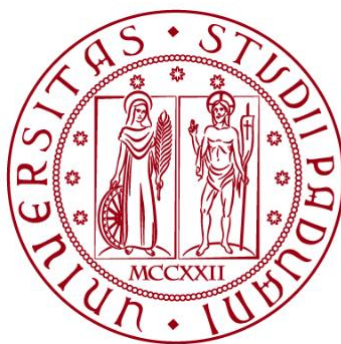




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Il World Class Manufacturing.

Applicazione del Cost Deployment in Fami S.p.A.

Relatore

Chiar.ma Prof.ssa Martina Calzavara

Laureando

Andrea Bigolin

Correlatore

Ing. Riccardo Meneghini

Anno Accademico 2022-2023

INDICE

INTRODUZIONE.....	7
CAPITOLO 1	9
L'EVOLUZIONE DEI MODELLI PRODUTTIVI, DAI PRIMI DEL '900 AD OGGI.....	9
1.1 La produzione di massa.....	10
1.2 Dal Toyota Production System alla Lean Production	14
1.3 L'evoluzione del World Class Manufacturing	16
CAPITOLO 2	23
LA METODOLOGIA DEL WORLD CLASS MANUFACTURING	23
2.1 I principi base del World Class Manufacturing.....	23
2.2 Il Toyota Production System.....	25
2.2.1 Just In Time.....	27
2.2.2 Jidoka	28
2.2.3 Lean Production.....	29
2.3 Total Productive Maintenance.....	31
2.4 Total Quality Management	33
2.5 TIE (Total Industrial Engineering)	37
2.6 Il tempio del WCM	38
2.7 Lean Production e World Class Manufacturing a confronto	42
CAPITOLO 3	46
I PILASTRI DELLA METODOLOGIA WCM	46

3.1 Pilastri tecnici	46
3.2 I pilastri manageriali	89
CAPITOLO 4	95
L'AZIENDA FAMI.....	95
4.1 La storia di Fami.....	95
4.2 Il Plant produttivo di Fami	97
4.3 I prodotti Fami.....	103
4.4 La model Area, il reparto verniciatura	109
CAPITOLO 5	115
IL COST DEPLOYMENT APPLICATO AL CASO FAMI S.P.A.	115
5.1 Metodologia del cost deployment applicata al reparto verniciatura di Fami	115
5.2 Step 1: deployment dei costi, analisi della loro struttura e composizione	117
5.3 Step 2: identificazione delle perdite e degli sprechi, A-Matrix	120
5.4 Identificazione delle relazioni tra le perdite casuali e le perdite risultanti, B-Matrix...	127
5.5 Trasformazione delle perdite in termini economici, C-Matrix.....	133
5.6 Identificazione delle metodologie per rimuovere le perdite e gli sprechi, D-Matrix	146
5.7 Stima dei costi dell'implementazione dei progetti di miglioramento, E-Matrix	151
CAPITOLO 6	156
RISULTATI OTTENUTI	156
CONCLUSIONI.....	165
BIBLIOGRAFIA.....	167

INTRODUZIONE

Il XX secolo è stato un periodo di rapida evoluzione nel mondo dell'industria e della produzione, con l'introduzione di nuovi modelli produttivi che hanno trasformato il modo in cui le aziende producevano i propri prodotti. Nella prima metà del secolo la nascita di un modello in particolare, nato dal settore automobilistico americano con la Ford Motor Company, ha cambiato radicalmente il mondo della produzione industriale, stiamo parlando della produzione di massa. L'avvento di innovazioni tecnologiche ma anche di cambiamenti economico-sociali e l'utilizzo di questo nuovo modello produttivo permisero a Ford di diventare una delle migliori aziende non solo negli Stati Uniti ma nel mondo intero.

Qualche anno più tardi, dall'altra parte del mondo, la Toyota, casa automobilistica giapponese, sviluppò un altro modello di produzione completamente differente da quello sviluppato in America che rivoluzionò non solo il modo di produrre delle aziende ma anche il modo di pensare, si tratta del modello Toyota Production System (TPS).

L'introduzione di nuovi modelli produttivi nel corso del tempo, tuttavia, non ha causato la scomparsa di quelli precedentemente esistenti, al contrario, negli anni questi modelli si sono affiancati e integrati in diversi modi ed evoluti. In particolare, al giorno d'oggi sono presenti differenti realtà produttive nella quale coesistono molteplici tipologie di strutture e modelli, anche differenti fra loro nello stesso settore produttivo (Silvestrelli, 2003). Tanto più che non esiste un modello migliore o peggiore degli altri in senso assoluto (Iacobucci, 1992; Rispoli e Tamma, 1992); ciascun modello può essere adattato alle esigenze del mercato, a condizioni ambientali e in relazione alle conoscenze e alle competenze sviluppate nel corso degli anni dalle singole aziende.

Tutto ciò ha spinto le aziende a evolversi causando cambiamenti fondamentali nell'ambiente competitivo delle industrie manifatturiere, senza mai però cambiarne l'obiettivo principale, ovvero ottenere un vantaggio competitivo nel mercato.

Per quasi tutte le industrie manifatturiere, un aumento della produttività e una migliore efficienza complessiva della linea di produzione sono gli obiettivi più importanti.

Uno dei metodi utilizzato da diverse aziende nel mondo per perseguire questi obiettivi è sicuramente il World Class Manufacturing (WCM), tema cardine di questo elaborato.

L'obiettivo di questa tesi è introdurre il modello del World Class Manufacturing esplicitando le basi, i principi e le tecniche utilizzate dalle aziende che lo hanno integrato all'interno dei loro sistemi di produzione.

La struttura della tesi presenta nel primo capitolo una descrizione delle cause che hanno portato le aziende dell'epoca, in particolare la Ford Motor Company, a cambiare il modo con cui producevano i loro prodotti. Verranno quindi descritte più nel dettaglio le caratteristiche principali della produzione di massa.

Sempre nello stesso capitolo verrà introdotta e approfondita la metodologia giapponese sviluppata dalla Toyota e la successiva evoluzione nella più moderna Lean Production.

Il terzo paragrafo sarà invece dedicato allo sviluppo del WCM.

Il secondo capitolo entra più nel dettaglio nella metodologia del WCM; verranno illustrati i diversi approcci focalizzati all'efficienza produttiva sul quale si basa l'intera metodologia.

Il terzo capitolo è interamente dedicato alla descrizione dei dieci pilastri tecnici e dei dieci pilastri manageriali. Per ognuno di questi verranno illustrati i principi che stanno alla base, i diversi strumenti utilizzati e il loro contributo alla metodologia WCM.

Nel capitolo successivo verrà introdotta Fami S.p.A. azienda leader nel settore dell'arredamento industriale e dell'arredo officina professionale nel quale è stato sviluppato questo progetto di tesi.

Il percorso seguito in questo capitolo prevede: la storia dell'azienda, l'introduzione e la descrizione del sito produttivo, la descrizione dei diversi prodotti offerti dall'azienda e infine una descrizione più dettagliata del reparto nel quale si è svolto il progetto, ovvero il reparto di verniciatura.

Il quinto capitolo si focalizzerà sul vero e proprio progetto di tesi, l'applicazione del pillar tecnico del WCM denominato Cost Deployment al caso aziendale Fami. Il progetto iniziale prevedeva l'analisi delle perdite presenti nel reparto verniciatura e la successiva classificazione e categorizzazione, sia in termini qualitativi sia quantitativi così da poter implementare progetti di miglioramento mirati alla riduzione delle perdite trovate. In particolar modo verranno illustrate le matrici caratteristiche del pillar sviluppate durante tutto il percorso di analisi, le perdite individuate e la loro quantificazione.

Nell'ultimo capitolo verranno illustrati i risultati ottenuti dall'analisi delle perdite e da alcuni progetti di miglioramento implementati durante lo svolgimento del progetto.

CAPITOLO 1

L'EVOLUZIONE DEI MODELLI PRODUTTIVI, DAI PRIMI DEL '900 AD OGGI

Il modo di produrre, formalizzato nei modelli di produzione, intesi come una “*scatola nera*” in cui avviene la trasformazione di elementi in input in altri elementi in output (Falcone, et al., 2014) ha subito profondi cambiamenti nel corso del tempo, e in special modo nel XX secolo, in risposta al mutamento delle condizioni socioeconomiche, ambientali e al progresso tecnologico avvenute nel corso degli anni (Massaroni, et al., 2014).

Tra il 1860 e il 1920 nacquero nel panorama mondiale molteplici innovazioni tecnologiche che permisero la nascita di quella che verrà riconosciuta come industria pesante; queste nuove innovazioni furono sviluppate dall'applicazione di principi ingegneristici e permisero quindi di migliorare notevolmente i sistemi produttivi di allora (Chang, 2014).

In particolare, il primo passaggio fondamentale di questo lungo percorso evolutivo avviene tra la produzione artigianale, basata su una specializzazione per mestieri, ad un modo più “industriale” di produrre, fondato invece sulla “specializzazione per fasi omogenee di lavoro” (Massaroni, et al., 2014), inizia alla fine del XIX secolo e giunge a definitivo compimento nel secondo decennio del 1900, negli Stati Uniti (Panati, et al., 1998).

A quel tempo, il mercato era caratterizzato da una forte espansione della domanda di beni di consumo e di beni strumentali, favorita dall'applicazione alla produzione industriale delle scoperte scientifiche e tecnologiche di fine '800 (Massaroni, et al., 2014). All'epoca, la produzione era caratterizzata da processi di lavorazione elementari che richiedevano manodopera poco qualificata, il problema centrale, quindi, consisteva nell'incrementare la produttività del lavoro attraverso la razionalizzazione del modo di produrre fondata su basi scientifiche (Massaroni, et al., 2014). Il primo esempio di produzione sviluppata su basi scientifiche viene descritta da Adam Smith, filosofo ed economista scozzese, nel suo libro *L'indagine sulla natura e le cause della ricchezza delle nazioni* nel quale descrive l'aumento della produttività prendendo come esempio la manifattura degli spilli (Chang, 2014). Egli spiega che grazie alla suddivisione del processo di produzione tramite assegnando ad ognuno una mansione specializzata, 10 persone sono in grado di produrre 48000 spilli

al giorno (4800 ciascuno) contro i 20 al massimo che ogni operatore riuscirebbe a produrre se eseguisse da solo l'intero processo (Smith, 1776).

Oltre alle tecnologie produttive anche gli attori economici, ovvero chi intraprende le attività economiche, e le istituzioni economiche, le regole che riguardano l'organizzazione della produzione e altre attività economiche, hanno subito notevoli cambiamenti (Chang, 2014).

Possiamo quindi riassumere i principali fattori che hanno contribuito nel corso degli anni a mutare il panorama mondiale riguardante i modelli produttivi in: disponibilità di nuove tecnologie produttive (Chang, 2014) (Massaroni, et al., 2014), gigantismo industriale e crescita dei complessi industriali (Falcone, et al., 2014), mercato non più locale, (Chang, 2014), miglioramento delle condizioni socio-economiche degli individui (Falcone, et al., 2014).

1.1 La produzione di massa

Il miglioramento dell'efficienza dei processi produttivi venne introdotto per la prima volta da Frederick W. Taylor, ideatore, nei primi anni del '900 dell'Organizzazione Scientifica del Lavoro. Fu proprio grazie al suo lavoro nell'applicazione di principi ingegneristici alla produzione che si sviluppò quella che oggi è conosciuta come Ingegneria Industriale. Egli, infatti, pensava che si dovesse superare l'idea del management di allora e che fosse possibile utilizzare leggi scientifiche appartenenti ad altri settori per adattare alla gestione d'impresa, tutto questo con l'obiettivo di aumentare la produttività. Egli propose un metodo basato sullo studio sistematico del lavoro, sulla rilevazione dei tempi standard delle operazioni e sulla definizione di precise regole eliminando qualsiasi spreco (Taylor, 1991). Prima di lui tuttavia, fu Adam Smith, filosofo ed economista inglese, ad introdurre il concetto di aumento della produttività attraverso la divisione del lavoro, ovvero la scomposizione dei processi in fasi più limitate e specializzate. Secondo Smith ciò aumenta la produttività in tre modi. Ripetendo sempre la stessa attività gli operatori diventano bravi in quello che fanno. In secondo luogo, specializzandosi gli operatori non hanno bisogno di tempo per muoversi tra mansioni differenti. Infine, scomposizione del processo facilita l'automazione di tutte le fasi (Chang, 2014).

Sessant'anni dopo le osservazioni compiute da Smith, trovarono uno sviluppo ulteriore grazie al lavoro di Frederick Winslow Taylor, ingegnere americano e in seguito guru dell'organizzazione del lavoro. Fu proprio grazie al suo lavoro nell'applicazione di principi ingegneristici alla produzione che si sviluppò quella che oggi è conosciuta come Ingegneria Industriale. Egli, infatti, pensava che si dovesse superare l'idea del management di allora e che fosse possibile utilizzare leggi scientifiche appartenenti ad altri settori per adattarle alla gestione d'impresa, tutto questo con l'obiettivo di aumentare la produttività. Egli propose un metodo basato sullo studio sistematico del lavoro, sulla rilevazione dei tempi standard delle operazioni e sulla definizione di precise regole eliminando qualsiasi spreco (Taylor, 1991). In sintesi, Taylor riprende la teoria di Smith della divisione del lavoro secondo cui il processo doveva essere scomposto fino alle mansioni più semplici e, tramite un'analisi scientifica, renderli sempre più efficaci (Chang, 2014). Questo modello verrà riconosciuto con il nome di Organizzazione scientifica del Lavoro. Il primo a implementare questi principi fu Henry Ford, fondatore della Ford Motor Company (Falcone, et al., 2014).

L'applicazione da parte di Henry Ford della teoria di Taylor dell'organizzazione del lavoro permise di introdurre per la prima volta la catena di montaggio, che fu la principale innovazione nel campo industriale automobilistico dell'epoca. Grazie a questo strumento rivoluzionario si riuscì a frammentare il processo produttivo e specializzare le singole operazioni (Di Nicola, 2006).

La produzione di auto in catena di montaggio permise di produrne un gran numero in più rispetto alla tipica produzione artigianale e l'abbattimento dei costi di produzione permise di raggiungere l'obiettivo, prefissato da Ford, di poter abbassare il costo del prodotto finale e aumentare lo stipendio dei suoi operai, in modo da poterlo rendere accessibile a tutti. Dalla combinazione del principio taylorista e la catena di montaggio nacque il sistema di produzione di massa o *fordismo* (Chang, 2014).

Le caratteristiche fondamentali di questo sistema produttivo che rivoluzionò la produzione industriale, posso essere riassunte in:

- Scomposizione del processo produttivo in singole operazioni elementari e specializzazione del lavoro;
- Elevati volumi produttivi;
- Standardizzazione dei processi e dei prodotti;
- Economie di scala;
- Aumento della produttività del lavoro;
- Massimizzazione dei ritmi di lavoro;
- Pochi modelli di prodotto;

- Elevate scorte di sicurezza.

I vantaggi sono molto rilevanti, come si vede dalla tabella 1 in pochi anni si passò da un tempo di assemblaggio di 514 minuti per prodotto a poco più di un minuto (Falcone, et al., 2014).

Tabella 1, Evoluzione dei tempi di montaggio in Ford, fonte: Il World Class Manufacturing origine sviluppo e strumenti Falcone D. De Felice Petrillo A.

Con banchi di montaggio fissi	Con banchi di montaggio fissi e pezzi a ogni stazione di lavoro	Con catena di montaggio
1908	1913	1913
514 minuti	2,3 minuti	1,19 minuti

A partire dagli anni '60, il modello fordista iniziò ad entrare in crisi; le cause principali di questa crisi sono state attribuite ad alcuni eventi esterni, tra cui la saturazione del mercato dei beni di consumo, considerata la più significativa (Chang, 2014) .

Un altro fattore di notevole importanza che mise in crisi il modello fordista fu il cambiamento dei bisogni dei clienti; infatti, come sottolinea Abraham Maslow, psicologo statunitense noto in tutto il mondo per la sua teoria sulla gerarchizzazione dei bisogni, non tutti i clienti sono uguali, ma esistono diversi segmenti del mercato ed ogni segmento va servito con dei prodotti specifici. In particolare, Maslow sostiene la teoria secondo il quale il cliente acquista il prodotto non solo per possedere l'oggetto ma soprattutto per soddisfare un proprio bisogno (Maslow, 1954). Secondo Maslow i bisogni sono molteplici ma possono essere suddivisi in 5 categorie chiave, le quali vengono rappresentate in una piramide, la piramide dei bisogni di Maslow.



Figura 1, Piramide dei bisogni di Maslow (fonte: www.psicologiadellavoro.org)

Grazie alle analisi di Maslow, si comprese come fosse necessario suddividere i clienti sulla base di bisogni simili, ogni segmento di clienti necessita un prodotto differente. Tutto questo mise in crisi una delle assunzioni alla base della Mass Production: la prevedibilità della domanda. La produzione di massa entrò fortemente in crisi quando, cominciarono ad arrivare sul mercato prodotti sempre più diversificati.

In territorio Americano nel 1923 Alfred Sloan divenne presidente della General Motors Corporation (azienda produttrice di autovetture rivale nel mercato di Ford), sotto la sua guida la General Motors sviluppò una strategia totalmente differente da quella Fordista, infatti Sloan raggruppa diversi marchi di automobili con diversi modelli così da poter soddisfare tutti i segmenti di mercato, questo permise alla General Motors di superare, per numero di autovetture vendute, la Ford e di diventare la più grande azienda produttrice di automobili fino ai primi anni del 21° secolo (Caruso, 2017).

A partire dalla metà degli anni '70 iniziarono ad apparire sui mercati occidentali i prodotti di alcune aziende giapponesi, prodotti caratterizzati da un mix di bassi costi, alta qualità e alta varietà che in poco tempo conquistarono il mercato (Falcone, et al., 2014). Tra queste aziende la più famosa è sicuramente la Toyota.

1.2 Dal Toyota Production System alla Lean Production

Nel 1880, in Giappone, Sakichi Toyoda iniziò l'attività produttiva di costruzione di telai per la tessitura, successivamente sviluppando anche alcune soluzioni innovative, come, per esempio, il sistema automatico di cambio telaio e il riconoscimento del filo spezzato. Fu però il figlio Kiichiro Toyoda a sviluppare nel 1933 il primo motore per autovetture, avviando nel 1936 la produzione di automobili fondando la Toyota Motor Company.

Nei primi anni del dopo guerra, con l'obiettivo di osservare da vicino e di conoscere meglio il modello produttivo americano, Eiji Toyoda, cugino di Kiichiro Toyoda, fece visita allo stabilimento più efficiente della Ford a Detroit, il Rouge. Fu allora che i giapponesi si resero conto che il modello utilizzato dalle aziende occidentali non era applicabile nelle aziende giapponesi, questo perché in quegli anni il mercato giapponese era totalmente diverso da quello americano, in quanto caratterizzato da una domanda di prodotti molto bassa e molto diversificata (Falcone, et al., 2014).

Fu proprio grazie a Eiji Toyoda e al direttore di produzione Taiichi Ohno che la Toyota divenne una delle aziende leader nel mercato delle automobili in tutto il mondo.

Dopo la Seconda guerra mondiale, tra gli anni '50 e '60 Taiichi Ohno sviluppò il famoso TPS, acronimo di Toyota Production System (Holweg, 2007), un sistema produttivo alternativo alla produzione di massa che negli anni a venire avrebbe cambiato radicalmente il mondo della produzione e non solo.

La ricerca degli sprechi (chiamati Muda) e la loro successiva eliminazione sono le fondamenta e gli obiettivi principali su cui si basa questo modello (Ohno, 1988). Per farlo, Taiichi Ohno definì alcuni pilastri volti alla lotta agli sprechi:

- Flusso continuo;
- Produzione pull;
- Miglioramento continuo

Il mondo occidentale non è convinto e comincia a giustificare il successo della Toyota facendo leva su alcuni fattori chiamati “country specific”, alcuni si rilevano veri altri invece sono solamente delle scusanti (Panizzolo, 2020). Tra questi troviamo:

- Vantaggio di costo dovuto a paghe basse e al cambio favorevole;
- Utilizzo di tecnologie ad alta automazione nelle fabbriche;
- Presenza di finanziamenti dello stato;
- Fa parte della cultura giapponese, ciò che fanno non è esportabile ed adattabile ad altre culture;

Dall'altra parte però ci sono alcuni studiosi che capiscono il cambiamento che è in atto.

In quegli anni nacque in America un famoso stabilimento trans-plant chiamato “Nummi” (era stato uno stabilimento fallimentare della General Motors) gestito dalla Toyota.

John Krafcik confrontò gli stabilimenti giapponesi con questi trans-plant e scoprì che questi nuovi stabilimenti performavano quasi come la Toyota stessa. Fu proprio questo il punto di svolta che evidenziò come principi, metodi e approcci sviluppati dai giapponesi erano nettamente superiori a quelli occidentali. Fu allora che si cominciò a pensare alla possibilità di esportare pratiche e strumenti utilizzati dalle aziende nipponiche e applicarle al contesto americano (Schonberger, 1982). Si deve proprio a Krafcik l'introduzione per la prima volta dei termini “Lean manufacturing” e “Lean Production” nel suo scritto *“Triumph of the Lean production System”* (Krafcik, 1988).

In questo articolo vengono sviluppati i concetti e i metodi teorizzati da Taiichi Ohno nel suo percorso di implementazione del TPS in Toyota. Tuttavia, si deve a J. Womak, D Jones e D. Roos se Lean Production raggiunse la massima notorietà (Womack, et al., 1990).

Negli anni successivi tutti questi concetti divennero un vero e proprio modo di pensare che superava la sola applicazione al mondo produttivo per adattarsi a diversi aspetti della vita di tutti i giorni, nacque così il “Lean Thinking”:

“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 closer and closer to providing customers with exactly what they want...” (Womack, et al., 2003).

1.3 L'evoluzione del World Class Manufacturing

Successivamente al successo del modello giapponese TPS e alla sua evoluzione denominata Lean Production (Womack, et al., 1990), molte aziende occidentali adottarono come sistema produttivo il modello giapponese per poi successivamente riadattarlo e sviluppare il proprio “X-Pruduction System” (dove X evidenzia l'azienda).

Tra questi troviamo il World Class Manufacturing (WCM che tradotto letteralmente significa: “*produzione a livello mondiale*”), termine che per la prima volta venne utilizzato, nel 1984, da due autori americani, Hayes e Wheelwright, i quali proposero un nuovo modello che includeva una serie di tecniche, principi e best practices che permettevano all'azienda di ottenere una performance migliore, soprattutto negli ambiti strettamente legati all'operations management (Flynn, et al., 1999). Il loro lavoro, come afferma Porter (economista e professor universitario americano considerato uno dei più grandi esperti di strategia e competitività a livello mondiale), era più focalizzato sul cambiamento della strategia e dei valori per ottenere una migliore performance operativa, piuttosto che sulla proposta di una specifica implementazione delle strategie con strumenti specifici (Porter, 1981).

Il concetto di World Class Manufacturing fu approfondito negli anni successivi e integrato da vari contributi. Alcuni si sono focalizzarono sui metodi e sulle tecniche per raggiungere l'eccellenza nel manufacturing (Gunn, 1987). Altri invece, hanno introdotto anche metodi gestionali che pongono al centro un nuovo modo di gestire le persone che rende i dipendenti responsabili del controllo del processo e della qualità (Maskell, 1991).

Tuttavia, si deve a Richard J. Schonberger, economista e consulente aziendale statunitense, una prima elaborazione sistematica come modello scientifico. Schonberger lo menziona per la prima volta sostenendo che “*il termine cattura bene l'ampiezza e l'essenza dei cambiamenti fondamentali che stanno avvenendo nelle grandi imprese industriali*” (Schonberger, 1986).

Nel suo libro “*World Class Manufacturing: The lessons of Simplicity applied*”, nel quale raccolse le sue esperienze di aziende che adottarono il metodo “Kaizen” per il miglioramento nei processi produttivi, utilizzò il termine World Class Manufacturing per racchiudere tutte le tecniche e le tecnologie che consentivano all'azienda di sviluppare un vantaggio competitivo nei confronti dei competitors (Figura 2). Tante di queste tecniche, come Kanban, Just In Time (JIT), Total Quality management (TQM) ecc. derivano direttamente dal mondo giapponese della Lean Production; infatti, come affermano diversi autori il WCM non sarebbe altro che una delle diverse varianti della Lean

Production sviluppatesi in relazione alle differenze del contesto economico, sociale e istituzionale (Kennedy, et al., 1995) (Abo, 1994) (Falcone, et al., 2014).

Schonberger definisce il WCM come un “*continual rapid improvement*” nella qualità, nei costi e nella flessibilità che consente il miglioramento delle performance tramite un percorso ben definito che trova le basi nella rimozione di tutti gli ostacoli alla produzione (Schonberger, 1986).

La figura 2 riprende l’analisi nel quale vengono classificate le diverse tecniche associate al WCM nel corso degli anni. Come riporta uno studio riguardante la performance delle operations nel settore automotive, il numero di metodologie aumentò di anno in anno, grazie soprattutto alla sempre maggior influenza di filosofie produttive ed economiche di successo provenienti dal continente giapponese (De Felice, et al., 2015). Quando Schonberger introdusse per la prima volta il “World Class Manufacturing”, il termine fu visto come un termine che abbracciava le tecniche evidenziate in figura 2. L'aumento sostanziale delle tecniche può essere attribuito in parte alla crescente influenza delle filosofie di produzione e dell'economia delle aziende giapponesi dagli anni ‘60 in poi (De Felice, et al., 2015).

