://www.chiarini.it/blog/hoshin-kanri/>

<https://www.investopedia.com/terms/p/paybackperiod.asp>

<https://www.isixsigma.com/implementation/basics/using-five-ws-and-one-h-approach-six-sigma/>

<https://www.iso.org/standard/50003.html>

<https://www.lean.org/>

https://www.leancompany.it/it/tools/il-lotto-economico_62.html

<https://www.leanworkplace.com/what-is-gemba/>

<https://www.make-consulting.it/metodologia-lean-toyota-lean-thinking-consulenza-pmi/>

<https://www.makeitlean.it/blog/un-esempio-di-lean-strategy-e-metodo-5s-il-supermarket>

<https://www.pphc.it/lean-organization-in-sanita/>

<https://www.productplan.com/glossary/pert-chart/>

<https://www.progesa.com/it-it/lean-production-pensare-in-giapponese-e-lavorare-italian-style.aspx>

<https://www.slideteam.net/14-weeks-gantt-chart-for-project-details.html>