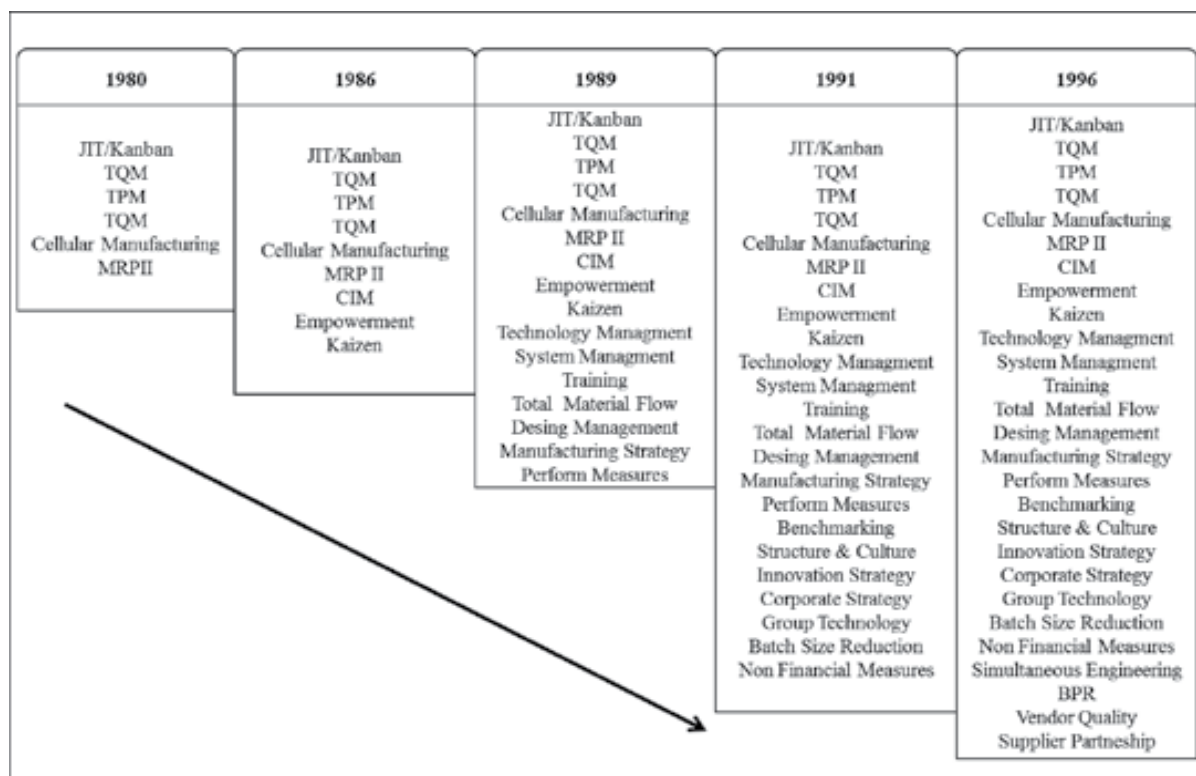


Figura 2, evoluzione delle metodologie del WCM negli anni, fonte: De Felice F. Petrillo A. Monfreda S. *Improving Operations Performance with World Class manufacturing Technique: A case in Automotive Industry*

Tutte queste tecniche all'epoca erano già conosciute da tempo; tuttavia, con Schonberger si arrivò ad un sistema perfettamente integrato e flessibile, attraverso il quale l'azienda era in grado di raggiungere la competitività con prodotti di alta qualità, riducendo i costi eliminando qualsiasi tipologia di perdita (De Felice, et al., 2015). La figura 3 rappresenta il modello World Class sviluppato da Schonberger e come questo raggruppi al suo interno diverse metodologie già sviluppate precedentemente ma mai integrate insieme (De Felice, et al., 2015).

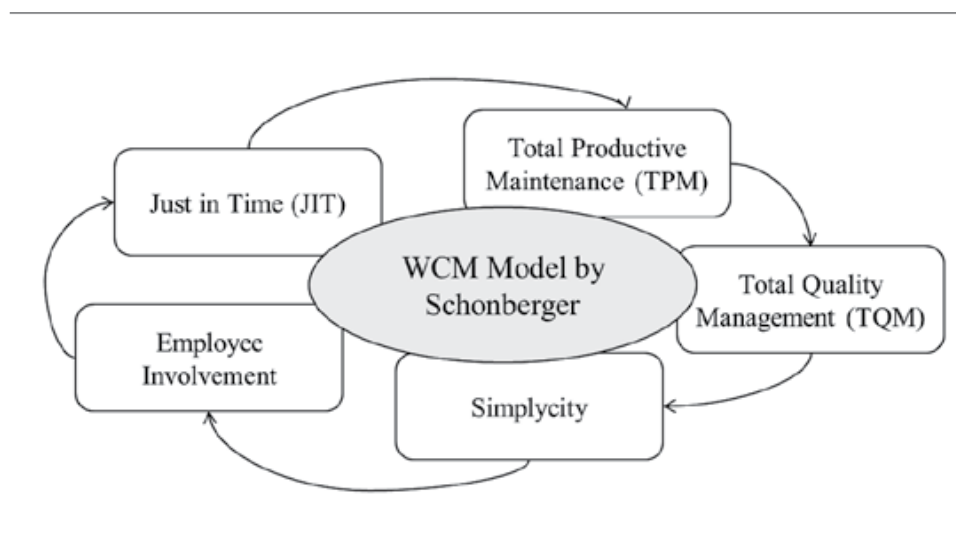


Figura 3, evoluzione delle metodologie del WCM negli anni, fonte: De Felice F. Petrillo A. Monfreda S. *Improving Operations Performance with World Class manufacturing Technique: A case in Automotive Industry*

Il dibattito letterale riguardante il concetto e i principi del Word Class Manufacturing risulta molto ampio e molto diversificato, diversi studiosi sostengono che il World Class Manufacturing influisce sul controllo delle aziende (Johnson, et al., 1987), altri invece, perseguono l'idea comune che l'implementazione del WCM può cambiare il modo in cui viene controllata la produzione, addirittura H. T. Johnson sostiene che il WCM rappresenterà una modalità di controllo completamente nuova rispetto a quelle sviluppate fino ai primi anni '90 (Johnson, 1992).

Come si può notare, con un argomento così ampio e articolato non esiste una definizione coerente di WCM, Schonberger sostiene che il WCM consiste in cambiamenti in diverse aree come la gestione della qualità, la classificazione delle mansioni, il supporto al personale, i rapporti con i fornitori, l'approvvigionamento e i clienti e la programmazione (Schonberger, 1986). Alcuni sostengono invece che il WCM si possa spiegare come una raccolta di concetti, tecniche e filosofie che

definiscono gli standard di produzione e che permettono all'azienda di competere nel mercato (Nazir, 2012); Greene evidenzia come: "Le aziende che applicano il WCM sono quelle aziende che continuano a seguire le best practice globali del settore e che conoscono a fondo i propri clienti e i propri fornitori, conoscono le capacità di performance dei propri concorrenti e conoscono i propri punti di forza e di debolezza" (Greene, 1991).

Nel periodo compreso tra i primi anni '90 e i primi anni '00, il WCM cominciò a scomparire lasciando spazio alla più nota Lean Production.

Nonostante questo, anche se erano poche le aziende che all'epoca adottavano questo modello, non si perse completamente. Fu proprio grazie ad un'azienda italiana, la Fiat Group Automobiles, e ad un professore giapponese, Hajime Yamashina, che il modello del World Class Manufacturing acquisì nuovamente rilevanza e notabilità all'interno del panorama mondiale riguardante il miglioramento dei processi produttivi (Falcone, et al., 2014). Non si tratta però di un nuovo modello di organizzazione della produzione, Fiat infatti fin dai primi anni '90 applicò i principi del modello produttivo giapponese denominato *Lean Production* con l'introduzione della cosiddetta Fabbrica Integrata (Cerruti, et al., 1991) e il WCM non è altro che un'evoluzione dei principi introdotti con il toyotismo. L'evoluzione passa attraverso tre diverse fasi che si susseguono negli anni: una prima tappa che vede il passaggio dal fordismo all'applicazione del modello Lean; una seconda fase nella quale viene realizzato progressivamente un progetto di modularizzazione del processo produttivo e di terziarizzazione sia interna (cessione a imprese all'interno del gruppo Fiat) sia esterna (aziende fuori dal circuito proprietario di Fiat); infine l'ultima fase che vede il declino, l'instabilità manageriale provoca una scarsa propensione all'assunzione e una tendenza a non promuovere progetti (Cerruti, 2015).

In particolare, in Italia il WCM arrivò nel 2005 quando Sergio Marchionne, allora amministratore delegato di Fiat Group Automobiles, con la guida del Prof. Hajime Yamashina adottò il WCM come modello standard per la gestione della produzione (Falcone, et al., 2014). Nel periodo 2005-2008, Fiat, oltre a far fronte alla grave crisi in cui si trovava, iniziò un programma di sviluppo del WCM che la portò alla "creazione" di un proprio modello produttivo, rappresentato in figura 4.

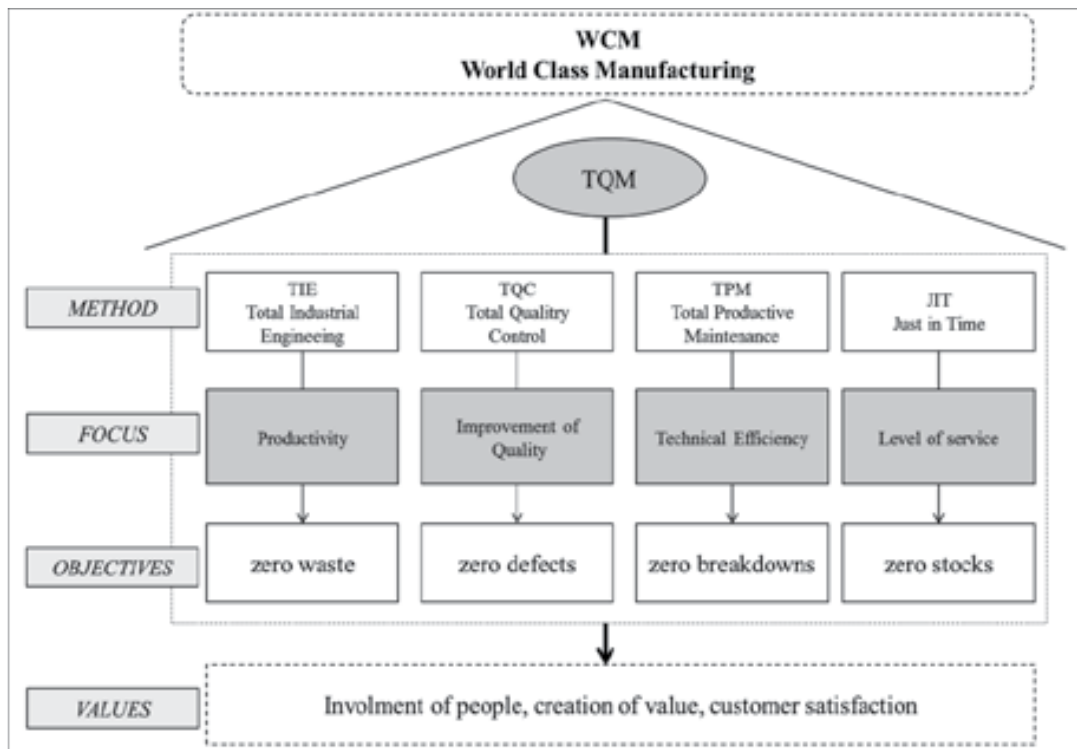


Figura 4, WCM in Fiat, Figura 5, evoluzione delle metodologie del WCM negli anni, fonte: De Felice F. Petrillo A. Monfreda S. *Improving Operations Performance with World Class manufacturing Technique: A case in Automotive Industry*

La figura 4 sottolinea in maniera marcata la struttura del WCM adottato dalla Fiat, in particolare vediamo che il WCM riprende al suo interno approcci già conosciuti nel campo della *Lean Production*: il *Total Productive Maintenance* (TPM), che aspira ad avere zero guasti; il *Just in Time* (JIT), rivolto a ridurre le scorte; il *Total Quality Control* (TQC), con il focus della gestione della qualità e il *Total Industrial Engineering* (TIE), che ha come obiettivo principale la minimizzazione degli sprechi. Queste metodologie aprirono la strada alla filosofia innovativa del *Total Quality Management* (TQM) (De Felice, et al., 2015). Il TQM, da cui il WCM deriva, è un approccio secondo il quale un'azienda ottiene vantaggio competitivo se adotta una strategia improntata sulla "Qualità totale", cioè che la ricerca della qualità non si deve focalizzare solamente nella fase produttiva ma si deve estendere a tutti gli aspetti della vita aziendale, (Galgano, 2008). Le caratteristiche del TQM secondo Feigenbaum sono:

- forte orientamento al cliente;
- impegno di lungo termine per il miglioramento costante dei processi;
- forte leadership da parte della Direzione, con coinvolgimento nell'applicazione della metodologia;

- responsabilità del top management di stabilire e migliorare l'intero sistema;
- miglioramento continuo delle performance in tutte le aree aziendali.

Questi metodi si riflettono su 4 principi fondamentali del WCM, ovvero l'obiettivo di raggiungere: zero sprechi, zero difetti, zero fermate e zero scorte.

Secondo Fiat Group Automobiles, il World Class Manufacturing è un sistema di produzione integrato che comprende tutti i processi dell'impianto, la sicurezza dell'ambiente di lavoro dalla manutenzione alla logistica e alla qualità (De Felice, et al., 2015).

L'obiettivo principale è quello di migliorare le prestazioni in termini di produzione, cercando una progressiva eliminazione degli sprechi, al fine di garantire qualità del prodotto e massima flessibilità nel rispondere alle richieste del cliente, tutto questo facendo leva sul coinvolgimento e la motivazione delle persone che lavorano nello stabilimento (figura 4).

Il modello teorizzato da Yamashina evidenzia alcune migliorie rispetto agli approcci sviluppati fino a quel periodo, sicuramente tra queste troviamo l'introduzione del Total Industrial Engineering, un sistema che viene definito dallo stesso Yamashina *"a system of methods where the performance of labor is maximized by reducing Muri, Mura and Muda¹"* (Yamashina, 2013).

Un'altra novità, che con il passare degli anni diventò una delle caratteristiche maggiormente conosciute, fu l'introduzione di una metodologia fondata sui cosiddetti pilastri, 10 pilastri tecnici e 10 pilastri manageriali (Yamashina, 2013). In seguito nel capitolo 2 verranno illustrati questi pilastri e nel capitolo 3 verranno invece spiegati uno ad uno più nel dettaglio.

Come è ben evidente, il modello della Toyota negli anni si è evoluto in differenti varianti in relazione alle diverse condizioni economiche, sociali e istituzionali nelle diverse aziende (Kennedy, et al., 1993), un esempio è l'applicazione sviluppata da Fiat.

¹ Muda: spreco; Muri: sovraccarico; Mura: irregolarità

CAPITOLO 2

LA METODOLOGIA DEL WORLD CLASS MANUFACTURING

Attraverso questo capitolo verrà inizialmente introdotta la metodologia WCM, verranno approfonditi i principi che stanno alla base della metodologia e successivamente verranno analizzati alcuni elementi che contraddistinguono la metodologia WCM.

2.1 I principi base del World Class Manufacturing

Come sottolineato nel capitolo 1, negli anni la metodologia del WCM si è evoluta e adattata.

Nel corso degli anni '80 il WCM faceva riferimento ad un approccio che aveva come scopo il raggiungimento del vantaggio competitivo attraverso prodotti di alta qualità con notevoli vantaggi dal punto di vista produttivo (Schonberger, 1986).

Molti studiosi diedero il proprio compenso nello sviluppo della metodologia, ma fu Schonberger che diede al modello un timbro più specifico all'interno del vasto mondo Lean. Schonberger sottolinea come al centro del cambiamento ci deve essere sempre il lavoratore, punto chiave per qualsiasi miglioramento (Schonberger, 1986). Questo miglioramento delle performance è raggiungibile attraverso degli step ben precisi che si basano in primis sull'individuazione degli sprechi e successivamente sulla loro eliminazione, in tal modo si semplificano al massimo le operazioni.

Il modello sviluppato da Schonberger inoltre mette sempre al centro la soddisfazione del cliente tramite la creazione di valore aggiunto, sempre coinvolgendo l'intera organizzazione.

Secondo Schonberger ci sono alcuni precetti dominanti che permettono di prevenire le perdite, nel suo libro *“World Class manufacturing: The Lesson of Simplicity Applied”* ne cita tre, il Just in Time (JIT), il Total Quality Control (TQC) e il Total Preventive Maintenance (TPM). Possiamo quindi definire il WCM come un modello strutturato che attraverso strumenti, tecniche e standard specifici permette all'azienda di eliminare qualsiasi tipologia di spreco e di migliorare il proprio processo

produttivo raggiungendo così risultati eccellenti e certificati nel lungo termine al livello delle migliori aziende manifatturiere del mondo, “World Class” (Yamashina, 2013) (Cornacchia, 2018) (Amadio, 2017) .

Il modello World Class Manufacturing negli anni si è sviluppato e adattato alle diverse realtà aziendali e ai diversi contesti economici in cui viene applicato, di conseguenza anche i principi e gli obiettivi della metodologia, così come le tecniche e gli strumenti utilizzati risultano numerosi e a volte anche differenziati (De Felice, et al., 2015).

Riprendendo il caso studio sull’incremento delle performance applicato all’industria automotive di De Felice F. Petrillo A. e Monfreda S. e ciò che afferma J. Blanck nel suo lavoro “*La produzione World Class*” possiamo riassumere i principi fondamentali del WCM:

- Qualsiasi tipologia di perdita non viene tollerata;
- Eliminare la causa del problema;
- Abbandonare le vecchie abitudini e concentrarsi sul far funzionare le nuove idee;
- Non perseguire la perfezione ma essere orientati al risultato;
- Il coinvolgimento di tutto il personale è la chiave per il cambiamento;
- Non si tratta di un semplice progetto ma di un nuovo modo di lavorare;
- Il desiderio del cliente deve essere sempre messo al primo posto;
- Tutti gli errori devono essere resi visibili;
- Il metodo deve essere applicato con consistenza e rigore;
- La prevenzione degli infortuni è un "valore" non derogabile;
- Tutti i leader devono esigere il rispetto degli standard stabiliti.

L’applicazione di questi principi non è una sfida semplice in quanto è richiesto l’impegno e la collaborazione di tutte le risorse aziendali (Falcone, et al., 2014).

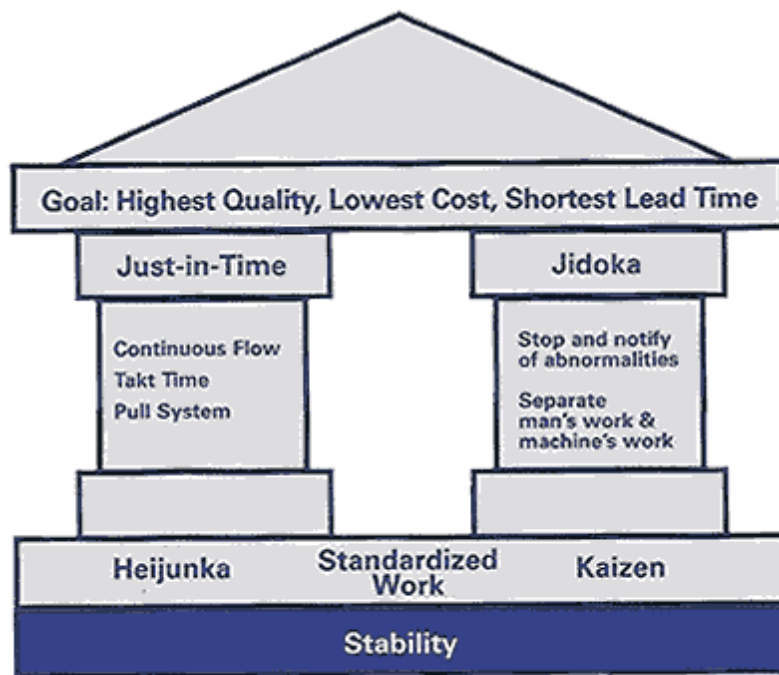
Il WCM si sviluppa dall’integrazione di diversi concetti (Falcone, et al., 2014), (De Felice, et al., 2015) che appartengono a diversi approcci all'ottimizzazione dei processi produttivi:

- TPS (Toyota Production System);
- TPM (Total Productive Maintenance);
- TQM (Total Quality Management);
- TIE (Total Industrial Engineering);

Nei successivi paragrafi verranno presentati gli aspetti generali di ciascuno e i principali obiettivi, con lo scopo di sottolineare il legame e il ruolo che questi approcci hanno avuto nello sviluppo del WCM.

2.2 Il Toyota Production System

Come sottolineato in precedenza, fu grazie al TPS teorizzato da Taiichi Ohno che l'industria giapponese riuscì a risollevarsi dopo la II guerra mondiale. La filosofia teorizzata da Ohno ha come obiettivo principale la minimizzazione degli sprechi (Muda in giapponese) fino ad arrivare, idealmente, all'eliminazione completa di questi. Il sistema di produzione Toyota incarna una cultura manifatturiera di miglioramento continuo basata sulla definizione di standard volti a eliminare gli sprechi attraverso la partecipazione di tutti i dipendenti. L'obiettivo del sistema è quello di ridurre il tempo che intercorre tra il momento in cui viene ricevuto un ordine e il momento in cui viene consegnato al cliente. Idealmente, il sistema cerca di produrre la massima qualità possibile, al costo più basso possibile, con il più breve tempo di consegna possibile. Toyota stessa lo definisce: “Il metodo Toyota è un modo ragionevole di produrre, in quanto elimina completamente quanto c'è di superfluo nella produzione, al fine di ridurre i costi”. Il seguente grafico illustra in maniera chiara il modello del TPS:



Toyota Production System "House"

Figura 6, TPS "House"

Con “spreco” si intende tutte le risorse che non vengono utilizzate per la creazione di valore per il cliente. Taiichi Ohno raggruppa tutti gli sprechi in 7 categorie differenti:

- Sovraproduzione: spreco principale, dà origine ad altre tipologie di spreco. Sovraproduzione intesa non solo come produrre prodotti più del necessario ma anche dati e informazioni. Produrre di più di quanto necessario comporta l'utilizzo di risorse aziendali per attività che non portano nessun vantaggio e nessun ritorno economico.
- Tempi di attesa: nel mondo manifatturiero il tempo è denaro; costituiscono uno spreco tutti i tempi di attesa non necessari al ciclo di fabbricazione del prodotto, le cause possono essere identificate in: mancata sincronizzazione tra le fasi, ritardo dei materiali, ritardi dovuti a guasti ecc.
- Trasporto: include tutti i trasporti dei prodotti da un posto ad un altro, che non generano nessuna trasformazione del prodotto e che potrebbero portare ad un danneggiamento del prodotto.
- Scorte: il materiale fermo a magazzino rappresenta un capitale immobilizzato, richiede spazio per essere stoccato e persone per il prelievo; tutto questo genera costi aggiuntivi.

- Superfici: utilizzare superfici troppo estese, oltre che un costo direttamente correlato all'estensione della stessa, comporta anche per esempio percorsi più lunghi, difficoltà nel trovare il materiale ecc.
- Riparazioni/errori: questa tipologia di spreco deriva da problemi di qualità, produrre pezzi non conformi comporta delle azioni aggiuntive che si traducono in costi extra di manodopera, materiali e di impianto.
- Processi inutili: le lavorazioni eccessive sono sempre fonte di spreco, queste devono essere identificate ed eliminate; deve sempre essere eseguita la quantità di lavorazione appropriata.

L'obiettivo che si pone il sistema di Toyota è quello di garantire che non ci siano attività che non aggiungono valore al prodotto. Esistono due principali pilastri su cui si fonda tutta la filosofia del TPS: Just In Time e Jidoka (Ohno, 1988).

2.2.1 Just In Time

Il Just In Time (JIT) è un modello gestionale ideato da Toyota, inizialmente venne sviluppato in ambito produttivo ma con il tempo ha inglobato anche altri ambiti, come per esempio la logistica.

Tramite questo concetto si mira a produrre i prodotti giusti, nei tempi giusti e nella quantità richiesta (Ohno, 1988). Seguendo questa logica si fa in modo di ridurre alcuni dei sette sprechi precedentemente elencati, soprattutto le giacenze di prodotti e materiali e la sovrapproduzione. Producendo JIT tutti gli ostacoli che si manifestano lungo il flusso produttivo vengono individuati rapidamente, e si possono intraprendere velocemente azioni di miglioramento per evitare che in futuro si ripetano (Payaro, 2017).

Produrre Just In time espone rapidamente i problemi, produrre ciò che serve, nella quantità giusta e nel momento giusto riduce i livelli di scorta e di conseguenza i problemi che interrompono il flusso vengono evidenziati più rapidamente e più chiaramente. Chiaramente eliminare totalmente le scorte e i WIP (work in process) risulta impossibile, tuttavia, la chiave per incrementare l'efficienza è ridurre in maniera continua la quantità di questi (Sito Web Art Of Lean).

Tendenzialmente nelle realtà aziendali, per far fronte a problemi si accumula una riserva di scorta basata su una stima dei difetti di qualità, guasti dei macchinari, assenteismo del personale. Le scorte utilizzate nascondono il fatto che la produzione è stata interrotta o in generale l'insorgere di qualsiasi problema, questo impedisce quindi in primis l'individuazione del problema e a sua volta, non essendo in grado di capire di che natura si tratta il problema, la soluzione a questo risulta complicata.

Seguendo questa metodologia si ribalta la classica logica Push che prevede la produzione “per il magazzino” a favore di una tecnica Pull, nel quale il materiale viene prodotto quando il cliente a valle (in questo caso il cliente può essere anche la fase produttiva successiva) lo richiede.

Il JIT prevede che il cliente a valle riceva il prodotto quando serve, nella quantità giusta e nel più breve lead time possibile (Payaro, 2017).

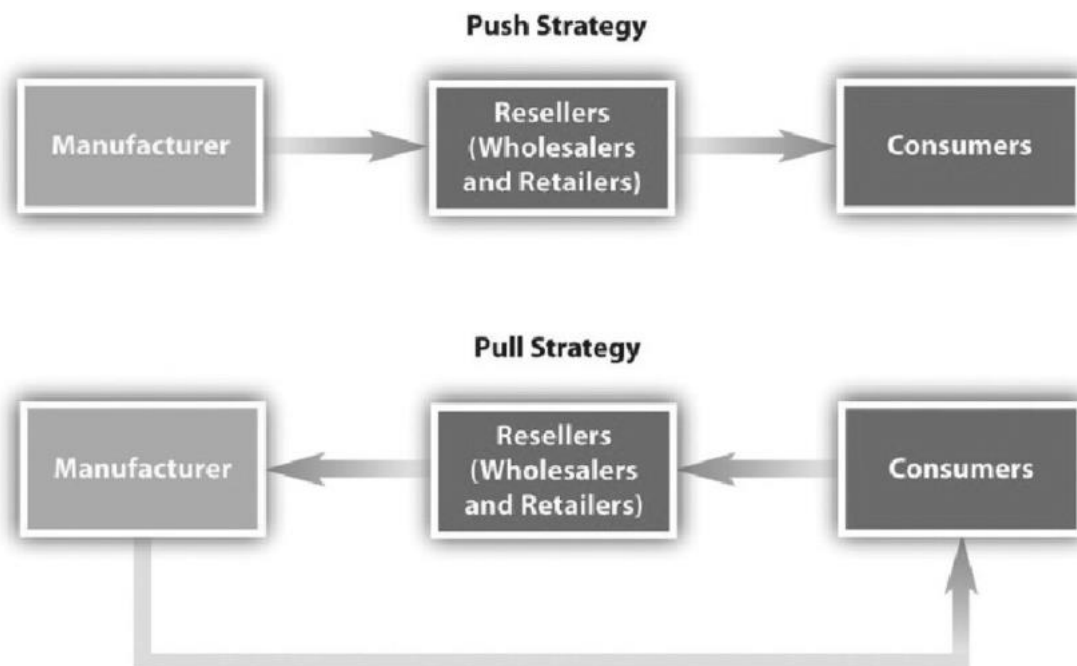


Figura 7, Push vs Pull (fonte www.researchgate.net/Push-vs-pull/)

2.2.2 Jidoka

“Ferma la produzione in modo che la produzione non si fermi mai” (Taichi Ohno).

Il secondo pilastro fondamentale per la lotta agli sprechi nella filosofia di Toyota prende il nome di Jidoka, che dal giapponese si traduce come automazione o automatico. Questo concetto ha origine nel 1902 con l'azienda di filatura e tessitura fondata da Sakichi Toyoda, Sakichi infatti progettò un telaio che si fermava automaticamente ogni qualvolta individuava un filo rotto, questo permise di evitare un processo che creasse materiale difettoso (Sito Web Art Of Lean).

Il Jidoka è principalmente composto da due parti:

1. Creare qualità nel processo;

2. Consentire la separazione dell'uomo dalla macchina;

Il TPS aspira a processi in grado di prendere decisioni intelligenti e di bloccare automaticamente l'impianto al primo segno di una condizione anomala, come per esempio un difetto o un altro problema.

L'obiettivo, non è quello di far funzionare in maniera continua l'impianto senza fermi, ma di interrompere automaticamente il processo quando si verifica un problema. È quindi meglio fermare una macchina al primo segnale di problema piuttosto che continuare a produrre il problema, generando solo ulteriori scarti, questa funzione di arresto automatico aiuta ad evitare che i difetti sfuggano a valle, limita i danni alla macchina e consente di esaminare meglio le condizioni attuali quando si verifica un problema (Ohno, 1988).

La seconda componente fondamentale del Jidoka è la separazione tra uomo e macchina, questo implica che se una macchina possiede la capacità di fermarsi in caso di anomalie, allora non c'è la necessità che l'operatore sorvegli le macchine. Si libera quindi l'operatore dal legame con il macchinario e dal loro monitoraggio a vantaggio di attività a maggior valore.

In conclusione quindi Jidoka fa riferimento alla capacità, della macchina o dell'operatore, di individuare condizioni anomale nei materiali, nei macchinari o nei metodi così da impedirne il trasferimento al processo a valle, gli obiettivi sono quindi riassumibili in: "build in quality" ovvero costruire la qualità che significa impedire la produzione in massa di difetti, la prevenzione da infortuni, se si tratta di persone, o di rotture se si tratta di macchine e infine la separazione del lavoro umano da quello della macchina (Sito Web Art Of Lean).

2.2.3 Lean Production

La Lean Production, in italiano produzione snella, deriva strettamente dal sistema di produzione giapponese Toyota, il TPS (Falcone, et al., 2014).

Prendendo spunto dal libro di James P. Womack Daniel T Jones "Lean Thinking" possiamo definire la Lean:

"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 closer and closer to providing customers with exactly what they want... "

Questa definizione può essere divisa in due parti, ciascuna con riferimento a degli aspetti fondamentali della filosofia. La prima parte fa riferimento al concetto di efficienza: fare molto di più utilizzando meno manodopera, meno tempo, meno spazio ecc. inquadra principalmente l'obiettivo dell'eliminazione degli sprechi. La seconda invece descrive quello che sarà il nuovo punto di riferimento per la filosofia giapponese, fornire al mercato (il cliente) ciò che desidera al momento giusto (Womack, et al., 1990).

Tutta la filosofia Lean gira attorno a 5 principi base (Bonfiglioli Consulting, 2010):

1. Definire il valore: l'azienda deve comprendere cosa vuole il cliente, e quale valore percepisce dal prodotto che gli offre.
2. Identificare il flusso di valore: bisogna identificare quali sono le risorse necessarie per poter produrre il valore che il cliente richiede; distinguere attività che apportano valore da quelle che invece comportano sprechi.
3. Far scorrere il flusso: fare in modo che non ci siano soste che bloccano il flusso, no accumuli in magazzini, no dati ed informazioni bloccati, tutto deve scorrere.
4. Implementare in sistema pull: per far sì che il flusso non si blocchi devo fare in modo che questo venga tirato da valle, altrimenti si blocca. La logica "pull" consiste nel produrre dei prodotti finiti solamente quando il mercato, o il cliente a valle me lo richiede. Tutte le attività produttive, compreso anche l'approvvigionamento dei materiali necessari, avvengono solo quando vengono richieste. Lo svolgimento delle attività a valle, quindi, "tira" le attività a monte.
5. Ricercare la perfezione: il concetto di zero difetti e di eliminazione totale dei Muda è un concetto ideale, non si verificherà mai, ma se lo si pone come obiettivo si avranno sempre miglioramenti continui.

Ad ogni principio sono strettamente collegati alcuni strumenti e alcune tecniche specifiche del pensiero Lean (Bonfiglioli Consulting, 2012).

OBIETTIVI	STRUMENTI
Definire il valore	FAST, Kano Model, QFD (Quality Function Deployment)
Identificare il flusso di valore	VSM (Value Stream Mapping) per identificare il Current state e il Future State
Far scorrere il flusso	SMED System, Group Technology e Cellular Manufacturing, Spaghetti Chart, Time Study
Implementare un sistema pull	Mixed Model Production, TPM, 5S, Kanban, Takt Time Analysis,
Ricerca la perfezione	Kaizen, TQM, Six-Sigma

Figura 8, Strumenti e tecniche Lean (Fonte Slide del corso Gestione snella dei processi Università di Padova, Panizzolo R. Anno accademico 2021-2022)

Il TPS e successivamente la Lean Production come abbiamo visto offrono una moltitudine di strumenti e tecniche. Benché l'obiettivo di tutti questi strumenti sia quello di individuare e ridurre gli sprechi migliorando i processi produttivi, alcuni di questi, come per esempio il TPM, il TQM e il Kaizen sono così articolati che vengono considerati come delle vere e proprie filosofie piuttosto che come tecniche (Davis, 1995).

2.3 Total Productive Maintenance

Secondo Vorne (Vorne, 2019), la Manutenzione Produttiva Totale (TPM) è un approccio olistico alla manutenzione delle apparecchiature che mira a raggiungere una produzione perfetta, in cui non ci siano guasti, piccoli arresti o rallentamenti, nessun difetto e altri valori aggiuntivi in termini di sicurezza dell'ambiente di lavoro, ovvero nessun incidente.

Nato tra gli anni '60 e '80 alla Toyota e poi diffuso in tutte le aziende giapponesi, il Total Productive Maintenance rappresenta un sistema che si occupa principalmente di risolvere le perdite che si verificano sugli impianti e viene considerato il principale strumento per la gestione dei processi produttivi per massimizzare lo sfruttamento della capacità degli impianti (Yamashina, 1995). Tuttavia, non la si deve confondere con una semplice attività di manutenzione, il suo campo d'azione comprende strumenti e tecniche per migliorare l'efficienza e la qualità degli impianti di lavoro tramite una manutenzione preventiva e ben strutturata che segue dei criteri di intervento ben precisi (importanza del macchinario, ciclo di vita, sicurezza, ecc.), è quindi un approccio al miglioramento

aziendale che ha come obiettivo il raggiungimento della massima efficienza e affidabilità dei processi (Falcone, et al., 2014).

Seiichi Nakajima, allora direttore tecnico in Toyota e considerato il padre di tale metodologia, afferma che alla base degli interventi da attuare c'è l'individuazione e successiva eliminazione di perdite quali: grandi guasti, tempi di set-up, piccole fermate, diminuzione delle velocità, prodotto difettoso e avviamento o start-up.

Distinguiamo 8 diversi pilastri sul quale esso fa riferimento (Falcone, et al., 2014)

- Miglioramento specifico dei macchinari;
- Manutenzione autonoma;
- Manutenzione programmata;
- Formazione ed addestramento;
- Gestione dell'avviamento dei macchinari;
- Manutenzione per la qualità;
- TPM negli uffici;
- Sicurezza ed ambiente.

I quali possono essere raggruppati in tre differenti categorie: manutenzione autonoma, manutenzione programmata e riduzione della manutenzione.

Manutenzione

autonoma:

consiste in mansioni che l'operatore della macchina esegue, come pulizia, ispezione, lubrificazione ecc. delle attrezzature. A volte comprende anche l'utilizzo di controlli visivi per velocizzare l'operazione. Tutte queste azioni vengono poi documentate su appositi moduli di controllo.

Dà agli operatori una maggiore "proprietà" delle loro attrezzature. Aumenta la conoscenza delle attrezzature da parte degli operatori. Assicura che le apparecchiature siano ben pulite e lubrificate.

Identifica i problemi emergenti prima che diventino guasti. Libera il personale addetto alla manutenzione per compiti di livello superiore (Vorne, 2019).

Nel capitolo 3 verrà fatta una spiegazione più dettagliata quando si parlerà del pilastro numero 3 del WCM.

Manutenzione

programmata:

queste operazioni, al contrario delle precedenti, prevedono dei fermi della macchina per poter

effettuare azioni di riparazione, controllo o sostituzione di alcuni componenti della stessa. Si basa sul principio che se la manutenzione preventiva aumenta quella straordinaria diminuisce, e di conseguenza anche i costi. Tuttavia, si deve evitare di effettuare troppa manutenzione programmata, altrimenti i costi sostenuti sarebbero molto elevati e le performance minori (Arici, 2020).

Riduzione della manutenzione:

Sotto questa categoria ricadono la manutenzione predittiva e la progettazione delle attrezzature. L'obiettivo è collaborare con i fornitori dei macchinari per rendere la manutenzione più semplice possibile, "progettazione per la manutenzione". La manutenzione predittiva fa riferimento all'analisi delle attrezzature in modo da elaborare dati che permettano di prevedere guasti, alcune tecniche sono: analisi delle vibrazioni, ultrasuoni e analisi termografica (Arici, 2020).

In conclusione, si può affermare che il TPM ha la capacità di ridurre i tempi di fermo, migliorare la qualità del prodotto, migliorare l'affidabilità e rendere la vita dei dipendenti all'interno di un'azienda molto più piacevole (McKone, et al., 2001).

Il primo passo verso una produzione di livello mondiale consiste nell'implementare con successo il TPM e quando questa metodologia sarà diventata una pratica comune nella produzione quotidiana, si potrà dire che l'azienda ha appena iniziato un viaggio verso una produzione di livello mondiale (Yamashina, 2000).

2.4 Total Quality Management

Gli approcci alla gestione della qualità hanno da sempre interessato le aziende che intendono soddisfare i propri clienti. L'approccio oggi più conosciuto riguardo alla gestione della qualità è il Total Quality Management (TQM), termine utilizzato la prima volta nel 1957 da Arnold Feigenbaum, esperto della qualità (Arici, 2020). Negli anni si è evoluto inglobando: sia il concetto di Quality Control (QC) che prevedeva non solo l'ispezione per l'identificazione dei problemi di qualità ma anche la loro risoluzione, sia il concetto di Quality Assurance (QA) che oltre alla produzione, in termini di responsabilità, ingloba anche altre funzioni differenti dalla produzione, per esempio risorse umane, contabilità, marketing (Slack, et al., 2019).

Il Total Quality Management, quindi, è un modello organizzativo che si focalizza nell'esaminare la qualità di tutti i fattori coinvolti nella produzione di prodotto o servizi. L'applicazione avviene

nell'intero ciclo del prodotto coprendo tutte le fasi, dalla ricerca e selezione del fornitore fino alla spedizione, non solamente nelle fasi prettamente produttive.

Tuttavia, non bisogna confonderlo con un approccio volto al controllo finale, bensì volto alla prevenzione delle non conformità. Tramite il coinvolgimento di tutta l'azienda, il TQM punta ad obiettivi di lungo termine mettendo sempre al centro la soddisfazione del cliente. Possiamo quindi dare una definizione al TQM come un sistema di gestione basato sul principio che ogni membro del personale deve impegnarsi a mantenere elevati standard di lavoro in ogni aspetto delle operazioni di un'azienda (Slack, et al., 2019).

I sistemi di miglioramento basati sul TQM offrono notevoli vantaggi tra cui: migliore efficienza ed efficacia ma anche lo sviluppo di processi difficilmente imitabili dai competitors (Dale, 2003).

I sistemi di gestione della qualità si sono progressivamente evoluti nel tempo, partendo dall'ispezione della produzione per poi passare ad approcci più complessi che prevedono l'adozione di tecniche statistiche e programmi di controllo di processo, fino ad arrivare ad approcci più organizzativi come il TQM (Dahlgard-Park, 2011). Infatti, il TQM viene riconosciuto come un approccio gestionale olistico, sempre più applicato al miglioramento continuo dei processi e incentrato: sull'attenzione alle esigenze dei clienti, su una prospettiva di lungo termine (Powell, 1995), sul totale coinvolgimento dei dipendenti, sul lavoro di squadra e sulla riprogettazione dei processi e delle relazioni con i fornitori (Mendes, 2017).

Uno dei pilastri fondamentali sul quale si basa il concetto di Qualità Totale e, in seguito del TQM, è l'approccio Kaizen.

Il termine Kaizen fu coniato per la prima volta da un dirigente della Toyota nel 1986, Masaaki Imai (Amadio, 2017),

la parola è composta da due termini giapponesi KAI, che significa letteralmente cambiamento, miglioramento, e la parola ZEN che invece significa migliore; quindi, il termine Kaizen si può tradurre con miglioramento continuo, che si contrappone al miglioramento "a grandi salti" denominato Kairyo (Falcone, et al., 2014). Come si nota dalla tabella 2 i due concetti sono completamente opposti, il Kaizen si focalizza soprattutto sul coinvolgimento totale del personale nell'applicazione sistematica del ciclo PDCA; al contrario il Kairyo coinvolge un numero ristretto di operatori e si concentra maggiormente su investimenti in innovazioni (Bonfiglioli Consulting, 2010).

Tabella 2, Kaizen VS Kairyo, fonte: (Falcone, et al., 2014)

KAIZEN	KAIRYO
Coinvolge tutto il personale	Coinvolge un ristretto numero di persone
Manutenzione sull'esistente utilizzo del know-how	Presuppone investimenti in nuove tecnologie
Orientamento centrato sul personale	Viene realizzato in base ai risultati attesi
Utilizzo degli strumenti e del PDCA	Si ottiene con breakthrough tecnologici e organizzativi

La filosofia Kaizen non “abbraccia” solamente l’ambito prettamente operativo del mondo aziendale ma presuppone un miglioramento continuo nel modo di vivere della persona (Falcone, et al., 2014).

Uno degli strumenti cardini su cui si basa il miglioramento continuo è la ruota o ciclo di Deming, anche chiamata PDCA *Wheel*, e come verrà più volte sottolineato in seguito è uno dei sistemi di gestione su cui si basa il WCM. Esso illustra uno standard da seguire basato su 4 fasi principali (*Plan, Do, Check, Act*, da cui l’acronimo PDCA) con lo scopo di attuare un efficace miglioramento continuo.

I 4 passi devono essere svolti in maniera iterativa:

- Plan: attività di pianificazione, fase di analisi del problema, delle relative cause e delle possibili contromisure;
- Do: vengono implementate le azioni di miglioramento pensate durante la fase plan, in questa fase vengono sperimentate le soluzioni per verificarne la correttezza;
- Check: fase in cui vengono controllati i risultati ottenuti, confronto tra risultati preventivati ed effettivi;
- Act: se la soluzione funziona bisogna tradurla in standard;

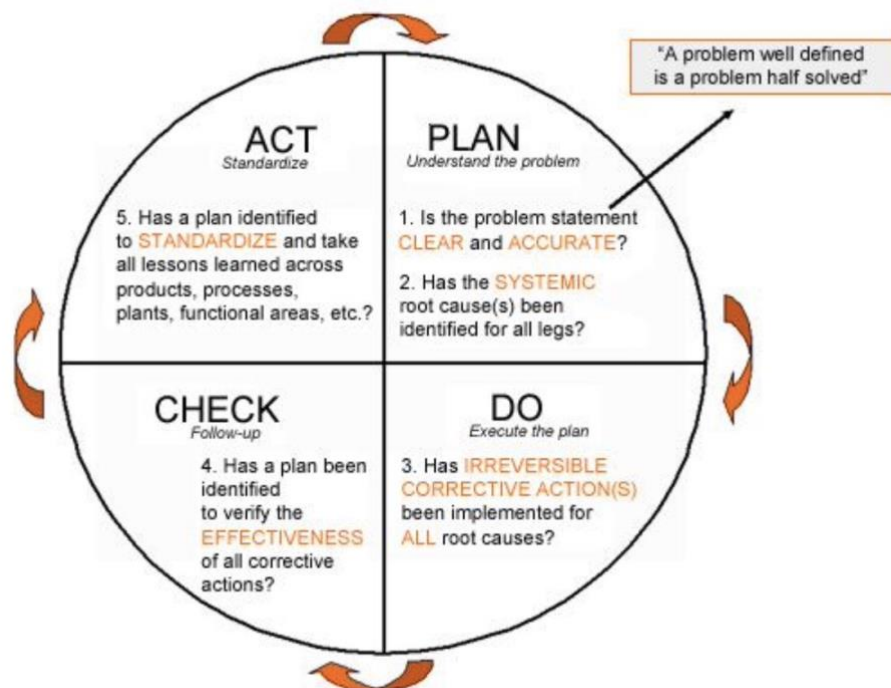


Figura 9, PDCA Wheel (fonte slide corso gestione snella dei processi, prof. Roberto Panizzolo Università degli Studi di Padova, Anno Accademico 2021-2022)

Una volta concluso il ciclo, tuttavia, si procede nuovamente con una nuova fase di pianificazione, il miglioramento diventa lo standard del ciclo successivo, da qui la metafora della ruota in quanto è un ciclo che si ripete all'infinito senza mai fermarsi, migliorando ad ogni ciclo il processo (Falcone, et al., 2014). Il miglioramento può essere perseguito attraverso idee, suggerimenti e azioni che provengono direttamente da quello che Masaaki chiama "il campo di battaglia" tradotto dal termine giapponese *Gemba* (Amadio, 2017).

2.5 TIE (Total Industrial Engineering)

Il termine Total Industrial Engineering fu coniato dal prof. Ryuji Fukada, e costituisce un approccio integrato per la gestione del “sistema azienda” che considera contemporaneamente aspetti tecnici, organizzativi e relazionali. Questo approccio prevede la massimizzazione delle performance produttive tramite la riduzione di:

- Muri (eccessi): fa riferimento ad un sovraccarico delle risorse e delle persone;
- Mura (incompatibilità): fa riferimento alla fluttuazione del carico di lavoro su una certa risorsa uomo macchina
- Muda: sono gli sprechi che si individuano lungo tutto il processo.

I principi su cui si basa l’approccio TIE sono:

- Operazioni standard;
- Funzionamento standard;
- Lavoro polivalente;
- Separazione tra lavoro dell’operatore e lavoro della macchina;
- Distinzione tra lavoro richiesto nella fase di produzione e lavoro richiesto nella fase di trasporto.

(Falcone, et al., 2014)

2.6 Il tempio del WCM

Il modello World Class Manufacturing prevede un vero e proprio meccanismo strutturato in dieci pilastri tecnici e dieci pilastri manageriali (Amadio, 2017).

La figura 10 illustra in maniera semplice la struttura gerarchica del WCM; alla base ci sono i Pilastri manageriali che rappresentano le direttive che vengono imposte dal Plant Manager così che chi opera possa essere consapevole degli obiettivi da raggiungere. Le colonne sovrastanti invece rappresentano i 10 pilastri tecnici, ogni pilastro fa riferimento ad un processo di miglioramento (nel capitolo seguente verranno introdotti e illustrati tutti i pilastri, sia tecnici che manageriali). Infine, il tetto del tempio raffigura i risultati dei lavori svolti nei livelli sottostanti (Falcone, et al., 2014).

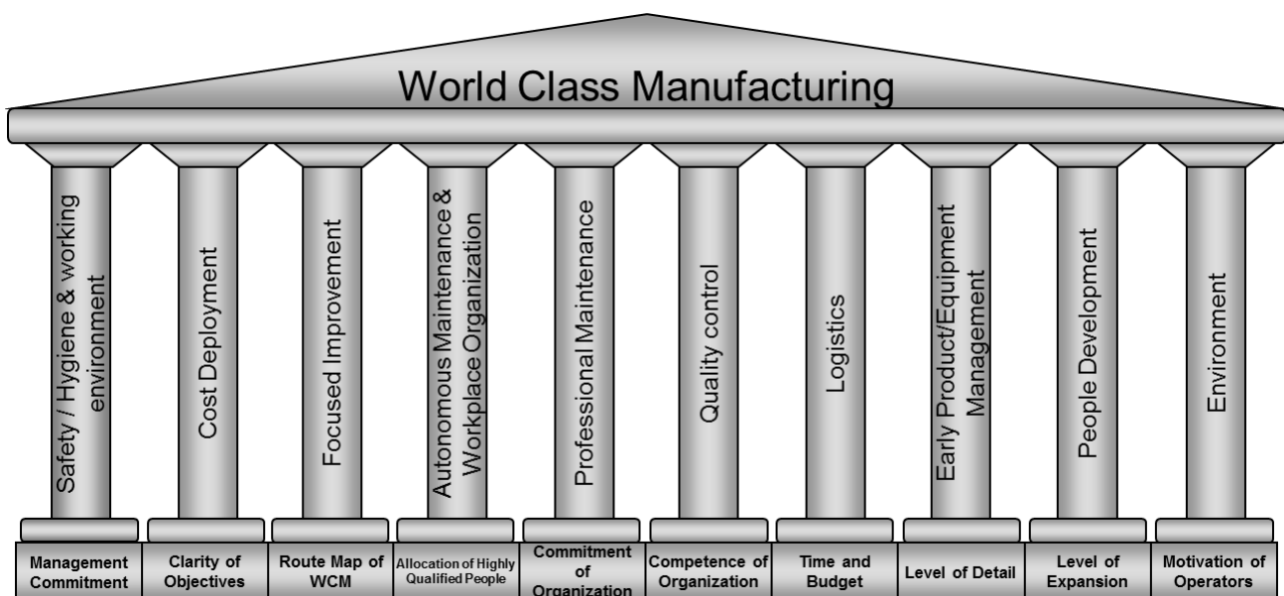


Figura 10, Tempio WCM, fonte: (De Felice, et al., 2015)

Un altro concetto strettamente legato alla Lean Production ma che tramite il WCM si è evoluto è il concetto di “Zero” (Falcone, et al., 2014); l’obiettivo del WCM è quello di raggiungere (Yamashina, 2013):

- Zero sprechi;

- Zero incidenti;
- Zero fermate;
- Zero scorte;

Questi obiettivi possono essere avvicinati attraverso un processo di miglioramento continuo basato su una dinamica rigorosa sviluppandosi attraverso 7 steps per arrivare all'eccellenza; questi steps sono suddivisi in tre fasi distinte: reattiva, preventiva e proattiva (Yamashina, 2013). Questa struttura applicata ad ogni singolo pilastro prevede una fase iniziale reattiva, nel quale si reagisce una volta manifestatosi il problema. Una seconda fase preventiva dove, tramite l'esperienza si cerca di evitare che il problema possa ripetersi in futuro e una fase finale proattiva che ha come obiettivo la prevenzione di uno specifico problema.

Di seguito sono evidenziati gli obiettivi generali di ogni step che poi dovranno essere integrati e adattati ai singoli pilastri e alle singole situazioni aziendali (Amadio, 2017):

1. Preparazione, raccolta dei dati e dimensionamento costi;
2. Identificazione delle perdite;
3. Valutazione perdite;
4. Dimensionamento perdite;
5. Definizioni piani di miglioramento (tools, costi);
6. Selezione e assegnazione delle priorità;
7. Implementazione e controllo.

Nella fase reattiva, che comprende, in quasi tutti i casi, i primi tre steps, ci si focalizza su contromisure e soluzioni una volta che sorge un problema (Yamashina, 2013). Si studia la soluzione senza però intervenire per modificare il processo; lo scopo resta quello di intervenire e bloccare il problema ripristinando le condizioni di base. Le attività caratteristiche della fase reattiva sono (Malindzakova, et al., 2020) :

- Creare una politica aziendale;
- Implementare misure adatte che risolvano nel momento il problema;
- Valutare i possibili rischi;

- Preparazione di standards preliminari.

La seconda fase, comprendente i successivi due steps, è denominata preventiva. In questo caso, dopo che si verifica un problema bisogna analizzarlo in maniera dettagliata, evidenziando la sua entità e le contromisure specifiche per la sua tipologia al fine di rendere il processo sempre più efficiente. Parte di questa fase è l'implementazione di misure attraverso progetti specifici volti a eliminare gli sprechi. Le principali attività riguardano l'analisi dei costi ambientali attraverso l'identificazione delle perdite e la specifica degli standard (Malindzakova, et al., 2020).

Infine, la terza ed ultima fase con gli ultimi due steps, abbraccia una visione proattiva: basandosi sull'esperienza e sui dati raccolti nei precedenti steps si definisce una serie di contromisure standard in modo tale che se in futuro dovessero ripresentarsi problemi dello stesso tipo si avrebbero già a disposizione gli strumenti per risolverli nel più breve tempo possibile.

Il percorso tracciato dal WCM per raggiungere l'eccellenza fa perno su due dimensioni fondamentali (Yamashina, 2013):

- Profondità: fa riferimento alla suddivisione del processo di miglioramento per ogni singolo pilastro nei 7 steps raggruppati nelle tre fasi reattiva, preventiva e proattiva, visti in precedenza.
- Estensione: le attività di miglioramento partono sempre da una *Model Area*, ovvero un reparto, un singolo impianto, un processo che rappresenta le maggiori perdite e dal quale si deve partire. I progetti di miglioramento implementati in quest'area vengono poi condivisi e applicati alle altre aree, mentre nella model area si procede con progetti sempre più complessi.

Grazie alla sua continua evoluzione, il WCM è diventato uno dei più prestigiosi standard di riferimento a livello globale per la gestione dei processi di produzione, tanto da portare alla nascita di una WCM Association (Falcone, et al., 2014). Con l'obiettivo di rafforzare la partecipazione e la competizione tra le diverse organizzazioni, valuta, tramite audit periodici sia interni sia esterni, i diversi livelli di performance ottenuti dalle aziende. Le motivazioni dietro al riconoscimento ottenuto comprendono l'adozione dei pilastri fondamentali dello standard WCM basati sul continuo

miglioramento e volti all'implementazione di progetti per ridurre ed eliminare le perdite a livello sia produttivo sia di materiali.

Per sottolineare l'importanza della misurabilità, si inserisce un sistema di audit che esamina il processo. L'audit assegna un indice, chiamato Methodology Implementation Index (MII). Come vedremo in seguito, la metodologia è strutturata in 10 pilastri tecnici e 10 pilastri manageriali, e per ognuno di questi viene assegnato un punteggio da 0 a 5 in funzione del livello di sviluppo.

Tabella 3, Sistema Audit WCM, ripreso da: (Falcone, et al., 2014)

0	Nessuna azione in atto
1	Atteggiamento reattivo
2	Tecniche di base implementate
3	Buona conoscenza generale
4	Livello avanzato
5	Coinvolgimento di tutti

Alla fine, vengono sommati tutti i punteggi e si ottiene un MII compreso tra 0 e 100. La World Class Association ha fissato alcuni traguardi per misurare le performance:

- 0-49: il metodo implementato è ancora al livello base
- 50-59: bronzo
- 60-69: argento
- 70-84: oro
- 84-100: World Class

2.7 Lean Production e World Class Manufacturing a confronto

Come si nota dai paragrafi precedenti il World Class Manufacturing e la Lean Production condividono molti aspetti, tecniche e teorie. Entrambe, infatti, si basano sulla filosofia sviluppata dalla Toyota, sia la Lean Production sia il WCM mirano alla creazione di valore e alla lotta agli sprechi tramite il coinvolgimento di tutte le risorse, umane e no, presenti in azienda (Amadio, 2017). Dalla letteratura, si è riscontrata una tendenza da parte di alcuni autori ad assimilare le due strategie, spesso incorporando la Lean Production come parte del WCM e descrivendola come una delle best practice di cui si compone il WCM. Alcuni autori si limitano a indicare la Lean Production come il sistema da cui scaturisce il WCM e di cui incorpora molti elementi, mentre altri definiscono il WCM come un sistema che incorpora tutti gli elementi del Lean. Infine, alcuni autori affermano che il WCM è semplicemente uno sviluppo particolare degli standard organizzativi tradizionali della Lean Production (De Carlo, et al., 2018). Queste relazioni vengono riassunte nella tabella sottostante.

Tabella 4, relazione tra Lean e WCM (fonte: *Lean production and WCM: a comparative study of the two most important production strategies of recent times*)

	RELAZIONE TRA LEAN PRODUCTION E WCM
1.	La Lean production è una delle migliori pratiche del WCM, insieme a TQM, TPM, JIT e Six Sigma
2.	Il WCM non è altro che uno sviluppo applicativo particolare dei canoni tradizionali del toyotismo.
3.	La Lean Production non è altro che il sistema da cui nasce il WCM
4.	Il WCM si basa su modelli creati dall'industria manifatturiera giapponese del dopoguerra. Adatta le nuove idee della Lean utilizzate dal Giappone per ottenere significativi vantaggi competitivi.
5.	Il WCM è il punto di riferimento, internazionalizzato e industrializzato, del modello di produzione Lean. Indica un'ampia gamma di elementi organizzativi della produzione che caratterizzano le aziende che competono nel mercato globale, ma incorpora anche il concetto di organizzazione dinamica in costante e rapido miglioramento.
6.	Durante lo sviluppo della Lean Manufacturing sono stati conati molti termini che si riferiscono alla stessa idea e allo stesso modello, tra cui WCM.
7.	Il WCM è un sistema integrato che si basa, tra gli altri, sull'adozione dei principi della Lean Production e che viene utilizzato anche come parametro per verificare l'effettivo stato di attuazione.
8.	Il WCM incorpora l'elemento della Lean Production, ma il concetto di "snellezza" dovrebbe essere ripensato, per essere incluso in un modello più ampio di produzione strategica
9.	Le aziende WCM devono possedere tutte le competenze della Lean production, combinate anche con aspetti startegici.
10.	Il WCM è per molti aspetti simile alla Lean Production, con un focus sul raggiungimento di prestazioni di classe mondiale. Rispetto alla Lean, il WCM è anche un po' più "grassoccio", perdendo in agilità ma guadagnando in qualità e servizi.

Tuttavia, le due strategie, oltre a condividere alcuni concetti e alcune tecniche, presentano delle divergenze, in alcuni casi anche accentuate, in altri meno.

I concetti chiave della Lean Production in breve sono: creazione del valore per il cliente, individuazione delle attività che non generano valore, i Muda, e nella loro eliminazione. In sintesi, la Lean Production può essere definita come una filosofia di gestione del processo che adotta gli strumenti tipici del TPS per eliminare i Muda e creare valore per il cliente. Dunque, non si tratta di una metodologia o di un modello di gestione aziendale.

Al contrario invece, il World Class Manufacturing è un modello di gestione aziendale che condivide gli stessi obiettivi della Lean Production ma con un forte orientamento ai costi, concetto cardine della metodologia (Amadio, 2017).

La tabella 5 illustra le principali differenze tra Lean Production e World Class Manufacturing, suddivise per categorie. Le divergenze più marcate si trovano soprattutto nella “struttura base” e nella Production strategy, infatti il WCM risulta più strutturato, grazie ai pilastri tecnici e manageriali, e

con una strategia produttiva fortemente orientata ai costi, cosa che non accade nella Lean. Questo si riflette anche in ulteriori aspetti come, per esempio, il sistema di auditing sviluppato nella metodologia del WCM e la metodologia di identificazione delle perdite tramite il pilastro del Cost Deployment.

Tabella 5, Differenze tra Lean Production e WCM (fonte: *Lean Production and WCM: a comparative study of the two most important production strategies of recent times*)

	CATEGORIA	LEAN	WORLD CLASS MANUFACTURING
1.	Basic structure	Non presente	10 pilastri tecnici e 10 pilastri manageriali, ogni pilastro è composto da 7 steps a cascata
2.	Production strategy	Nessun riferimento esplicito riguardo strategie produttive	Cost Deployment
3.	Quality Control	Nessun controllo a valle in quanto sarebbe considerata un'attività a non valore aggiunto	È uno dei pilastri tecnici che mira a ottenere "zero difetti".
4.	Strategic emphasis	Continuous Improvement in una prospettiva di sviluppo personale e come strumento per ridurre gli sprechi	Ogni azione e decisione aziendale deve essere finalizzata al raggiungimento dell'eccellenza globale.
5.	Performance evaluation	Non esiste un modello universalmente riconosciuto. I numerosi modelli proposti in letteratura si basano esclusivamente su valutazioni di produttività ed efficienza.	Sistema di auditing complesso e strutturato con riconoscimento da parte dell'associazione WCM che assegna premi di merito.
6.	Performance measurement	Numero limitato di KPI, misurazione molto frequente, con risultati condivisi con il resto dell'azienda attraverso un sistema di controllo visivo.	Alto numero di KPI, ma con un sistema di controllo centralizzato dei parametri di misurazione.
7.	Safety	Nessun riferimento esplicito nel modello originale giapponese.	Occupava un ruolo essenziale, come dimostra il fatto che sia indicato come primo pilastro.
8.	Benefits-to-costs ratio	Non considerato. Tutti gli sprechi vengono trattati e affrontati allo stesso modo, indipendentemente dalla loro influenza sui costi.	Logica della razionalità economica nella scelta delle priorità. Il rapporto benefici/costi viene trattato come la prima indicazione derivante dal cost Deployment.
9.	Identification of losses	Value stream mapping e altri strumenti.	Cost Deployment.

10.	Implementattion of change	Approccio "Bottom Up".	Approccio "Bottom UP" seguendo i 10 pilastri.
11.	Justification of change	A priori.	Spesso trascurato.
12.	Leadership, plannig, motivation and organization	Non discusso esplicitamente.	Discusso in modo sistematico nei pilastri manageriali.
13.	Implementaion	Non esiste un metodo universale di applicazione.	Pilastri manageriali.
14.	Target	Riduzione drastica degli sprechi, creazione del flusso di valore.	Zero perdite, zero difetti, zero scorte e zero fermate.
15.	TPM	Focus sulle persone e sui processi	Focus sulle attrezzature

CAPITOLO 3

I PILASTRI DELLA METODOLOGIA WCM

In questo capitolo verranno spiegati nel dettaglio tutti i pilastri, partendo da quelli tecnici per poi passare a quelli manageriali. Per ogni pilastro verrà evidenziato il contenuto e l'importanza all'interno della metodologia WCM e le varie attività suddivise nelle tre fasi reattiva, predittiva e proattiva della metodologia WCM.

3.1 Pilastri tecnici

1) Safety

Il primo pilastro si pone come obiettivo il miglioramento degli ambienti di lavoro all'interno dell'azienda, evitando qualsiasi tipo di infortunio o in generale situazioni pericolose per l'operatore. Il pilastro safety viene considerato un "must-have" poiché non esiste un'implementazione del WCM senza attuare azioni di safety management. (Chiarini, et al., 2014). Tutto questo si traduce in azioni e accorgimenti che hanno lo scopo di tutelare la sicurezza degli operatori nel posto di lavoro riducendo il numero di infortuni ai dipendenti o le malattie professionali che hanno come causa il non corretto utilizzo di strumentazioni, macchinari e dispositivi di sicurezza o il mancato rispetto di standard ergonomici, tali obiettivi sono raggiungibili solamente attraverso la diffusione della cultura della sicurezza a tutti i livelli organizzativi dell'impresa (Ketter, et al., 2007). Il triangolo di Heinrich è uno dei frame work quando si parla di sicurezza, questo strumento visualizza il rapporto statistico tra i

vari tipi di incidenti, mortali, gravi e lievi. In particolare, evidenzia come per ogni incidente mortale ce ne siano stati 30 di gravi e 3000 di lievi.

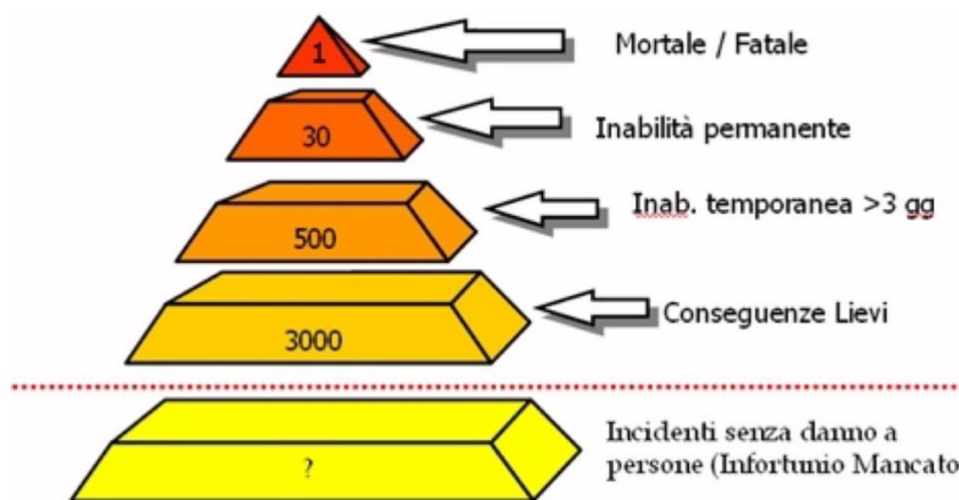


Figura 11 triangolo di Heinrich, fonte www.uil.it

Questo significa che prevenire e ridurre incidenti lievi comporta matematicamente una riduzione degli incidenti mortali. Nel WCM il triangolo di Heinrich viene ulteriormente esteso, infatti vengono inseriti anche: i quasi incidenti, le condizioni non sicure e le attività non sicure (Falcone, et al., 2014). Ulteriori strumenti che risultano utili in questa fase, ma che verranno di seguito solo menzionati sono:

- S-matrix;
- Raci;
- S-Ewo;

La sicurezza in Italia è regolata da leggi ben specifiche, in particolare il decreto legislativo 81/08, approvato il 4 aprile del 2008 ed entrato in vigore il 15 maggio dello stesso anno, è il testo che ha ridisegnato tutta la disciplina in materia di salute e sicurezza sul lavoro. La differenza rispetto al passato è che il testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro sposta l'attenzione sulla prevenzione, introducendo l'obbligo della valutazione preventiva dei rischi presenti in azienda.

Ha lo scopo di prescrivere misure per la tutela della salute e per la sicurezza dei lavoratori durante il lavoro, in tutti i settori di attività privati o pubblici, (www.mcsystemsrl.com).

Il D. Lgs. 81 propone:

- l'individuazione e la valutazione di sorgenti di potenziali fattori di rischio;
- la riduzione dei fattori di rischio;
- il controllo costante delle misure di prevenzione e/o protezione messe in atto e l'adeguamento ai nuovi processi o ai nuovi rischi presenti in azienda.

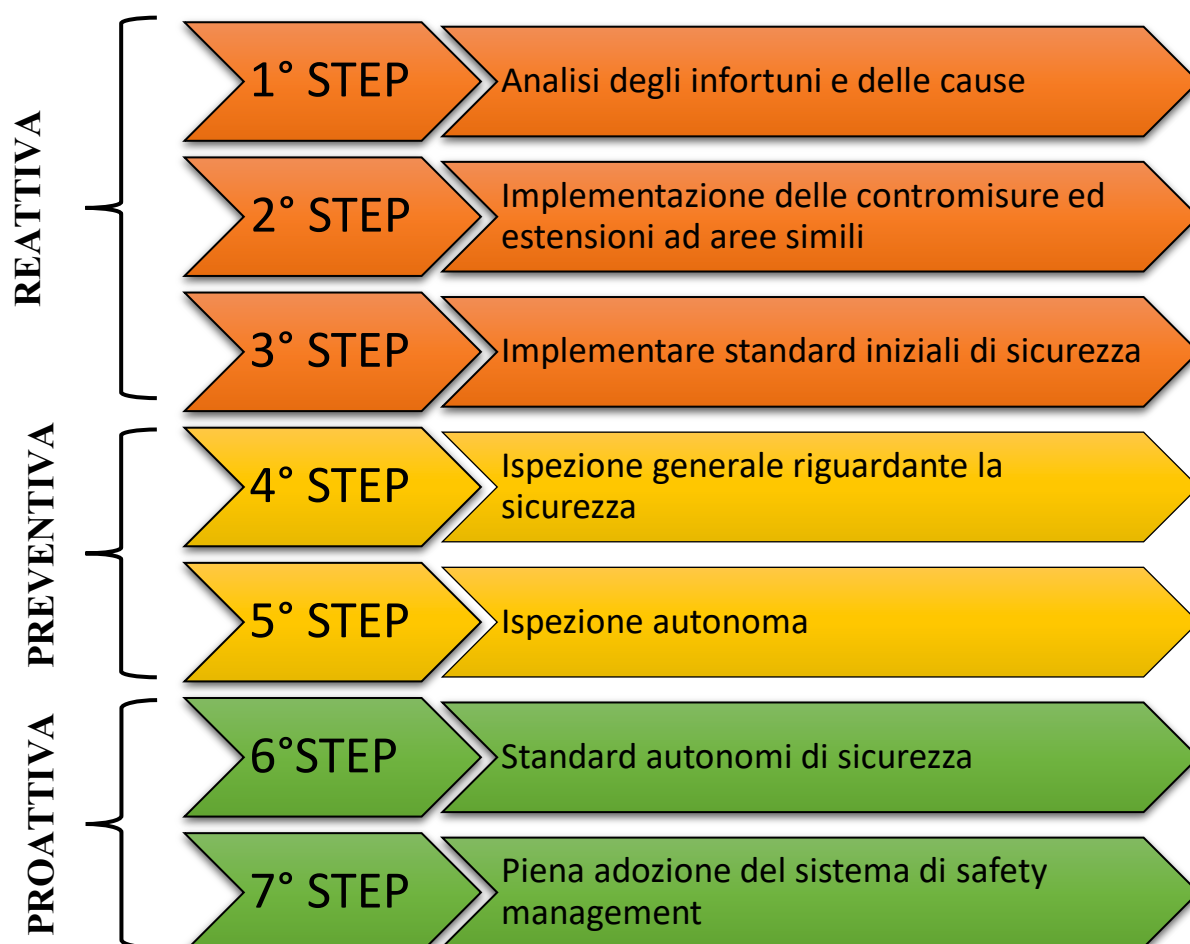
Al fine di ottenere ciò, il D. Lgs. 81/08 prevede (www.mcssystemsrsl.com), nelle aziende:

- l'attuazione di un Servizio di Prevenzione e Protezione per l'elaborazione e valutazione dei rischi;
- la realizzazione di un documento di pianificazione delle misure di riduzione dei rischi con i relativi tempi di attuazione;
- la nomina di figure specifiche per il miglioramento dell'organizzazione aziendale della sicurezza (RLS, Medico Competente, ecc.);
- la definizione di un piano di emergenza per gli interventi di Pronto Soccorso, prevenzione incendi ed evacuazione dei lavoratori in caso di pericolo.

Per le aziende risulta quasi impossibile prevenire qualsiasi situazione che causi incidenti e/o infortuni; tuttavia, per diminuire la probabilità che questi accadono si possono attuare alcuni accorgimenti, per esempio:

- corsi per i lavoratori incentrati sui temi della sicurezza in azienda
- azioni pratiche di prevenzione (segnalare in modo evidente pericoli)
- promuovere ed abbracciare una politica aziendale che metta la salute del lavoratore al primo posto

Applicando i 7 steps caratteristici del WCM, divisi nelle tre fasi reattiva, preventiva e proattiva si ottiene



Primo step:

In questa fase vengono analizzati gli incidenti e gli infortuni con lo scopo di risalire alle cause radici; gli strumenti più utilizzati sono: 5W, 4M, 5W + 1H.

Secondo step:

Descrive i metodi e le pratiche necessari per poter aggredire le cause radici che stanno alla base di incidenti e infortuni. Determina le attività preliminari da mettere in atto per aumentare la sicurezza degli operatori sul lavoro e successivamente applicarle in altre aree aziendali con condizioni di rischio simili. Gli strumenti più utilizzati durante questo step che permettono di valutare ed affrontare le cause, sono: Fast kaizen, Standard Kaizen, 5S, Autonomous Maintenance, Safety Tests, OPL (One point lessons).

Terzo step:

In questo step hanno inizio le azioni di miglioramento, vengono definiti gli standard di sicurezza, vengono individuati tutti i punti deboli e le vulnerabilità dell'azienda in termini di sicurezza. Durante questa fase viene stilato un documento, il "Risk Analysis" nel quale viene fatta una valutazione sul rispetto delle leggi (Risk Assessment) e degli obblighi di legge (Risk Assessment e la stima dei possibili rischi (Risk estimation)

Quarto step:

Viene fatta una verifica generale della sicurezza da parte della direzione, vengono individuate le non conformità, nonché la determinazione di azioni partiche correttive e preventive. Inoltre, vengono avviati corsi di formazione per il personale.

Quinto step:

Verifica generale della sicurezza del lavoro da parte della direzione; È l'identificazione di non conformità e deviazioni, nonché la determinazione di azioni e pratiche correttive e preventive e, infine, l'avvio di una formazione completa su tutti questi. Gli indici sono creati per il follow-up numerico delle situazioni e dei comportamenti non sicuri rilevati. Esso mira ad eliminare queste situazioni e comportamenti inappropriati e non sicuri.

Sesto step:

La fase di implementazione di standard di sicurezza autonoma consiste in un approccio al miglioramento continuo portato avanti da team autosufficienti con l'obiettivo di implementare delle attività di miglioramento dei processi nell'organizzazione del pilastro della sicurezza. A questo punto i dipendenti hanno raggiunto la piena indipendenza all'interno della fabbrica e si è instaurata una certa

cultura della sicurezza. Vanno posti degli obiettivi che permettano il mantenimento degli standard e che consentano di analizzare in profondità i comportamenti insicuri e gli aspetti problematici con i team, utilizzando strumenti specifici e completamente strutturati per identificare le vere cause profonde.

Settimo step:

Consiste nell'implementazione completa del sistema di gestione della sicurezza, applicando la logica proattiva si cerca il miglioramento continuo degli standard di sicurezza.

È importante sottolineare che il rispetto delle norme di sicurezza permette anche come di potenziare le performance aziendali, minor infortuni significa minor assenteismo che si traduce in minor probabilità di rallentamento o chiusura di impianti.

2) Cost deployment

Il secondo pilastro rappresenta la differenza sostanziale tra la metodologia del World Class Manufacturing e la Lean, il Cost Deployment, abbreviato CD, può essere considerato la base di tutti gli altri pilastri poiché costituisce il punto di partenza per i progetti di miglioramento e fornisce la giusta direzione da seguire (Amadio, 2017). Il focus di questo pilastro è il “dispiegamento” dei costi di produzione, limite di altre metodologie, come Just in Time, TPM, e TQC le quali non hanno nessuna relazione diretta tra attività di miglioramento e beneficio in termini di costo (Bonfiglioli Consulting, 2012). Il pilastro del Cost Deployment si basa su un metodo di analisi dei costi produttivi che innova i sistemi di gestione e controllo degli stabilimenti, la sua peculiarità sta nel fatto che definisce un legame tra l'individuazione delle aree da migliorare e i risultati dei miglioramenti in termini di prestazioni ottenute attraverso l'applicazione dei pilastri della metodologia WCM (Yamashina, 1999). Attraverso questo pilastro si riescono anche a definire i programmi di miglioramento che hanno un impatto sulla riduzione delle perdite o in generale su qualsiasi attività che non porta nessun valore aggiunto, prioritizzando i progetti controllandone i benefici, non solo monetari, nel tempo. Inoltre, assicura la collaborazione tra le unità di produzione e la funzione di Controllo attraverso (Bonfiglioli Consulting, 2016):

- Lo studio delle relazioni tra fattori di costo, processi che generano sprechi e le varie tipologie di perdite;
- Evidenzia la relazione tra riduzione delle perdite e riduzione dei relativi costi;
- La definizione di una priorità di progetti per la riduzione delle perdite in base ad un'analisi costi/benefici;
- Un continuo monitoraggio dei progressi e dei risultati dei progetti di miglioramento;
- La verifica del know-how necessario per la riduzione delle perdite, già presente o se deve essere acquisito;

Il fondamento della metodologia è l'identificazione sistematica degli sprechi e delle perdite dell'area presa in esame, la loro valutazione e la trasformazione di queste perdite in termini di costi, quantificandoli in misure fisiche, per esempio: kW/h, l/h, ecc (Amadio, 2017). Questo risulta possibile in quanto si mettono in relazione le perdite con le loro cause di origine. Una volta individuata la causa radice tramite il cost Deployment si possono individuare i metodi migliori per rimuovere la causa, e valutare in dettaglio i costi delle attività di rimozione e di miglioramento delle prestazioni (Yamashina, 1999).

Prima di entrare nel dettaglio del pilastro è utile introdurre una distinzione tra due diverse tipologie di perdite (Bonfiglioli Consulting, 2012):

- Perdite causali: derivano da un problema dell'impianto in sé o del processo;
- Perdite risultanti: derivano da una perdita causale.

La figura 13 evidenzia i 7 steps del percorso di implementazione, abbinati a delle matrici che in seguito verranno illustrate nel dettaglio.

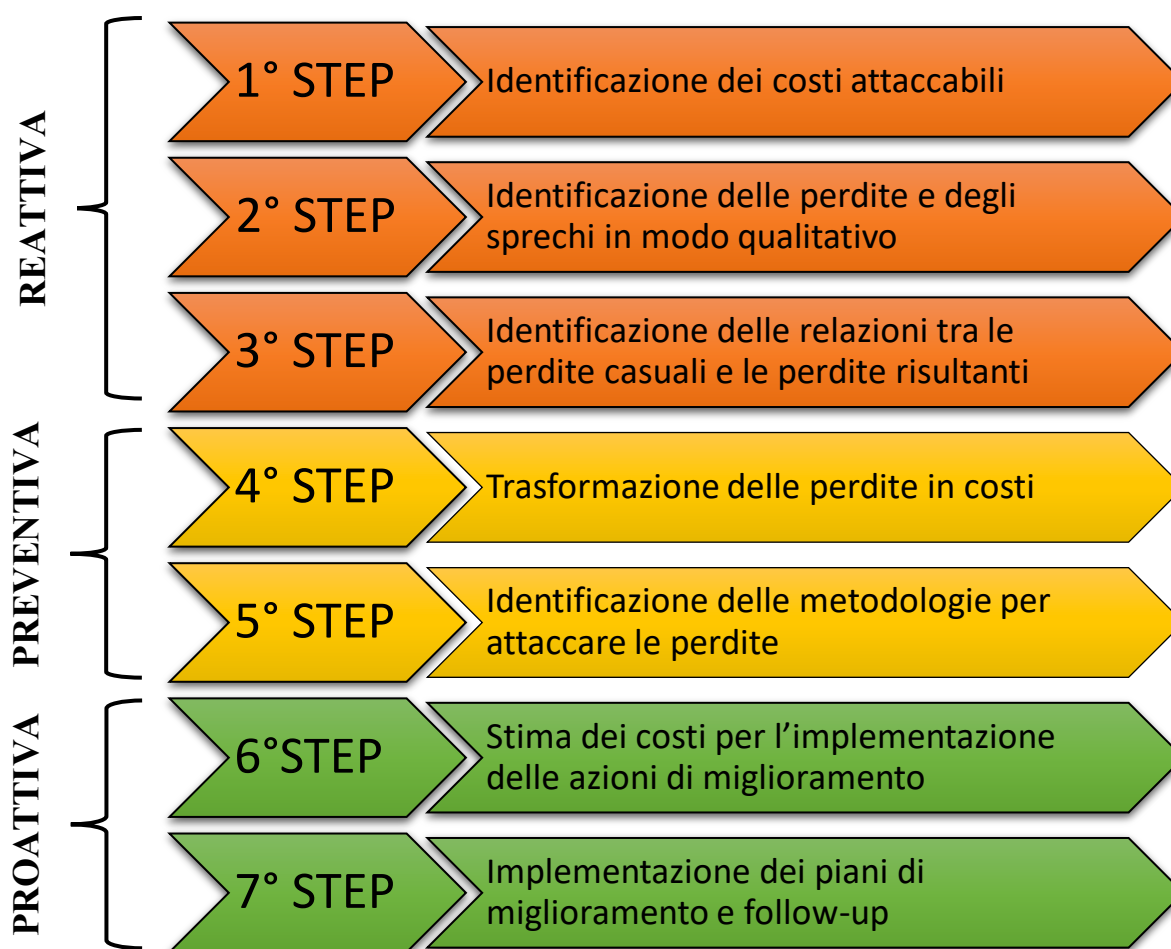


Figura 12, 7 steps Cost Deployment, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Le 7 fasi implementate da Yamashina e Kubo (2002) rappresentano una procedura strutturata che permette di arrivare agli obiettivi prefissati, rigorosamente supportate da 5 matrici (Yamashina, et al., 2002). Successivamente verranno implementate ulteriori due matrici caratteristiche del settimo step (Hreg, et al., 2016):

Fase1: determinazione dei costi totali di lavorazione e dall'analisi della loro struttura e composizione, si stabiliscono gli obiettivi di riduzione e i costi;

Fase2: identificazione delle perdite e gli sprechi in modo qualitativo, collocandoli nei processi in cui si verificano (la Matrice A Perdite/Processi);

Fase 3: identificazione delle relazioni tra le perdite casuali e le perdite risultanti (Matrice B-Causale/Risultante);

Fase 4: Le dimensioni delle perdite e degli sprechi individualizzati vengono trasformate in costi, (Matrice C-Costi/Perdite);

Fase 5: Vengono selezionate le metodologie (pilastri del WCM) per rimuovere le cause originarie delle perdite e degli sprechi e vengono stabilite le priorità (Matrice D- Perdite/Metodi);

Fase 6: Vengono stimati i costi dell'implementazione dei progetti prevedendo la rimozione delle cause e i benefici in termini di riduzione dei costi (Matrice E-Costi/Benefici);

Fase 7: Vengono implementati i piani di miglioramento e raccolti i risultati successivamente valutati (Matrice F e Matrice G Progetti/Budget).

Le prime 4 fasi consistono in attività preparatorie che servono per stabilire le priorità di intervento per rendere efficaci le attività delle fasi 5, 6 e 7 (Bonfiglioli Consulting, 2012). Nel dettaglio con le prime tre fasi si individuano le perdite e si quantificano dai dati di bilancio e dai costi di stabilimento, nonché dai dati operativi.

La quarta e la quinta fase mirano a definire il programma economico, attraverso la stratificazione delle economie in termini di costi e impatti per il miglioramento dei relativi KPI. Si tratta della definizione del piano dei progetti (Bonfiglioli Consulting, 2012).

La sesta e la settima fase hanno lo scopo di garantire il monitoraggio dei risultati analizzando l'andamento delle prestazioni e il calcolo dei risparmi in termini di costi e miglioramenti (Yamashina, 1999). Al completamento delle 7 fasi si dovrebbe iniziare nuovamente dalla fase 5, prendendo di nuovo in considerazione la matrice A con lo scopo di aggredire un'altra perdita che in precedenza non era stata evidenziata o non considerata (Hreg, et al., 2016). Le perdite e gli sprechi possono essere attribuiti agli impianti (macchine), persone, materiali ed energia/ambiente (Yamashina, 1999). Definiamo spreco come un input in eccesso mentre una perdita viene caratterizzata da un input inutilizzato:

$$\text{Spreco: Efficienza} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \text{ (input da minimizzare)}$$

$$\text{Perdita: Efficacia} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \text{ (output da massimizzare)}$$

Yamashina individua 18 perdite attribuibili a macchine, materiali, manodopera ed energia; le perdite legate agli impianti sono legate al loro funzionamento e sono identificate come perdite che ostacolano l'efficienza complessiva delle macchine, tra queste (Yamashina, 1999):

- Perdite che interferiscono con la disponibilità tecnica o i tempi della produzione effettiva;
- Perdite che ostacolano l'efficienza della consegna: sono perdite che interferiscono con il tempo effettivo di produzione;
- Perdite che compromettono il livello di qualità: sono perdite che influiscono sul tempo effettivo di produzione del valore;
- Perdite di attrezzature che non hanno impatto sull'OEE: sono perdite attribuibili alla perdita di tempo e alla disponibilità teorica delle attrezzature.

Definiamo OEE (Overall Equipment Effectiveness) come un indicatore chiave che permette di evidenziare le perdite degli impianti tenendo conto dell'efficienza tecnica, della gestione e della qualità. L'OEE è un indicatore che misura il tasso complessivo di qualità, l'efficienza di consegna e la disponibilità tecnica della macchina (Dal, et al., 2000).

Le perdite causate dall'uomo invece vengono definite come (Yamashina, 1999):

- Perdite di gestione: tempi di attesa per istruzioni o materiali, assenze, scioperi, programmi di formazione e addestramento;
- Perdite di movimenti operativi: osservazione, camminata, controllo ecc;
- Perdite di organizzazione di linea: mancata saturazione della linea, perdite dovute alla mancanza di automazione;
- Perdite commesse dai dipendenti che incidono sulla qualità: rilavorazioni, mancanza di controllo automatico, misurazione e implementazione, errori umani.

Le perdite di materiale sono raggruppate in tre grandi perdite (Yamashina, 1999):

- Perdite nell'uso di materiali diretti e di consumo;
- Perdite nell'uso di energia;
- Perdite riguardanti la manutenzione.

Le perdite legate all'energia invece fanno riferimento a (Yamashina, 1999):

- Perdite relative a fonti come acqua, vapore, calore

- Perdite legate

Passiamo ora ad analizzare nel dettaglio le diverse matrici.

Matrice A Perdite/Processi:

Lo scopo della prima matrice vengono è quello di mettere in relazione tra di loro le diverse tipologie di perdite individuate con i processi nel quale si manifestano, permette quindi di identificare esattamente dove avviene la perdita (Bonfiglioli Consulting, 2010).

Di seguito verranno illustrate diverse A Matrix utilizzate in diversi casi.

Loss category	Loss type	Process Step						
		Macroactivity 1	...	...	...	...	Macroactivity n	
Loss category 1	Loss type 1							
	Loss type 2							
	Loss type 3							
	...							
	Loss type n							
Loss category 2	Loss type 1							
	...							
	Loss type n							
Loss category n	Loss type 1							
	Loss type 2							
	Loss type 3							
	Loss type 4							
	...							
	Loss type n							

Very important losses

Important losses

Minimal losses

No losses

Figura 13, A-Matrix fonte: Internal Journal of Production Research Lean manufacturing tool in engineering to order environment: Project cost deployment

Loss macro-category	Loss category	Loss	Production Process										
			Production Sub-process Operation Unit 1	Production Sub-process Operation Unit 2	...	Production Sub-process Operation Unit M	Production Sub-process Operation Unit M + 1				Production Sub-process Operation Unit M+2	...	Production Sub-process Operation Unit N
							Stage 1	Stage 2	...	Stage k			
External losses	Exceptional events	Loss 1											
	...	Loss 2											
	...	...											
Organizational & Technical Losses	Product-specific Losses	Loss J											
		Loss J + 1											
		Loss J + 2											
	...	...											
	Availability	Loss J + K											
Production Process Losses		Loss J + K + 1											
	...	Loss J + K + 2											
	...	...											
		Loss J + K + L											

Legend:

No losses

Minimal losses

Important losses

Very important losses

Figura 14, A-Matrix fonte: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology "A lean approach to address material losses: material cost deployment"*

Come risulta dai casi rappresentati nelle figure 13 e 14 esiste un layout standard per la rappresentazione della A-Matrix (Yamashina, et al., 2002) che vede nelle righe le perdite individuate raggruppate per categoria (macchine, uomo, materiali ed energia). Nelle colonne invece vengono poste le operazioni, gli impianti, i processi o le singole linee produttive nel quale vengono individuate le perdite, figura 15.

Loss \ Where		Process						System
		1	2	...	j	...	J	S
Facility	Breakdown loss	⊙	○				⊙	
	Setup loss		⊙		○			
	Tool change loss		⊙		⊙			
	Start up loss		⊙					
	Short stoppage loss	⊙	△		△			
	Speed down loss						⊙	
	Defective loss		△					
	Blocking loss	○						
	Idling loss				○		○	
Operator	Management loss							○
	Operating motion loss							△
	Logistics loss							⊙
	Line organization loss							△
	Measurement loss		⊙					
Material etc.	Yield loss							
	Indirect material loss		△		△		⊙	
	Die and jig losses		○					
	Energy loss	⊙			⊙		○	

Figura 15, A-Matrix fonte: Yamashina H. Kubo T Manufacturing cost deployment

Una volta denominata la perdita e identificato il processo si fa una prima valutazione qualitativa della stessa, attribuendo un valore che rappresenta (Yamashina, 1999):

- Nessun impatto (casella bianca);
- Impatto modesto (casella gialla o triangolo);
- Impatto significativo (casella arancio o cerchio);
- Impatto rilevante (casella rossa o cerchio concentrico).

Matrice B Perdite Causali/Risultanti

Dopo aver compilato e concluso la valutazione delle perdite con la prima matrice si prosegue facendo la distinzione tra le due tipologie di perdite, causali e risultanti. Nello specifico le perdite causali vengo rappresentate nelle righe della matrice mentre le perdite risultanti nelle colonne della B-Matrix (Yamashina, 1999). Lo scopo di questa matrice è quello di evidenziare eventuali relazioni tra le perdite trovate nella prima matrice; infatti, è possibile che una perdita risultante venga causata da una

perdita causale, in queste condizioni per evidenziare la correlazione viene evidenziata con un simbolo (X, cerchio ecc.) all'interno della casella. La figura rappresenta la B-Matrix proposta da Yamashina e Kubo (Yamashina, et al., 2002). Il simbolo  indica che una determinata perdita causale è correlata ad una perdita risultante. Oltre a ciò, è possibile anche determinare in quale punto del processo produttivo ogni perdita è localizzata.

Causal loss		Resultant loss		Idling loss						...		Indirect material loss						...		Energy loss							
		Where	Process	Process						S		Process						S		Process							
				1	...	i	...	J				1	...	j	...	J				1	...	i	...	J		S	
Machine	Breakdown loss	Process	1																								
		...																									
		i																									
		...																									
		J																									
		S																									
		...																									
	Defective loss	Process	1																								
		...																									
		i																									
		...																									
		J																									
		S																									
		...																									

Figura 16, B-Matrix, fonte: Yamashina H. Kubo T. Manufacturing cost deployment

In sintesi, questa matrice rappresenta la vera fase di indagine analisi e approfondimento delle perdite riscontrate (Bonfiglioli Consulting, 2012).

Matrice C Costi/Perdite

Successivamente si prosegue con la valorizzazione delle perdite in termini di costi, tramite la matrice C le perdite causali individuate precedentemente vengono trasformate in costi, illustrando in questo modo il legame tra perdite e struttura dei costi dello stabilimento (Yamashina, 1999).

Per la valorizzazione delle perdite esistono diverse strade percorribili, a seconda del caso aziendale in esame (Braglia, et al., 2019). Tuttavia, per lo scopo del progetto risulta sufficiente analizzare la struttura sviluppata da Yamashina, figura 17, nel quale vengono poste sull'asse verticale le perdite causali e il luogo in cui si verificano e sull'asse orizzontale i fattori di costo.

Causal loss		Cost		Fixed cost	Variable cost				Total
				Depreciation cost	Direct material cost	...	Cost k	...	
Machine	Breakdown loss	Process	1	...	...	...	...	...	...
			...	...	...	...	...	...	...
			j	...	...	...	C_{ljk}	...	$\sum_k C_{ljk}$
			...	...	...	...	...	...	...
			J	...	...	...	...	...	...
		S	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Loss l	j	...	...	...	...	C_{ljk}	...	$\sum_k C_{ljk}$
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Total	...	...	...	...	...	$\sum_l \sum_j C_{ljk}$	...	$\sum_l \sum_j \sum_k C_{ljk}$

Figura 17, C-Matrix , fonte: Yamashina H. Kubo T. Manufacturing cost deployment

Il valore del costo C_{ljk} fa riferimento alla perdita l, al processo j e al fattore di costo k. Inoltre, dopo aver quantificato le perdite la matrice C è utile anche per priorizzarle, individuando così quali sono le perdite che portano maggiori costi. L'ultima colonna rappresenta la sommatoria per riga dei singoli valori di costo delle perdite, mentre l'ultima casella in basso a destra la perdita totale.

Come detto in precedenza la matrice cambia e si adatta a seconda del caso specifico in esame; di seguito viene riportato un caso di analisi delle perdite relativo ai materiali. La matrice C risulta avere la stessa struttura della matrice proposta da Yamashina ma con l'aggiunta delle colonne relative alla quantità di materiale.

		Resultant losses												Direct loss		Total		Notes
		Loss r_1						Loss r_2										
		Op. Unit 1		Op. Unit j		Op. Unit N		Op. Unit 1		Op. Unit j		Op. Unit N						
		Qty. [kg]	Cost [\$]	Qty. [kg]	Cost [\$]	Qty. [kg]	Cost [\$]	Qty. [kg]	Cost [\$]	Qty. [kg]	Cost [\$]	Qty. [kg]	Cost [\$]					
Causal losses	Loss c_1	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,p_1}^{(1)}$	$C_{c_1}^{(1)}$	$X_{c_1,p_1}^{(1)} + \sum_{j,k} X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1}^{(1)} + \sum_{j,k} C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$			
		---	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	---	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	---	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	---	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	---	$C_{c_1}^{(1)}$	---	$C_{c_1}^{(1)}$	---	$C_{c_1}^{(1)}$			
		$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_1,p_1}^{(1)}$	$C_{c_1}^{(1)}$	$X_{c_1,p_1}^{(1)} + \sum_{j,k} X_{c_1,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_1}^{(1)} + \sum_{j,k} C_{c_1,r_1}^{(1,j)}$			
	Op. Unit j					$X_{c_1,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_1,r_1}^{(j,i)}$			$X_{c_1,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_1,r_1}^{(j,i)}$			$X_{c_1,p_1}^{(j)}$	$C_{c_1}^{(j)}$	$X_{c_1,p_1}^{(j)} + \sum_{i,k} X_{c_1,r_1,p_1}^{(j,i)}$		
						---	---			---	---			---	---	---		
						$X_{c_1,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_1,r_1}^{(j,i)}$			$X_{c_1,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_1,r_1}^{(j,i)}$			$X_{c_1,p_1}^{(j)}$	$C_{c_1}^{(j)}$	$X_{c_1,p_1}^{(j)} + \sum_{i,k} X_{c_1,r_1,p_1}^{(j,i)}$		
	Op. Unit N																	
	Loss c_5	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,p_1}^{(1)}$	$C_{c_5}^{(1)}$	$X_{c_5,p_1}^{(1)} + \sum_{j,k} X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5}^{(1)} + \sum_{j,k} C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$			
			$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$		$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$		$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$		$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$		$C_{c_5}^{(1)}$		$C_{c_5}^{(1)}$		$C_{c_5}^{(1)}$			
		$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$	$X_{c_5,p_1}^{(1)}$	$C_{c_5}^{(1)}$	$X_{c_5,p_1}^{(1)} + \sum_{j,k} X_{c_5,r_1,p_1}^{(1,j)}$	$C_{c_5}^{(1)} + \sum_{j,k} C_{c_5,r_1}^{(1,j)}$			
Op. Unit j	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,p_1}^{(j)}$	$C_{c_5}^{(j)}$	$X_{c_5,p_1}^{(j)} + \sum_{i,k} X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5}^{(j)} + \sum_{i,k} C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$				
		$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$		$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$		$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$		$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$		$C_{c_5}^{(j)}$		$C_{c_5}^{(j)}$		$C_{c_5}^{(j)}$				
	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$	$X_{c_5,p_1}^{(j)}$	$C_{c_5}^{(j)}$	$X_{c_5,p_1}^{(j)} + \sum_{i,k} X_{c_5,r_1,p_1}^{(j,i)}$	$C_{c_5}^{(j)} + \sum_{i,k} C_{c_5,r_1}^{(j,i)}$				
Op. Unit N																		

Figura 18, C-Matrix fonte: Braglia M., Gallo M., Marrazzini L. Lean approach to address material losses: material cost deployment

Matrice D Perdite/Metodi

In questa fase si associa il know-how necessario alla riduzione delle perdite più rilevanti individuate nella precedente matrice.

La riduzione o l'eliminazione di ogni perdita nei processi del sistema produttivo richiede tecniche di miglioramento diverse, adeguate alla perdita stessa (Yamashina, et al., 2002).

Gli input per la matrice D sono la matrice C dei costi, la conoscenza dei metodi per attaccare le perdite e i diversi KPI. Esistono due approcci di intervento (Yamashina, et al., 2002):

- 1) Miglioramento focalizzato: per tematiche specifiche, si concentra sul singolo problema e i risultati sono visibili in tempi brevi;
- 2) Miglioramento sistematico: per tematiche di carattere generale, richiede tempi maggiori e previene l'origine di altre perdite.

La D-Matrix proposta da Yamashina (Yamashina, 1999) prevede nelle colonne le tecniche di miglioramento e nelle righe le perdite causali e il processo dove si sono verificate (figura 19). Si raffigura poi tramite un simbolo quali tecniche dovrebbero essere usate per ridurre una determinata perdita (cerchio concentrico tecnica più adeguata, cerchio tecnica utilizzabile).

Causal loss Improvement technique			Individual approach															Systematic approach						
			Breakdown analysis	Setup time reduction	Tool life improvement	Start up time reduction	Short stop analysis	PM analysis	Cycle time reduction	Cp,Cpk improvement	N.V.A.A.	Operation method	Layout improvement	Inspection method	Yield improvement	Material saving method	Energy saving method	Operative maintenance	Preventive maintenance	Predictive maintenance	Quality maintenance	Quality assurance	Education and training	
Machine	Breakdown loss	Process	I														○	⊙	○			○		
			...															○	○	○			○	
			J	⊙					○															○
			...																					
			S																					
	Defective loss	Process	I						○															
			...							⊙												○	○	
			J							⊙												○	○	○
			...																					
			S																		○	○	○	
...																								

Figura 19, D-Matrix fonte: Yamashina H. Manufacturing Cost Deployment

Alcuni autori successivamente a Yamashina hanno sviluppato ulteriormente la D-Matrix (figura 20), integrando una parte specifica che permette di prioritizzare gli interventi di riduzione delle perdite tramite l'utilizzo di un indice denominato ICE.

Loss category	Loss type	Process activity	Loss (€/time period)	Lean Tools & Techniques							ICE			
				SMED	Total Productive Maintenance (TPM)	Continuous Improvement Kaizen	5S	Poka-Yoke	Standardized Work Chart	Visual Control	Just-In-Sequence (JIS)	Impact (high:5; low:1)	Cost (high:1; low:5)	Easyness (high:5 ; low:1)

Figura 20, D-Matrix fonte:Braglia M. Frosolini M. Gallo M. Marrazzini L. Lean manufactutring tool in engineer to order environment: Project cost deployment

Le perdite causali vengono valutate in base all'indice ICE (Bonfiglioli Consulting, 2012), il quale considera l'impatto (I) in termini di valore economico della perdita, i costi (C) da sostenere per implementare le azioni di miglioramento e la facilità di attacco (E).

$$ICE = I \times C \times E \text{ (Braglia, et al., 2019)}$$

Ad I, C ed E vengono assegnati dei punteggi da 1 a 5 a seconda dell'impatto, l'indice quindi restituisce un punteggio finale, compreso tra 1 e 125, che rappresenta il livello di attaccabilità della perdita.

Matrice E Costi/Benefici

A questo punto dopo aver determinato i metodi più adeguati a contrastare le perdite risulta necessario fare una valutazione fra i costi di implementazione dei vari metodi e il relativo beneficio che ne deriva (Braglia, et al., 2019). Grazie a questa matrice si è in grado di scegliere quali iniziative intraprendere per prime, seguendo ovviamente una logica orientata alla massimizzazione del beneficio.

La E-Matrix è così composta (Yamashina, et al., 2002): lungo l'asse verticale come per la precedente matrice vengono poste le perdite causali mentre nell'asse orizzontale le diverse tecniche di miglioramento, solo che in questo caso per ogni perdita l , processo j e tecnica m viene inserito il beneficio atteso $G(l,j,m)$ e i costi d'implementazione stimati $E(l,j,m)$.

Improvement technique				Individual approach				Systematic approach			
				Breakdown analysis	...	Method m	...	Operative maintenance	Preventive maintenance	...	
Causal loss											
Machine	Breakdown loss	Process	l								
			⋮								
			j		$G(l,j,m)$ $E(l,j,m)$						
			⋮	$G(l,j,m)$: Expected benefit by applying method m to loss l in machine j $E(l,j,m)$: Estimated cost for applying method m to loss l in machine j $G(l,j,m) / E(l,j,m)$: Estimated cost benefit ratio by applying method m to loss l in machine j							
			J								
			S								
	⋮										
	Loss l		j		$G(l,j,m)$ $E(l,j,m)$						

Figura 21, E-Matrix fonte: Yamashina H. Manufacturing Cost Deployment

Come per le matrici precedenti, anche in questo caso ci possono essere diverse modifiche nell'applicazione (figura 22 e 23). Vediamo infatti che nell'asse orizzontale vengono sostituite le tecniche di miglioramento con degli indici che misurano l'efficienza degli investimenti come: rapporto Benefici/Costi, saving annuo, Present Net Value, costo iniziale del progetto, indice di profittabilità ecc. In sintesi, quindi si può strutturare la matrice a seconda delle diverse necessità dell'azienda ((Bonfiglioli Consulting, 2012),

		Location	Preselected improvement technique	Effectiveness factor	Net present value of improvement project	Profitability Index of improvement project	Investment
Causal losses	Loss c_1	Op. Unit 1	$Tech_{c_1,1,1}$	$ES_{c_1,1,1}/5$	$NPV_{c_1,1,1}$	$NPV_{c_1,1,1}/\Phi_{c_1,1,1}(0)$	$\Phi_{c_1,1,1}(0)$
			...	...	...	...	...
			$Tech_{c_1,1,d}$	$ES_{c_1,1,d}/5$	$NPV_{c_1,1,d}$	$NPV_{c_1,1,d}/\Phi_{c_1,1,d}(0)$	$\Phi_{c_1,1,d}(0)$
			...	...	...	...	...
		Op. Unit j	$Tech_{c_1,j,1}$	$ES_{c_1,j,1}/5$	$NPV_{c_1,j,1}$	$NPV_{c_1,j,1}/\Phi_{c_1,j,1}(0)$	$\Phi_{c_1,j,1}(0)$
			...	...	...	...	...
			$Tech_{c_1,j,d}$	$ES_{c_1,j,d}/5$	$NPV_{c_1,j,d}$	$NPV_{c_1,j,d}/\Phi_{c_1,j,d}(0)$	$\Phi_{c_1,j,d}(0)$
			...	...	...	...	...
	Loss c_h	Op. Unit 1	$Tech_{c_h,1,1}$	$ES_{c_h,1,1}/5$	$NPV_{c_h,1,1}$	$NPV_{c_h,1,1}/\Phi_{c_h,1,1}(0)$	$\Phi_{c_h,1,1}(0)$
			...	...	...	...	...
			$Tech_{c_h,1,d}$	$ES_{c_h,1,d}/5$	$NPV_{c_h,1,d}$	$NPV_{c_h,1,d}/\Phi_{c_h,1,d}(0)$	$\Phi_{c_h,1,d}(0)$
			...	...	...	...	...
		Op. Unit j	$Tech_{c_h,j,1}$	$ES_{c_h,j,1}/5$	$NPV_{c_h,j,1}$	$NPV_{c_h,j,1}/\Phi_{c_h,j,1}(0)$	$\Phi_{c_h,j,1}(0)$
			...	...	...	...	...
			$Tech_{c_h,j,d}$	$ES_{c_h,j,d}/5$	$NPV_{c_h,j,d}$	$NPV_{c_h,j,d}/\Phi_{c_h,j,d}(0)$	$\Phi_{c_h,j,d}(0)$
			...	...	...	...	...

Figura 22, E-Matrix fonte: Braglia M. Gallo M. Marazzini L. a lean approach to address material losses: material cost deployment

Loss category	Process activity	Loss type	Initial cost loss	Improvment technique/project	Yearly recovered cost (€)	Cost to achieve savings (€)	Economical efficiency (€)

Figura 23, E-Matrix fonte: Braglia M. Frosolini M. Gallo M. Marrazzini L. Lean manufacturing tool in engineer to order environment: Project cost deployment

In sintesi, quindi si può strutturare la matrice a seconda delle diverse necessità dell'azienda (Bonfiglioli Consulting, 2012), ciò che non deve cambiare invece è lo scopo, ovvero avere una visione di insieme dei progetti di miglioramento avviati (Bonfiglioli Consulting, 2012), quali progetti intraprendere per primi, basandosi sul rapporto benefici/costi

La matrice E rappresenta quindi la visione d'insieme dei progetti di miglioramento WCM avviati con i relativi benefici/costi (Bonfiglioli Consulting, 2012), e quali, tra questi, implementare per primi (Braglia, et al., 2019). La trattazione sulle diverse matrici proposta da Yamashina termina con questa matrice (Yamashina, 2013).

Matrice F

In alcuni casi, è possibile trovare un'ulteriore matrice denominata F-Matrix, che permette il monitoraggio dei progetti di miglioramento implementati (Mroz, 2020) e funge da strumento di pianificazione e controllo per i diversi progetti di miglioramento (Bonfiglioli Consulting, 2012).

3) Focused improvement

Il pillar tecnico del Focused Improvement, abbreviato FI, è il pilastro del Miglioramento Focalizzato (Amadio, 2017).

L'obiettivo è quello di definire delle priorità d'azione (Falcone, et al., 2014) per ridurre drasticamente le perdite più significative individuate nei processi produttivi eliminando le attività a non valore aggiunto (De Felice, et al., 2015).

Tramite l'applicazione di questo pilastro si mira ad ottenere un beneficio in termine di riduzione dei costi.

Il pilastro del Focused Improvement è strettamente legato al Cost Deployment, in quanto il suo obiettivo principale è la rimozione delle voci di perdita più rilevanti tracciate dal CD e che hanno un impatto significativo sul budget e sui KPI dell'impianto (D'Orazio, et al., 2020).

Principalmente si cerca di:

- Migliorare l'efficienza degli impianti;
- ridurre i tempi di set-up;
- ridurre gli sprechi;
- far crescere professionalmente il personale;
- sviluppare un'attitudine al miglioramento.
- Stabilire degli indicatori, che si andranno a migliorare progressivamente,

Risulta particolarmente importante mantenere sempre monitorate le attività di miglioramento, per fare ciò si utilizzano specifici indicatori (Yamashina, 2013). Questi indicatori possono essere di due tipi: i KPI acronimo di Key Performance Indicator, misurano analiticamente i risultati ottenuti (Bonfiglioli Consulting, 2012), alcuni esempi di KPI sono:

- *Savings* conseguenti alle attività di “approccio focalizzato”;
- Costi/benefici medio;
- *Saving/ingegnere*.

La seconda tipologia di indicatori è invece denominata KAI, Key Activity Indicator. A differenza dei precedenti i KAI sono indicatori di avanzamento delle attività poste in essere allo scopo di produrre il miglioramento aziendale, in particolare monitorano lo stato di avanzamento con riferimento a quanto fatto rispetto a quanto pianificato (Bonfiglioli Consulting, 2012), di seguito alcuni esempi di KAI:

- N° di proposte trasformate in *kaizen*;
- N° *blue collar* (dipendenti non appartenenti alla dirigenza) coinvolti;

- N° *white collar* (dirigenti) coinvolti;
- N° *kaizen*/persona;
- N° *tools* conosciuti e applicati.

Poiché nella maggior parte dei casi la fonte di una perdita assume la forma di una deviazione dallo standard di processo la logica del Focused Improvement non si limita a individuare una soluzione temporanea ma, tramite l'applicazione del ciclo PDCA (Plan Do Check Act), si mira a trovare le cause alla radice della deviazione dallo standard, al fine di implementare azioni correttive che mirano a ridurre le perdite in modo permanentemente ed a ripristinare o introdurre un nuovo standard specifico (D'Orazio, et al., 2020). Il metodo PDCA menzionato è l'acronimo di Plan DO Check Act dove (Payaro, 2017):

- Plan: analizzare e comprendere qual è il problema, trovare le cause e pianificare un piano di azione;
- Do: Implementare le azioni per la possibile soluzione;
- Check: monitorare l'avanzamento e i risultati ottenuti;
- Act: standardizzare la soluzione e migliorarla ulteriormente.

Essendo il PDC un ciclo, una volta conclusa la fase Act non bisogna fermarsi ma ripartire analizzando nuovamente e proponendo nuove soluzioni sempre più efficaci. Preso come riferimento il Kaizen, nel pilastro del FI possiamo trovarne 4 diversi approcci (Falcone, et al., 2014):

Quick Kaizen: si applica a problemi molto semplici e rapidi da risolvere, la durata massima di solito non supera la settimana. Il budget assegnato è minimo, gli strumenti che di solito vengono utilizzati sono OPL (One Point Lesson) per evidenziare delle istruzioni da mettere vicino alle macchine, il diagramma di Ishikawa (diagramma a spina di pesce), per comprendere velocemente la causa radice del problema.

Standard Kaizen: Quando i problemi riscontrati hanno più di una causa ma sono comunque semplici e rapidi da risolvere, si utilizzano gli stessi strumenti del Quick Kaizen.

Major Kaizen: Approccio più complesso che si utilizza per problemi più complessi e persistenti con più cause. Alcuni esempi di strumenti usati in questo approccio sono 5 Why, visual management, strumenti di problem solving e di pianificazione e controllo dei progetti.

Advance Kaizen: Questa tipologia di approccio è la più strutturata e complessa delle 4, ha il compito di affrontare problemi di grande impatto e molto complessi da gestire, di conseguenza anche le tecniche e i metodi utilizzati saranno più strutturati, tra questi troviamo: tecniche Anova, Six Sigma, Statistic process Control ecc.

Applicando i 7 steps della metodologia WCM al pilastro del Focused Improvement:



Figura 24, 7 steps Focused Improvement, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Integrando la metodologia PDCA con gli steps otteniamo:

PLAN

step 1: ha lo scopo di individuare le perdite sul quale intervenire. Le attività svolte sono molto correlate ed integrate al pilastro del Cost Deployment; infatti, per completare il primo *step* si ha bisogno della **Matrice C** del Cost Deployment di stabilimento. ciascuna perdita identificata può essere classificata in 3 modi:

1. **Perdita Standard Cost:** c'è un divario tra il costo effettivo e quello previsto; questo divario è una perdita che è solitamente identificata dal personale di produzione (o in genere da operatori).
2. **Perdita B Target Cost:** nel caso l'attuale processo standard possa essere ottimizzato, il divario tra il processo standard e quello ottenibile, e il conseguente gap di costi, sono considerati come una perdita, la cui identificazione è eseguita principalmente da operatori di produzione;
3. **Perdita C l'Ideal Cost:** ogni situazione può essere ricondotta a una perfetta, il divario tra questa situazione ideale, in cui si è impostata una nuova organizzazione (layout, macchine, processi, ecc.), e quella ottimizzata è una perdita. L'identificazione della perdita C è eseguita principalmente da personale tecnico e dell'ufficio principale.

Step 2: Per affrontare le perdite, occorre classificarle sia in termini di costi sia di area, e questo è possibile solo con l'identificazione delle loro cause principali.

DO

Step 3: Il tema è deciso dal team seguendo la Matrice D del *Cost Deployment*, il tema viene trasformato in una dichiarazione obbiettiva ed è preparata la Matrice E del *Cost Deployment*

La prioritizzazione delle perdite è supportata a dall'**indice ICE** presente nella Matrice D, che fornisce una visione chiara dei problemi che hanno un impatto e un costo maggiori.

Step 4: Viene costituito il team di progetto, il quale deve coinvolgere persone con le conoscenze e le

competenze

adeguate.

Step 5: Deve essere scelta e utilizzata la tecnica di Focused Improvement più appropriata (Quick kaizen, Standard kaizen, Major kaizen, Advanced kaizen). Questa è la fase nel quale si comincia ad affrontare il problema.

CHECK

Step 6: In questa fase viene condotta l'analisi dei costi e dei benefici così da poter valutare il raggiungimento o meno degli obiettivi prefissati; gli eventuali saving ottenuti devono essere integrati nelle matrici E ed F del Cost Deployment. Inoltre, Il successo di un progetto deve essere riconosciuto e premiato.

ACT

Step 7: Tramite l'ultimo step si deve fare in modo, tramite una serie di controlli (checklist per esempio) che il problema appena risolto non si ripresenti in futuro, si standardizza quindi la soluzione e la si espande in altre aree.

4) Autonomous activities

Per quanto riguarda il quarto pilastro, in letteratura si trovano alcune divergenze, alcuni autori (Bonfiglioli Consulting, 2012), (D'Orazio, et al., 2020) considerano come quarto pilastro l'Autonomous Maintenance e come successivo il pilastro denominato Workplace Organization. Altri (Yamashina, 2013), (De Felice, et al., 2015) (Falcone, et al., 2014) invece considerano come quarto pilastro l'Autonomous Activities, costituito da:

- Autonomous Maintenance (AM);
- Workplace organization (WO);

In questa trattazione verrà utilizzata quest'ultima linea di pensiero che vede le due attività come parti integranti che costituiscono insieme il quarto pilastro.

La manutenzione autonoma deriva strettamente dalla metodologia della Total Productive Maintenance o meglio conosciuta come TPM (Bonfiglioli Consulting, 2012).

Sotto la manutenzione autonoma (AM) ricadono tutte quelle attività volte alla manutenzione preventiva di primo livello, tra queste troviamo: le ispezioni, la pulizia, smontaggi ed eventuali piccole riparazioni. Attività quindi che hanno lo scopo di prevenire guasti e microfermate sugli impianti (D'Orazio, et al., 2020).

La manutenzione autonoma mira quindi, in primis ad aumentare l'efficienza degli impianti (De Felice, et al., 2015), ma anche ad aumentare la qualità dei prodotti che escono da questi impianti ed infine ad incrementare la vita utile delle macchine, tutto questo tramite il completo coinvolgimento e la totale collaborazione del personale, che deve puntare ad eseguire le attività tipiche dell'Autonomous Maintenance in completa autonomia (Ketter, et al., 2007).

Il KPI più importante, che rispecchia in pieno gli obiettivi di questo pilastro è l'indice OEE (Bonfiglioli Consulting, 2012), acronimo di Overall Equipment Effectiveness,

$$OEE = A \times P \times Q$$

Dove:

A= Availability, rappresenta il rapporto tra l'effettivo tempo di attività e quello disponibile, evidenzia quindi delle perdite causate da guasti e tempi di set up.

P=Performance, rappresenta la percentuale di pezzi prodotti rispetto alla potenzialità teorica dell'impianto (velocità nominale rispetto l'effettiva), ne sono esempio le microfermate, riduzione della velocità nominale e tempi di avviamento.

Q=Quality, rappresenta la percentuale di pezzi buoni sul totale dei pezzi prodotti. Considera quindi gli scarti e i pezzi non conformi.

Si può dire che l'OEE in tutte le forme in cui esso venga rappresentato, fornisce una stima chiara e immediata sulle prestazioni e sull'efficienza della macchina, del reparto, o addirittura dell'intero impianto (Nachiappan, et al., 2005).

Applicando i 7 steps caratteristici del WCM possiamo trovare:

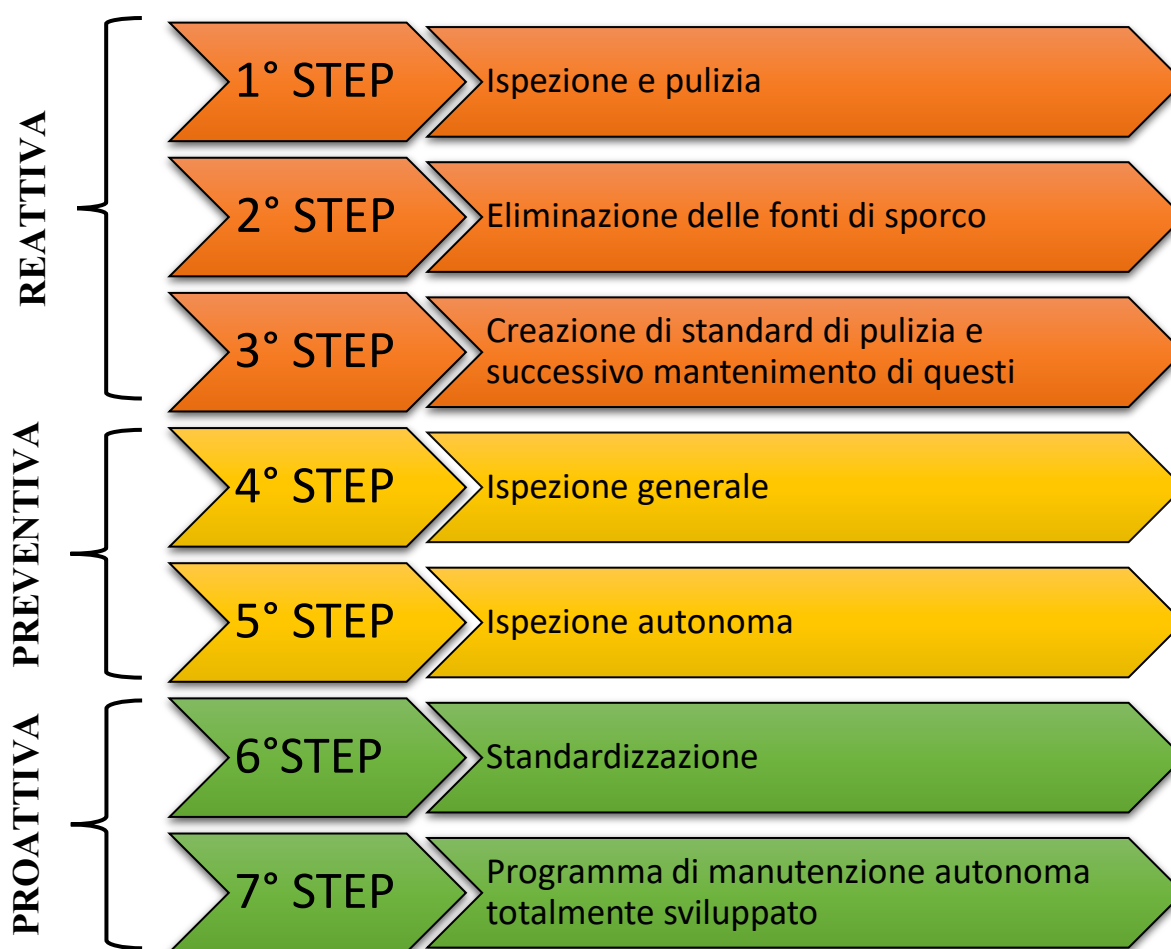


Figura 25, 7 steps Autonomous Maintenance, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Notiamo come i primi tre steps, fase reattiva, hanno come obiettivo il miglioramento negli impianti, il 4° e il 5° invece puntano ad un cambiamento delle persone, infine gli ultimi due hanno lo scopo di rendere duraturi gli standard implementati.

La WorkPlace Organization invece comprende al suo interno tecniche, metodi e strumenti che permettono di avere un posto di lavoro ideale (Amadio, 2017), al fine di ottenere la massima sicurezza nelle attività svolte, la massima qualità e il massimo valore possibile (D'Orazio, et al., 2020). Sposta quindi il focus sulla manodopera e sugli operatori.

Le principali attività implementate dal team che si occupa della WorkPlace Organization, formato da diverse figure con competenze differenti, tra le quali: il responsabile o pillar leader, responsabile della

logistica, responsabile della produzione, responsabile della sicurezza e dell'ambiente, responsabile qualità, sono (Amadio, 2017):

- Sicurezza del posto di lavoro;
- Miglioramento dell'ergonomia delle postazioni di lavoro;
- Riduzione attività non a valore;
- Creazione di standard per le operazioni
- Verifica dell'esatto utilizzo di macchinari e materiali
- Implementazione del concetto one-piece-flow.

Per fare ciò è necessario contraddistinguere le attività svolte dagli operatori in tre diverse categorie (Bonfiglioli Consulting, 2010):

1. Attività a non valore aggiunto (NVA): tutte le operazioni che non portano reale valore aggiunto all'operatore né tantomeno all'azienda, come ad esempio controllare, aggiustare, parlare, ecc.
2. Attività a semi valore aggiunto (SVA): le attività che non portano valore aggiunto, ma che non possono essere eliminate, ne sono un esempio il picking e il carico.
3. Attività a valore aggiunto (VA): attività che portano valore aggiunto all'operatore e all'azienda, come assemblare, tagliare, fresare, verniciare ecc.

Come per l'autonomous maintenance anche in questo caso possiamo applicare i 7 steps e dividere le attività nelle tre fasi reattiva, preventiva e proattiva:

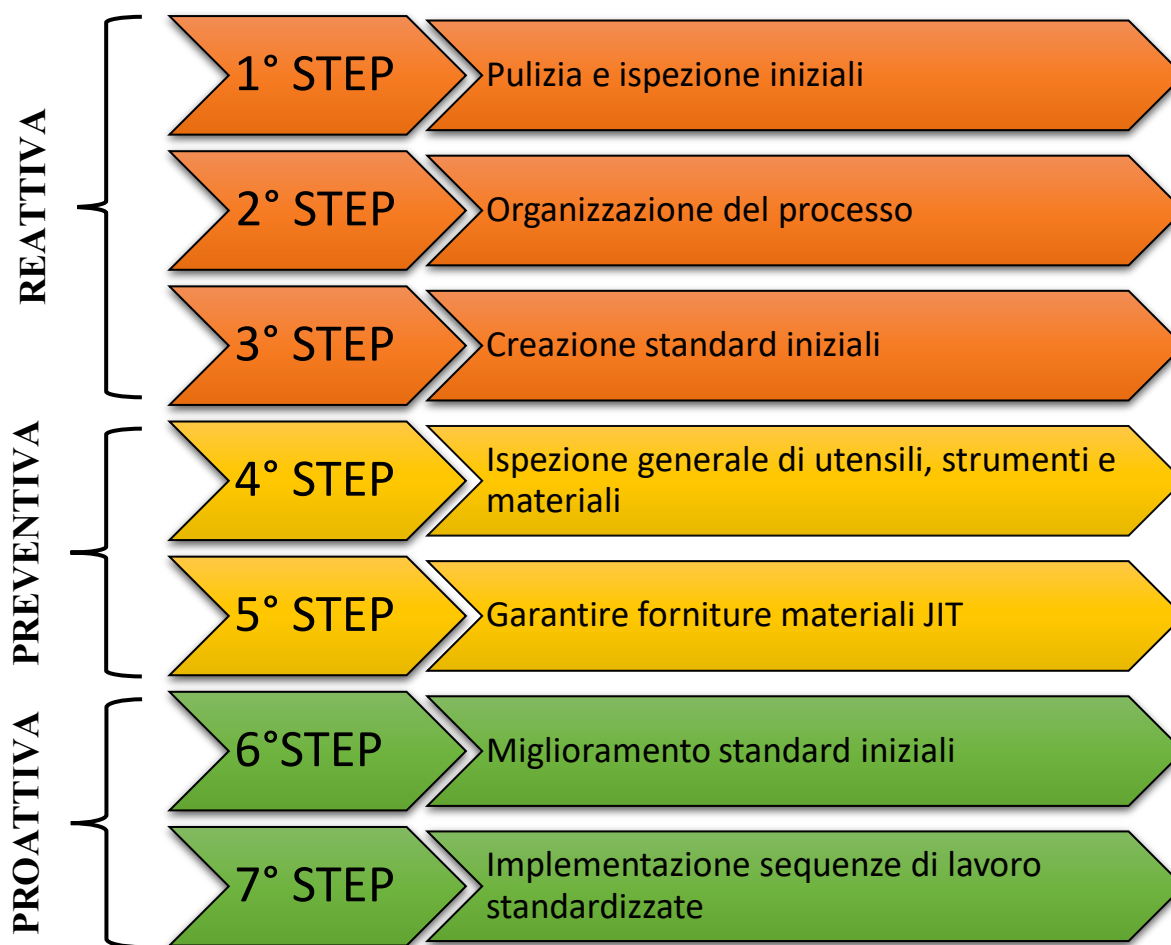


Figura 26, 7 steps Workplace Organization, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

5) Professional maintenance

La manutenzione costituisce un processo finalizzato a conservare l'efficienza di un impianto o di un macchinario così che mantenga nel tempo i valori di produzione stabiliti (Amadio, 2017).

Nella metodologia del WCM il pilastro della manutenzione professionale fa riferimento ad una serie di tecniche volte all'implementazione di un sistema di manutenzione che ha come scopo ridurre a zero i fermi impianto causati da guasti (D'Orazio, et al., 2020) e incrementare l'efficienza della macchina (De Felice, et al., 2015).

La manutenzione professionale lavora in stretta collaborazione con l'Autonomous Maintenance, in modo da limitare al minimo i fermi macchina dovuti alla manutenzione, garantendo così una produzione continua (D'Orazio, et al., 2020).

Per poter programmare una manutenzione pianificata è doveroso condurre due attività fondamentali: il controllo e l'analisi dei guasti. Tramite lo studio dettagliato dei singoli casi di guasto, associati alle specifiche cause generatrici vengono definiti i piani di manutenzione più adeguati.

Esistono diverse tipologie di manutenzione sul quale questo pilastro si focalizza (Arici, 2020):

1. Time Based Maintenance (TBM): manutenzione periodica per prevenire guasti ed interruzioni;
2. Breakdown Maintenance (BDM): manutenzione non pianificata, viene eseguita solamente quando avviene un guasto sulla macchina;
3. Condition Based Maintenance (CBM): questo tipo di manutenzione si basa su “campanelli d'allarme”. Non tutti i guasti avvengono istantaneamente, ci possono essere alcuni segnali (visivi, uditivi...) che precedono un possibile guasto, intervenendo quindi su questi segnali è possibile ridurre le rotture;
4. Corrective Maintenance (CM): manutenzione con lo scopo di migliorare la macchina attraverso alcune modifiche che consentono una maggiore affidabilità e manutenzione in futuro; più che una vera e propria tipologia di manutenzione si tratta quindi di un approccio da seguire durante qualsiasi attività di manutenzione.

Il processo di miglioramento seguendo i 7 steps caratteristici del WCM viene descritto di seguito

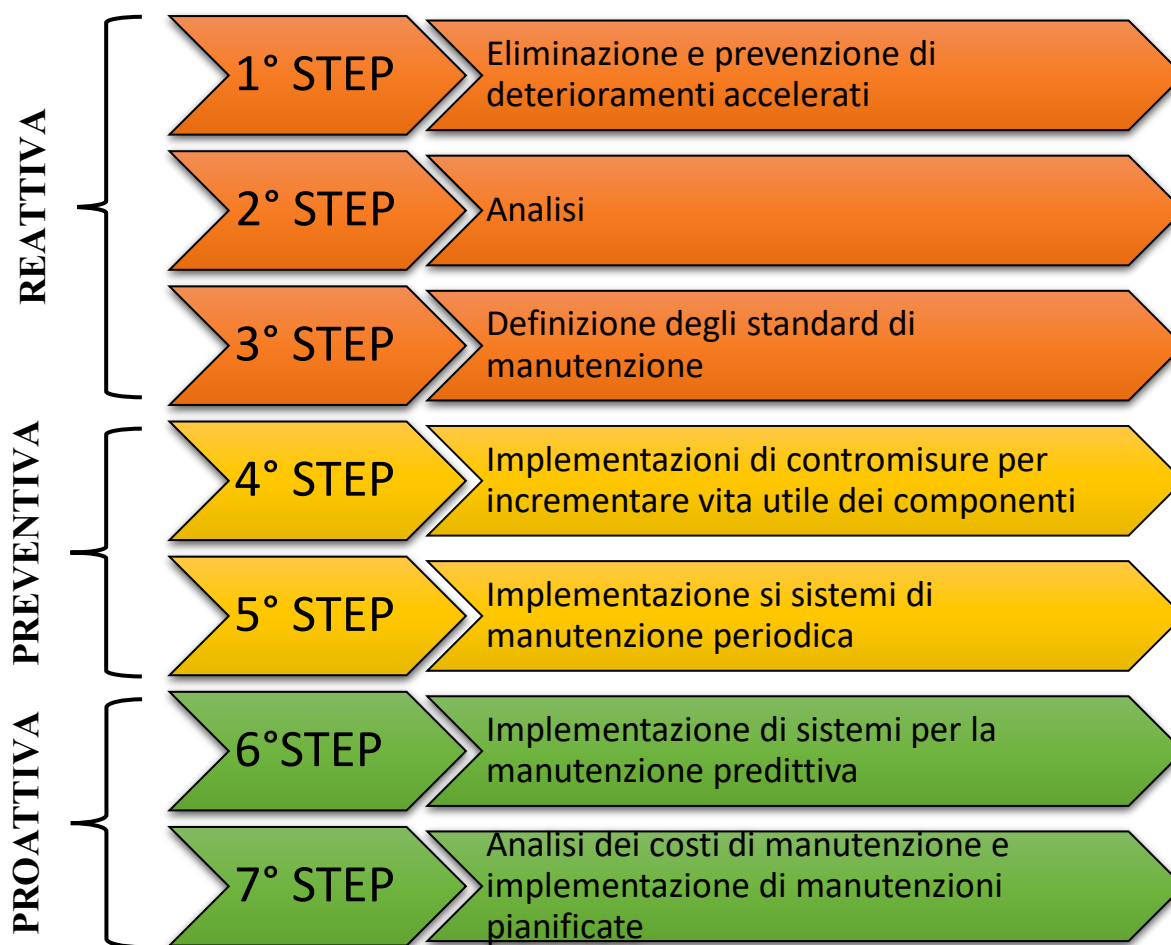


Figura 27, 7 steps Professional Maintenance, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Durante la fase reattiva (primi tre steps) ci si focalizza sulla riduzione del degrado accelerato attraverso l'analisi dei guasti e la definizione degli standard di riferimento in modo tale da stabilizzare il tempo medio tra guasti (MTBF Mean Time Between Failures), perseguendo il principio *zero fermate o zero guasti*.

La fase preventiva e la fase proattiva hanno rispettivamente lo scopo di: allungare il ciclo di vita dei componenti delle macchine attraverso attività di manutenzione correttiva e preventiva, e di gestire e valutare possibili miglioramenti del sistema di manutenzione (D'Orazio, et al., 2020).

6) Quality control

Come già sottolineato in precedenza, l'aspetto della qualità in un'azienda World Class è essenziale se si vuole creare valore per il cliente (Bonfiglioli Consulting, 2010), fin dai primi albori di Toyota, infatti, il concetto di qualità è sempre stato un punto focale e di notevole importanza del sistema TPS (Ohno, 1988).

L'obiettivo perseguito da questo pilastro è far sì che il cliente venga sempre soddisfatto, mantenendo bassi i costi (D'Orazio, et al., 2020).

Il Quality Pillar parte da un'innegabile verità, ovvero che finché la qualità sarà affidata ad un quality check "post mortem" il difetto non sarà mai un problema di chi lo genera; in ottica WCM invece il principio base è che la qualità venga prodotta prima di essere controllata (Amadio, 2017).

Con riferimento al settore manifatturiero, la verifica della qualità dei prodotti raggruppa tutto un insieme di attività che vanno a definire le azioni necessarie affinché vengano definiti e controllati degli standard qualitativi posti come riferimento dall'azienda. Importanza non da poco, che nelle aziende occidentali fatica ancora a definirsi, è che la fase di controllo del prodotto a valle è una fase che non aggiunge nessun valore al prodotto, infatti, come verrà evidenziato anche in seguito, la qualità di un prodotto dipende solamente dalla sua fase di realizzazione e non dalla fase dei controlli finali in quanto in quest'ultima non vengono aggiunte caratteristiche al prodotto.

Le diverse trattazioni sono in accordo sul fatto che l'obiettivo principale del pillar della qualità è quello di identificare le cause radici delle non conformità che comportano la deviazione del processo, per poi orientarsi a sviluppare e implementare azioni finalizzate alla costruzione di processi di qualità per evitare che le deviazioni possano ripresentarsi (Amadio, 2017) (Falcone, et al., 2014) (Palucha, 2012).

Tutto questo per far sì che il cliente, inteso sia come la fase successivamente a valle sia come cliente finale, sia soddisfatto minimizzando i costi (D'Orazio, et al., 2020).

Per far sì che venga posta maggior enfasi sulla prevenzione e non sui controlli finali è necessario:

1. Adeguare le competenze del personale specializzato riguardanti i problemi di qualità (De Felice, et al., 2015);
2. Analizzare il processo produttivo (Bonfiglioli Consulting, 2012);
3. Individuare le cause radici di problemi ed eliminarle (D'Orazio, et al., 2020);
4. Creare degli standard affinché quel problema non si ripresenti in futuro (Bonfiglioli Consulting, 2012).

I sette steps, sempre divisi nelle loro tre fasi reattiva, preventiva e proattiva, si traducono in:



Figura 28, 7 steps Quality Control, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Tuttavia, a differenza di altri pilastri del WCM, le cause radici che generano difetti qualitativi sono più complesse da identificare, di conseguenza la metodologia WCM impone alcuni strumenti fondamentali da utilizzare nelle tre diverse fasi di implementazione (D'Orazio, et al., 2020).

Uno strumento fondamentale, soprattutto per quanto riguarda la fase reattiva, è la *Quality Assurance Matrix* (QA Matrix). Questa matrice, utilizzando l'indice di priorità andrà a: classificare le varie cause

di difetti, evidenziare l'eventuale relazione tra i difetti individuati, individuare il processo dal quale sono stati generati (Falcone, et al., 2014).

La fase preventiva si focalizza sull'identificazione di cause sconosciute e nella loro riduzione o se possibile eliminazione.

Nella fase proattiva viene realizzata la cosiddetta *X Matrix*, questa matrice ha lo scopo di evidenziare eventuali correlazioni tra difetti, fenomeno "visivo", macchina e/o componenti della macchina. L'output servirà per definire quelli che vengono chiamati da FCA i requisiti macchina ideali (Ketter, et al., 2007). Infine, durante la definizione delle ispezioni e dei controlli che devono essere implementati affinché i parametri vengano rispettati viene fatto uso della matrice denominata *Quality Maintenance Matrix* (QM Matrix) che permette di poter visualizzare per tutti i parametri il difetto correlato e le rispettive tolleranze, come deve essere tenuto sotto controllo ed ulteriori parametri come, ad esempio, la frequenza di controllo e il responsabile (Falcone, et al., 2014).

L'output di questo pilastro è quindi un sistema di controllo applicato a priori e non a posteriori, il focus non è solo sul controllo finale ma far sì che i problemi vengano prevenuti e perseguire così il principio "*zero difetti*"; questo, come già accennato in precedenza, non solamente per raggiungere la soddisfazione del cliente, ma anche per perseguire degli obiettivi di risparmio in termini di costo, meno difetti si traduce in meno fermi impianto e meno stock.

7) Logistic & Customer Service

Negli ultimi anni la logistica ha assunto un significato molto più ampio della tradizionale gestione dei materiali dei trasporti (Falcone, et al., 2014), infatti con il termine logistica si racchiudono due macro-flussi, il flusso dei materiali e il flusso informativo (Slack, et al., 2019), racchiudendo quindi tre processi aziendali diversi: gli acquisti, il manufacturing e il processo commerciale e vendite (Falcone, et al., 2014).

Attraverso il pilastro della logistica si affrontano tutte le problematiche inerenti alla movimentazione del materiale all'interno e all'esterno dell'azienda, allo stoccaggio del materiale e alla gestione dei flussi del materiale dal fornitore fino al cliente, la cosiddetta Supply Chain (Amadio, 2017).

Creare una catena del valore consente di minimizzare le giacenze di materiale, sia esso materia prima, semilavorato o prodotto finito, e di conseguenza minimizzare l'esposizione finanziaria per l'acquisto di materiali

Gli obiettivi principali da perseguire possono essere riassunti in tre punti:

1. Incrementare la soddisfazione del cliente;
2. Creare un flusso continuo;
3. Minimizzare le movimentazioni dei materiali.

Secondo il WCM sviluppato da FIAT per poter raggiungere ogni obiettivo è necessario utilizzare tre principi guida: il primo prende il nome di *Production Sales Synchronization*, esso permette di sincronizzare la produzione con la domanda del cliente producendo il giusto prodotto, nella quantità giusta e al momento giusto. Come si può notare questo principio si basa su logiche Just In Time e quindi adottare flussi produttivi pull e non push (produrre su ordine del cliente e non su previsione della domanda), questo comporta avere le diverse funzioni aziendali, acquisti produzione, vendita e spedizioni fortemente integrate e connesse tra loro. Il secondo obiettivo invece è perseguibile adottando il principio di minimizzazione delle scorte a magazzino (*Minimize Inventory*) cercando di creare un flusso efficiente e continuo, questo perché un maggior quantitativo di materiale fermo a magazzino, oltre che aumentare i costi del capitale investito non permette di adottare le logiche del principio precedentemente descritto. Infine, l'eccessiva movimentazione dei materiali oltre che aumentare il costo, creano situazioni che aumentano la probabilità di generare difetti nel materiale che viene trasportato, di conseguenza attraverso il *Minimum Material Handling*, si cerca di minimizzare qualsiasi spostamento o manipolazione di materiale che non sia strettamente necessario (Ketter, et al., 2007). Alcuni semplici strumenti, alcuni di stretta derivazione giapponese, per la gestione efficiente dei materiali, che non verranno approfondite nel dettaglio per non dilungarsi eccessivamente, ma che è giusto che vengano menzionati sono (Falcone, et al., 2014):

- Kanban;
- Supermarket;
- FIFO;
- Mizusumashi;

Il percorso di implementazione di questo pilastro nei sette steps viene di seguito illustrato:

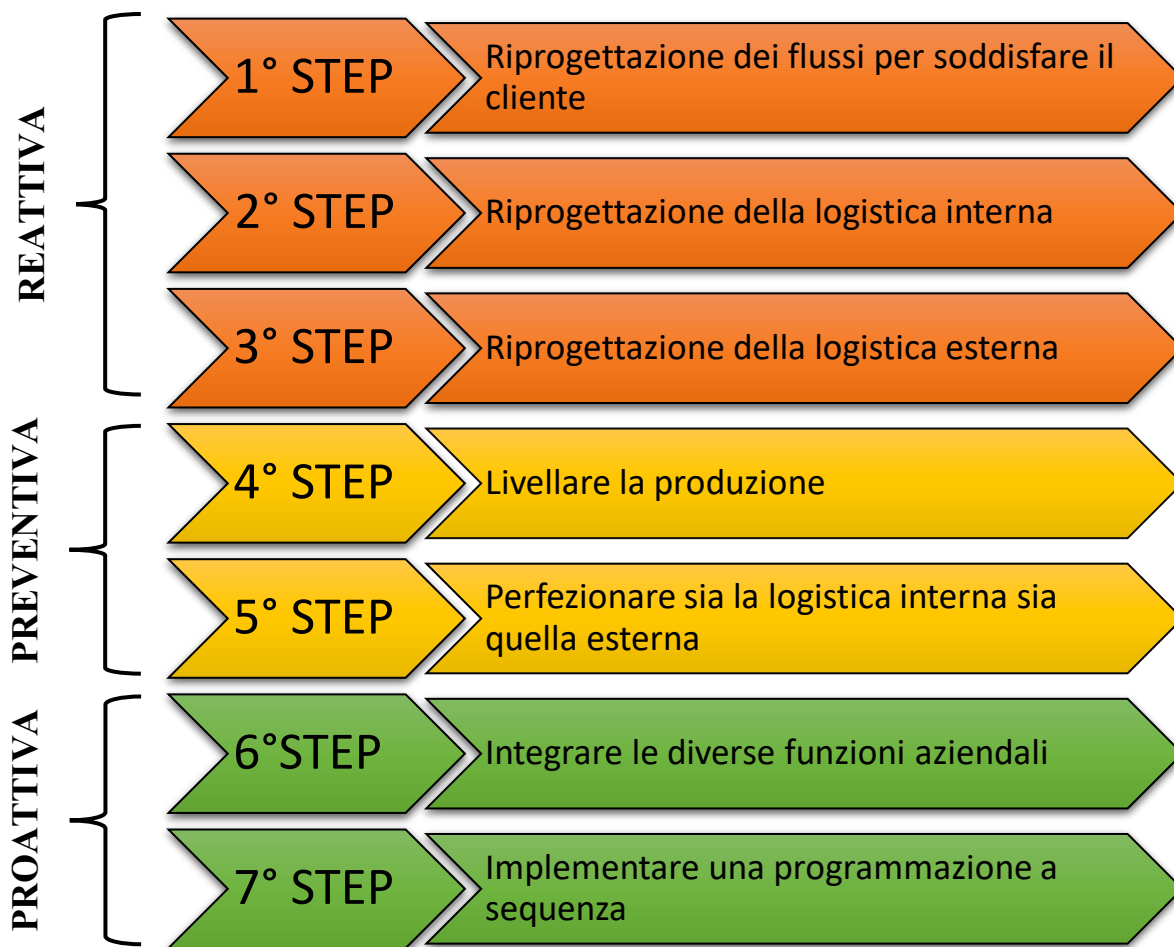


Figura 29 7 steps Logistic & Customer Service, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

I primi tre steps si focalizzano sulla creazione di un flusso logistico, sia interno che esterno, riprogettando le varie linee produttive coinvolte oltre che alla logistica interna ed esterna. Diminuzione del tempo di set up, riduzione del Lead Time, minimizzazione del lotto di produzione e analisi dei percorsi sono solo alcune delle attività necessarie durante la fase reattiva. Successivamente, nella fase preventiva, si mira ad ottenere un flusso continuo attraverso il livellamento della produzione in modo che venga prodotto solo ciò che viene richiesto dal cliente a valle, niente di più e niente di meno. Gli steps 6 e 7 infine dopo aver creato dei flussi, averli resi il più continui possibile, permettono di integrare le funzioni aziendali per far sì che il flusso sia il più controllato possibile (D'Orazio, et al., 2020).

8) Early equipment/product management

L'industrializzazione di un nuovo prodotto e la sostituzione di un macchinario obsoleto sono da sempre tematiche complesse che possono generare innumerevoli errori e di conseguenza perdite economiche di notevole importanza (Amadio, 2017).

L'ottavo pilastro in molti testi (D'Orazio, et al., 2020), (Arici, 2020) è visto come la composizione di due parti diverse, una designata all'industrializzazione di nuovi prodotti denominata Early Product Management (EPM), l'altra alla sostituzione di tecnologie obsolete, Early Equipment Management (EEM). Altri autori (Amadio, 2017) non fanno questa distinzione esplicita ma considerano sia l'industrializzazione del prodotto che la sostituzione del macchinario sotto il nome di Early Equipment Management.

L'EEM si pone l'obiettivo di migliorare gli impianti produttivi cercando di prevenire i possibili problemi e di renderli competitivi, attraverso l'introduzione nel progetto, sia in fase di avvio della produzione sia in fase a regime, di nuovi macchinari, l'EPM invece tratta le stesse problematiche, ma applicate allo sviluppo di nuovi prodotti (Arici, 2020).

Di seguito verranno analizzati separatamente.

Il pillar Early Equipment Management (EEM), mira a rafforzare la competitività dell'impianto ancora in fase di sviluppo, adottando il principio della prevenzione dei problemi che possono insorgere durante le diverse fasi di progettazione di massima, di base e di dettaglio, fino alla fase di avviamento del macchinario/prodotto (D'Orazio, et al., 2020). Gli obiettivi da raggiungere sono quindi:

- Ottimizzazione;
- Essere in possesso di macchinari con alta affidabilità e qualità;
- Minimizzare il Life Cycle Cost.

Allo stesso modo l'Early Product Management viene utilizzato per l'acquisto di nuovi prodotti per:

- Ingegnerizzare nuovi prodotti competitivi
- Introdurre nuovi prodotti nel processo velocemente
- Velocizzare la messa a regime della nuova produzione

Di seguito i 7 steps sia per la quanto riguarda la gestione dei macchinari sia per i prodotti:

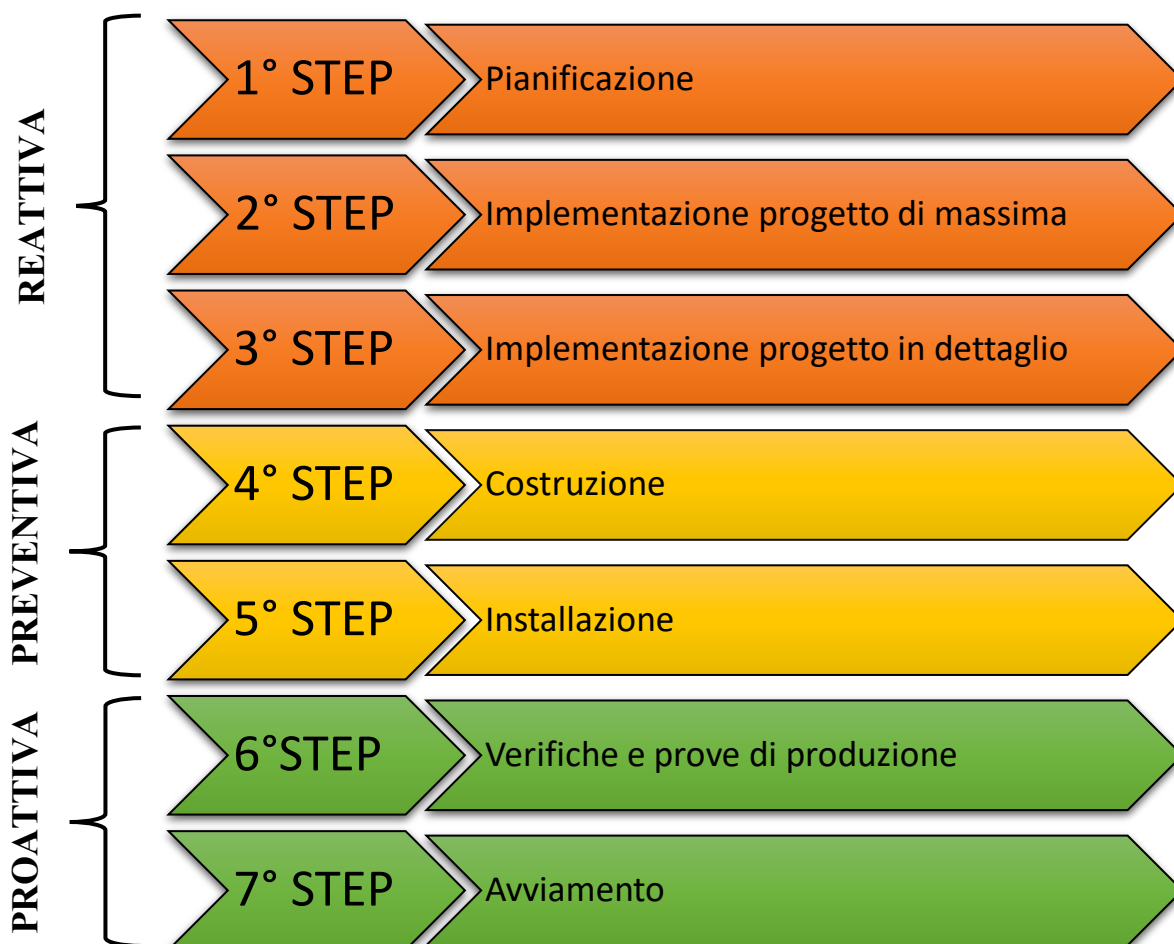


Figura 30, 7 steps EEM, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Nella fase reattiva le attività svolte evidenziano l'importanza del progetto e cercano di coinvolgere l'esperienza necessaria; vengono analizzati i processi attuali e individuati eventuali punti di forza. La fase successiva porta con sé la definizione vera e propria del progetto, o dei progetti, pilota. Vengono individuati eventuali punti deboli e infine vengono definiti gli standard Early Equipment Management.

Nell'ultima fase, quella proattiva, viene invece rafforzato e perfezionato il modo di lavorare.

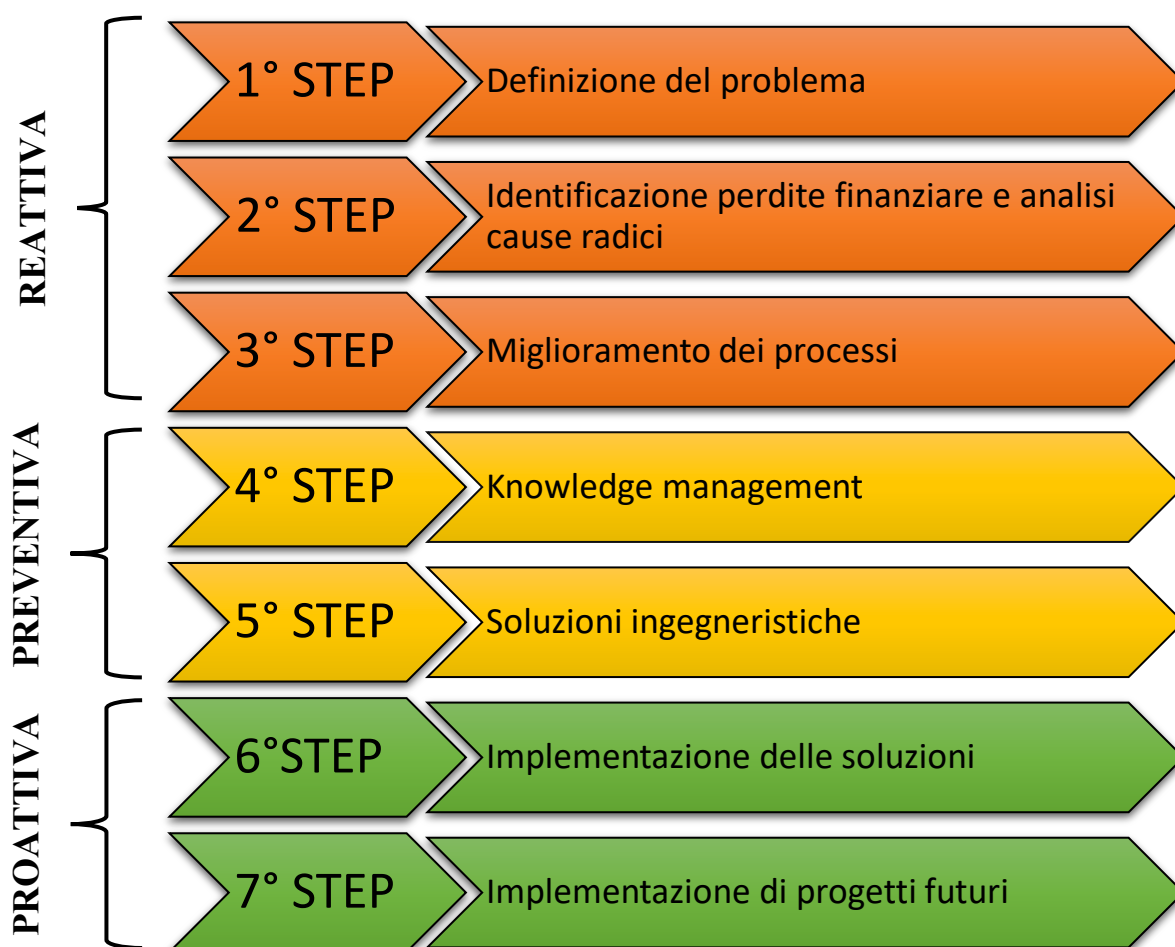


Figura 31, 7 steps EPM, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Nelle fasi iniziali, dove il focus è su attività di planning e di raccolta informazioni, vengono definiti gli obiettivi e i target da raggiungere e viene fatto un primo studio di fattibilità. Successivamente a questa fase; con riferimento alle attività necessarie, vengono valutate decisioni di make or buy.

Da qui in avanti inizia la realizzazione vera e propria del progetto con l'obiettivo di raggiungere i target scelti in precedenza (Mroz, 2020).

9) People Development

Il successo o l'insuccesso di un'azienda dipende sempre di più dalla crescita delle risorse umane appartenenti a quell'azienda (Bonfiglioli Consulting, 2012).

Attraverso questo pilastro il WCM cerca di raggruppare tutte quelle attività volte allo sviluppo delle persone all'interno dell'azienda con lo scopo di garantire, attraverso un programma di training ben strutturato, per ogni posizione lavorativa adeguate competenze e qualifiche (Palucha, 2012).

Questo pilastro risulta quindi di notevole importanza per lo sviluppo della metodologia WCM, in quanto sono proprio le persone che poi svilupperanno tutti i vari punti della metodologia (Palucha, 2012). L'attività del People Development (PD) viene implementata in modo sinergico con gli altri pilastri, vengono coinvolte tutte le persone all'interno dell'azienda, per garantire un organico in continua evoluzione. Se un'azienda ambisce all'eccellenza deve avere al suo interno persone con competenze e conoscenze, motivate a lavorare in ottica di miglioramento continuo (Falcone, et al., 2014).

Gli obiettivi del WCM con l'applicazione del pilastro in questione sono svariati; tuttavia, possiamo raggrupparli in tre diversi macro-gruppi:

- garantire, attraverso sistemi di training ben strutturati, competenze e abilità per ogni postazione di lavoro (De Felice, et al., 2015);
- perseguire i “zero errori umani” (D'Orazio, et al., 2020);
- riduzione degli infortuni e miglioramento del clima di lavoro (D'Orazio, et al., 2020);

Il percorso di implementazione diviso nei 7 steps risulta essere il seguente:



Figura 32, 7 steps people Development, fonte: (D'Orazio, et al., 2020)

Con primi tre steps vengono individuate le principali perdite relative allo sviluppo delle persone, rappresentati dagli errori umani, in questo modo si riesce a definire e ad implementare azioni correttive.

Con la fase preventiva vengono definiti i metodi per sviluppare le conoscenze delle persone attraverso la definizione di percorsi di training.

Nell'ultima fase, invece il focus viene spostato sullo sviluppo di conoscenze sempre più complesse. L'obiettivo è preparare l'azienda e quindi le persone alle sfide future (D'Orazio, et al., 2020).

10) Environment

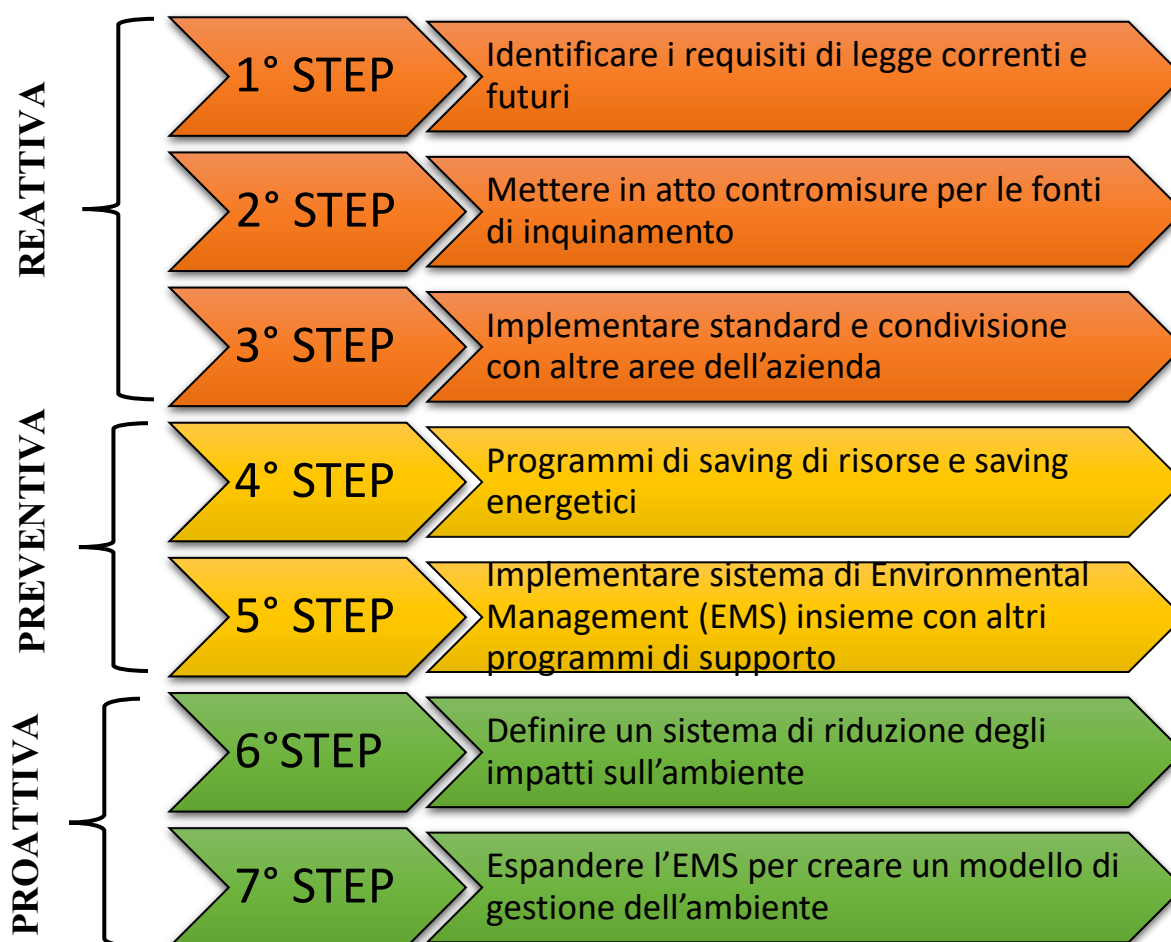
L'ultimo pilastro tecnico abbraccia tutte le attività di gestione di programmi ambientali ed energetici dell'organizzazione. (D'Orazio, et al., 2020) Rappresenta quindi un ottimo strumento per: gestire i consumi dell'azienda, migliorare i programmi ambientali e migliorare l'impatto di breve e di lungo termine sul territorio. Questo pilastro viene solitamente implementato insieme al primo, il pilastro denominato Safety; addirittura, in molte organizzazioni lo stesso team si occupa di entrambi, questo perché i temi inerenti alla sicurezza, all'energia e all'ambiente sono il più delle volte strettamente legati (Falcone, et al., 2014).

Gli obiettivi sono (Arici, 2020):

- Rispettare le esigenze e le normative di gestione ambientale;
- Sviluppare una cultura sulla riduzione dei costi legati all'energia;
- Gestire l'impatto sull'ambiente a breve e a lungo termine dei prodotti e dei processi produttivi;

Tra le normative in materia ambientale troviamo sicuramente la norma UNI EN ISO 14001: 2004 *“Sistemi di Gestione Ambientale”*. Tale norma è volontaria e individua le caratteristiche fondamentali per un sistema di gestione volto alla tutela dell'ambiente (Falcone, et al., 2014).

Come per gli altri pilastri precedenti, anche quest'ultimo prevede un percorso di implementazione diviso nelle tre diverse fasi:



Nell fase reattiva, primi 3 steps, viene definito il processo di valutazione delle conformità ambientali creando un sistema di monitoraggio in modo da tenere sotto controllo l'aggiornamento e le conformità con i requisiti imposti dalla legge. Nei successivi 2 steps della fase preventiva si sviluppano degli standard per individuare le eventuali perdite e applicare delle contromisure, infine si realizza anche un sistema di gestione EMS che racchiude insieme tutte le attività svolte. Infine, con la fase proattiva bisogna redigere un piano di breve termine per la sostenibilità ambientale e la riduzione dei rischi (Arici, 2020).

3.2 I pilastri manageriali

Di seguito verranno approfonditi brevemente i pilastri manageriali, introdotti per la prima volta nella metodologia WCM applicata da Fiat, hanno la funzione di supporto ai pilastri tecnici illustrati nel paragrafo precedente; con questo si vuole enfatizzare il fatto che per essere un'azienda *World Class* non bisogna solamente applicare metodi tecnici ma occorre anche sviluppare un metodo capace di coinvolgere tutte le persone e tutta l'organizzazione. Questi pilastri sottolineano elementi come l'organizzazione, la pianificazione e la leadership che all'interno della filosofia Lean non trovano molto spazio.

1) Management Commitment

Il primo pilastro manageriale si focalizza sull'importanza che l'impegno del Top Management ha nel raggiungimento dell'eccellenza. Il Top Management deve essere: in primis promotore del cambiamento mettendo in discussione la situazione attuale, deve prendersi carico della formazione dei lavoratori in modo che quest'ultimi acquisiscano le conoscenze e le competenze necessarie per svolgere le loro attività. Come sottolineato più volte in precedenza, è importante che ci sia un coinvolgimento totale da parte dei dipendenti e questo può avvenire solamente se il Top Management partecipa attivamente e promuove i cambiamenti. Svolge quindi un ruolo significativo nella gestione dello sviluppo e produzione del prodotto, della qualità e dell'innovazione. Possiamo riassumere il commitment del management nelle seguenti attività:

- Trasformazione degli obiettivi strategici in obiettivi operativi,
- Delegare le autorità,
- Dirigere le riunioni trasversali per assicurare il giusto allineamento tra attività e obiettivi strategici aziendali

2) Clarity of Objectives

Gli obiettivi aziendali devono essere conosciuti da tutto il personale poiché, sono proprio questi ultimi che rendono possibile il loro raggiungimento. Questo pilastro pone delle linee guida su come devono essere definiti gli obiettivi, in particolare essi devono essere:

- Chiari: tutto il personale deve essere in grado di capire quali sono gli obiettivi, non ci devono essere fraintendimenti;
- Quantificati: oltre che in termini qualitativi è importante esprimerli anche in termini quantitativi;
- Diffusi a tutti: gli obiettivi devono essere resi noti a tutti gli interessati all'interno dell'azienda;

Per poter valutare lo stato di avanzamento o il raggiungimento degli obiettivi risultano significativi i Key Performance Indicators (KPI), preso per esempio un qualsiasi obiettivo di uno dei pilastri tecnici bisogna tradurlo in termini di un KPI, in modo da valutarne il progresso in modo semplice e rapido confrontandolo eventualmente con le stime fatte inizialmente. Inoltre, è buona pratica rendere visibile a tutti, in una zona specifica dello stabilimento, gli obiettivi, i KPI e lo stato di avanzamento così che tutti possano essere a conoscenza della situazione attuale di avanzamento del progetto e ci sia la possibilità di confronto tra i partecipanti, soprattutto in casi di differenze con la previsione fatta così da individuare la causa e implementare azioni correttive e proattive.

3) Route Map of WCM

Tradotto letteralmente significa “Mappa del percorso”; attraverso questo pilastro ci si impegna a condividere il cammino necessario al raggiungimento del programma WCM all'interno del reparto/stabilimento/intera azienda. Il punto di partenza viene identificato da due punti:

- 1- Le aspettative de cliente;
- 2- La vision e la mission dell'azienda;

Presi come riferimento questi punti, si possono fissare gli obiettivi e di conseguenza anche il cammino per poterli raggiungere; tutto ciò si traduce in una mappa generale nel quale, il management, espone il cambiamento necessario dei plant nel breve, medio e lungo termine al fine di raggiungere i propri obiettivi.

Successivamente vengono realizzate delle mappe per ogni pilastro tecnico, queste devono essere coerenti in modo che:

- pilastri tecnici e manageriali abbiano la stessa direzione
- pilastri tecnici e manageriali siano allineati dal punto di vista del comportamento

La metodologia del WCM si prefigge l'obiettivo di illustrare il percorso della route map a tutta l'organizzazione in modo che tutti puntino verso gli stessi obiettivi.

4) Allocation of Highly Qualified People to Model Areas

Il training del WCM del personale risulta fondamentale per l'adesione al programma di miglioramento, il punto di arrivo è costituire una struttura "autogestita" in modo che le risorse presenti all'interno siano preparate sul metodo e abbiano le conoscenze e le competenze adeguate a riconoscere e risolvere i problemi che sorgono durante l'avanzamento dei percorsi di miglioramento, tutto in maniera autonoma. È quindi necessario che venga data la possibilità agli operatori di acquisire queste capacità inserendo nelle model area delle figure altamente qualificate che conoscano il metodo e che lo trasferiscano agli operatori di quell'area. Tre sono i punti significativi da analizzare in questo pilastro:

- I KPI: i risultati e l'avanzamento vengono misurati attraverso degli indicatori specifici per verificare che la direzione presa sia quella giusta
- Metodi e strumenti: ogni situazione che si presenta implica l'utilizzo di tecniche e strumenti adeguati; gli operatori devono saper riconoscere il giusto strumento da utilizzare nelle varie situazioni che si presentano
- Crescita delle persone: il responsabile dell'avanzamento delle attività inerenti a questo pilastro deve fare in modo di guidare il team, farlo crescere e verificarne gli eventuali progressi in termini di capacità e competenze acquisite

5) Commitment of the Organization

Per far sì che la metodologia del WCM raggiunga gli obiettivi prefissati, oltre che all'impegno e al coinvolgimento del Top Management (come visto nel primo pilastro manageriale) è fondamentale che sia l'organizzazione a fornire gli input per l'avanzamento delle attività. Possiamo riassumere il coinvolgimento dell'organizzazione in tre differenti dimensioni:

- Affective Commitment: attaccamento emotivo del dipendente, al coinvolgimento e all'identificazione nell'azienda (condivisione di valori);
- Continuance Commitment: fa riferimento ai costi associati ad un eventuale abbandono dell'azienda;
- Normative Commitment: fa riferimento all'obbligo del dipendente di rimanere nell'azienda;

Il cammino previsto per questo pilastro può essere riassunto nelle diverse fasi che seguono:

- 1- Le persone affrontano le problematiche con la propria testa e con atteggiamento positivo;
- 2- Nello sviluppo di nuovi progetti le persone sono a conoscenza delle problematiche e dei metodi per la risoluzione;
- 3- Sempre più persone entrano nello specifico nell'analisi delle problematiche;
- 4- I leader del pilastro, anche dopo aver raggiunto gli obiettivi, ricercano ulteriori metodi per il miglioramento;
- 5- Gran parte del personale è operativo alle attività del WCM ed è a conoscenza dei metodi e degli strumenti da utilizzare;
- 6- Il processo che prevede la delega dal management al team del pilastro è sempre più diretto e veloce.

6) Competence of Organization Toward Improvement

Come abbiamo visto in precedenza la metodologia WCM è indirizzata alla riduzione di perdite e sprechi, per fare ciò si avvale di metodi e strumenti specifici. A seconda della situazione è importante che vengano usati gli strumenti più adeguati, per questo il WCM propone la creazione di un database nel quale vengono raccolte informazioni riguardanti: i vari metodi utilizzati nelle varie occasioni, i tempi, i costi ecc. che potranno essere utilizzati in qualsiasi momento per lo sviluppo di progetti futuri.

L'obiettivo di questo pilastro manageriale è quindi quello di realizzare un sistema reattivo, con persone competenti, tramite l'utilizzo di metodi e strumenti per risolvere le diverse problematiche.

7) Time and Budget

Tempi e costi, nella realizzazione dei progetti, sono due variabili che devono sempre essere tenuti sotto controllo tramite specifici programmi e pianificazioni. All'inizio di ogni progetto è importante specificare le tempistiche e il budget per poter capire quali e quante risorse sono necessarie. Il budget per le varie attività è strettamente collegato al budget aziendale dell'anno, in tal modo si ottiene una stima completa e precisa di tutti i costi sostenuti. Sotto questi aspetti risulta fondamentale che il management deleghi alcune decisioni, questo comporta la riduzione dei tempi di risposta e di avanzamento dei progetti, inoltre non provoca ritardi a causa di imprevisti. Gli obiettivi quindi di questo settimo pilastro sono: assicurare il rispetto dei lead time, dei tempi di avanzamento e del rispetto del budget previsto, e nel caso contrario intervenire per intercettare le cause, risolvere il problema e intervenire per far sì che non si presenti nuovamente in futuro.

8) Level of Detail

Dopo aver identificato una perdita e successivamente eliminata è necessario analizzare nello specifico i processi per trovare la causa radice che l'ha generata, solo dopo aver trovato la causa sarà possibile rimuovere definitivamente la perdita. Le analisi possono avere diverse tipologie di dettaglio, tuttavia solo attraverso un livello dettagliato e specifico si possono identificare le root causes. Questo pilastro ha proprio l'obiettivo di realizzare delle analisi e delle stratificazioni dettagliate delle perdite dei processi per trovare la sorgente di queste perdite. I benefici che un livello di specificità elevato si possono riassumere in:

- Identificare le cause radice di una problematica;
- Eliminare i problemi più articolati;
- Ottimizzare l'impiego delle risorse per raggiungere l'obiettivo massimizzando il beneficio;
- Fare in modo che lo stesso problema non si ripresenti in futuro;

9) Level of Expansion

L'adozione e la diffusione della metodologia WCM deve riguardare l'intero stabilimento, di conseguenza per ottenere il massimo beneficio bisogna seguire un processo di espansione e trasferire ciò che è stato acquisito in un'area anche nelle altre aree dello stabilimento. Ogni pilastro quindi, seguendo le priorità dei processi inizia le proprie attività partendo dalla model area (riferimento capitolo 2) per poi espandersi nell'intero stabilimento. Fatto ciò, è bene che non ci si fermi solamente allo stabilimento ma che le attività di miglioramento e innovazione vengano estese anche all'esterno, soprattutto ai fornitori, così da migliorare l'intero flusso da monte a valle.

10) Motivation of Operators

L'ultimo pilastro prende in considerazione la necessità nel coinvolgere tutti gli operatori affinché il WCM si sviluppi in maniera ottimale nell'azienda, questo perché sono proprio gli operatori che conoscono e comprendono maggiormente le problematiche produttive; quindi, è necessario che siano a conoscenza dei principali metodi e strumenti di risoluzione e di miglioramento. Qui entra in gioco il ruolo del management che deve mostrare quanto gli operatori sono fondamentali all'azienda per il raggiungimento degli obiettivi; se poi questi obiettivi vengono raggiunti occorre informare gli operatori e creare un sistema di riconoscimento. Per tenere sotto controllo il reale coinvolgimento degli operatori vengono spesso utilizzati tre diversi indicatori: il numero di Quick Kaizen portati a termine dagli operatori, il numero di suggerimenti e il tasso di assenteismo. Un continuo investimento nella formazione, al fine di ampliare la loro conoscenza con i vari metodi, risulta fondamentale per sviluppare ulteriormente la motivazione degli operatori.

CAPITOLO 4

L'AZIENDA FAMI

Fami S.p.a. è un'azienda leader nel mercato nella produzione di arredamento per l'industria, officina e magazzino e, dagli anni 2000, di allestimenti per veicoli commerciali. La stessa Fami si definisce “un contenitore di innovazione e soluzioni”: con oltre 50.000 articoli, divisi tra i diversi marchi, più di 7.700 clienti serviti in 55 paesi diversi e 7 filiali in tutto il mondo, da oltre 90 anni è presente nel mercato manifatturiero. L'intero ciclo produttivo si svolge internamente, partendo dalla consulenza e l'assistenza prevendita, passando per tutte le lavorazioni meccaniche, di verniciatura e di assemblaggio, alle spedizioni e all'assistenza post-vendita.

“Persone e passione per ciò che facciamo, al centro di tutto” è lo slogan che rispecchia i valori dell'azienda.

4.1 La storia di Fami

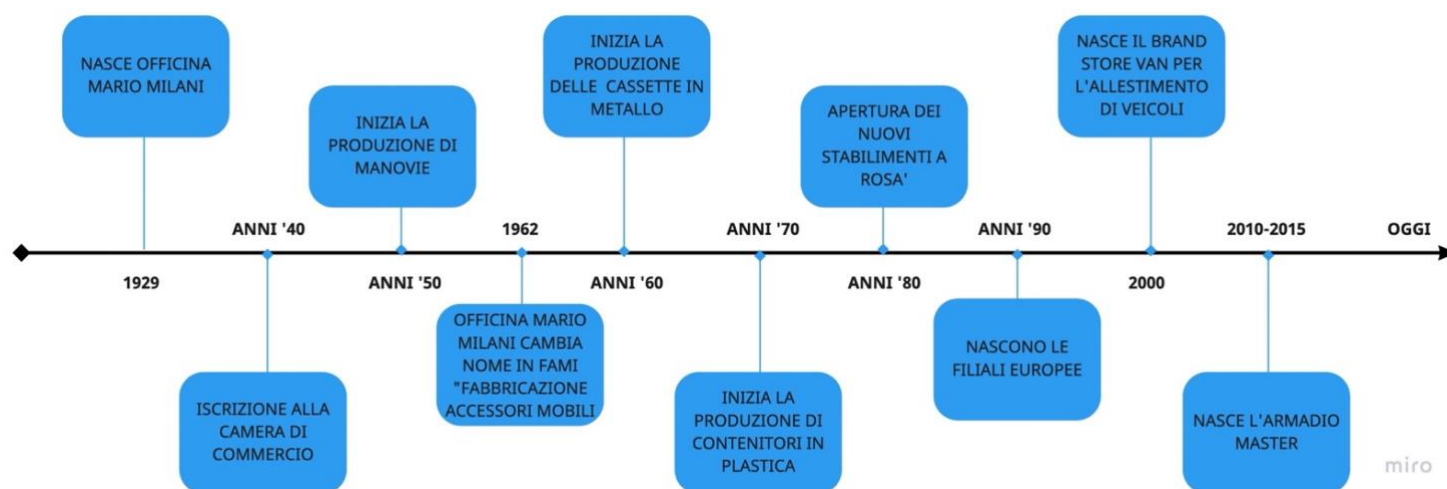


Figura 33, Timeline Fami, fonte: documentazione interna aziendale

La storia di Fami inizia nel lontano 1929, quando Mario Milani fonda a Bassano del Grappa (VI) Officina Mario Milani, una piccola realtà nel cortile di casa nel quale si occupava inizialmente di piccole riparazioni.

Arrivano gli anni della Seconda guerra mondiale, nonostante ciò, Mario Milani continua ad avere successo lavorando per ospedali, scuole ed istituti religiosi e iscrive la propria azienda alla camera di commercio.

Negli anni '50 inizia la produzione delle “manovie” per l’industria calzaturiera, macchine che consentono di semplificare le operazioni di orlatura e di montaggio della scarpa; è il momento che segna il passaggio da realtà artigianale a realtà industriale. Da questo punto in avanti è una crescita continua, l’esigenza del mercato comincia a mutare e così Fami; nei primi anni '60 comincia la produzione dei primi prodotti per l’arredamento industriale come scaffalature, banchi da lavoro, armadi e le famose cassette in metallo, ancora oggi in produzione. Nel 1962 Officina Mario Milani cambia nome e diventa Fami “Fabbrica Accessori Mobili Industriali”. La richiesta industriale aumenta ancora e Fami crea continuamente nuovi prodotti, negli anni '70 comincia la produzione di contenitori in plastica di diverse forme e misure. Il forte aumento della produzione spinge la famiglia Milani a trasferire la sede a Rosà (VI) e negli anni '90 nascono alcune filiali europee, Svizzera, Germania, Austria e Polonia. Negli anni 2000 nasce il marchio Store Van, brand dedicato all’allestimento di veicoli commerciali.

Da quel momento in avanti Fami consolida la leadership nel mercato dell’arredamento industriale proponendo innovazioni sempre all’avanguardia, come l’armadio Master, nato nel 2015, “l’armadio che cambia gli armadi” il quale rappresenta l’incontro tra tecnologia e design. Nel 2014 viene acquistata l’azienda FonzagArredi Montessori S.r.l che con gli articoli GAM si occupa principalmente dell’arredamento del settore didattico scolastico. Nel Marzo del 2020 avviene una scissione con la conseguente divisione del ramo plastico, che prenderà il nome di iMilani da quello metallico; la scissione comporta la perdita anche del marchio GAM e delle filiali in Argentina e in Cina. I marchi che invece rimangono sotto Fami sono:

- Fami Storage System: si occupa della progettazione, produzione e vendita di articoli per l’arredamento industriale come armadi, banchi da lavoro, carrelli ecc.
- Store Van: divisione nata con lo scopo di offrire al mercato allestimenti per veicoli commerciali, si occupa della produzione di allestimenti specifici per settore merceologico e per esigenze personalizzate;

- Mial: è la divisione che attraverso più di 3300 rivenditori propone i prodotti Fami e di altri marchi del settore dell'arredamento industriale, per ufficio, officina, logistica ed ecologia. Sono presenti più di 8000 prodotti a catalogo di cui più di 300 in pronta consegna.
- FURGOMarket: portale online che si occupa della vendita di veicoli industriali e commerciali sia nuovi che usati.

4.2 Il Plant produttivo di Fami



Figura 34, Plant produttivo di Rosà, documentazione interna aziendale

L'intera filiera produttiva avviene internamente, dalla materia prima in entrata fino al prodotto finito in uscita, tutte le lavorazioni sono sotto controllo diretto dell'azienda.

Ogni anno Fami utilizza 125.532 m² di legno, 155.484 Kg di vernice, 6.459.000 kg di metallo e

2.633.000 kg di plastica. Quando si parla di produzione di arredi industriali l'ambiente non è la prima cosa che viene in mente, tuttavia con l'installazione di un impianto fotovoltaico lungo tutto il sito produttivo, Fami è in grado di generare quasi la metà dell'energia necessaria alla produzione giornaliera, 1.412.200 Watt è la potenza installata, 3.003.013 Kg di emissioni di CO2 evitate. Inoltre, utilizza materiali riciclati e riciclabili (Documentazione aziendale Fami S.p.A.). Tutti gli stabilimenti produttivi, Italia, Germania, Polonia, Svizzera, Austria, occupano una superficie di 275.224 m², che è l'equivalente di 38 campi da calcio. Lo stabilimento principale di Rosà è composto da 4 capannoni, denominati B C D E da sinistra a destra in figura 10.

FLUSSO PRODUTTIVO

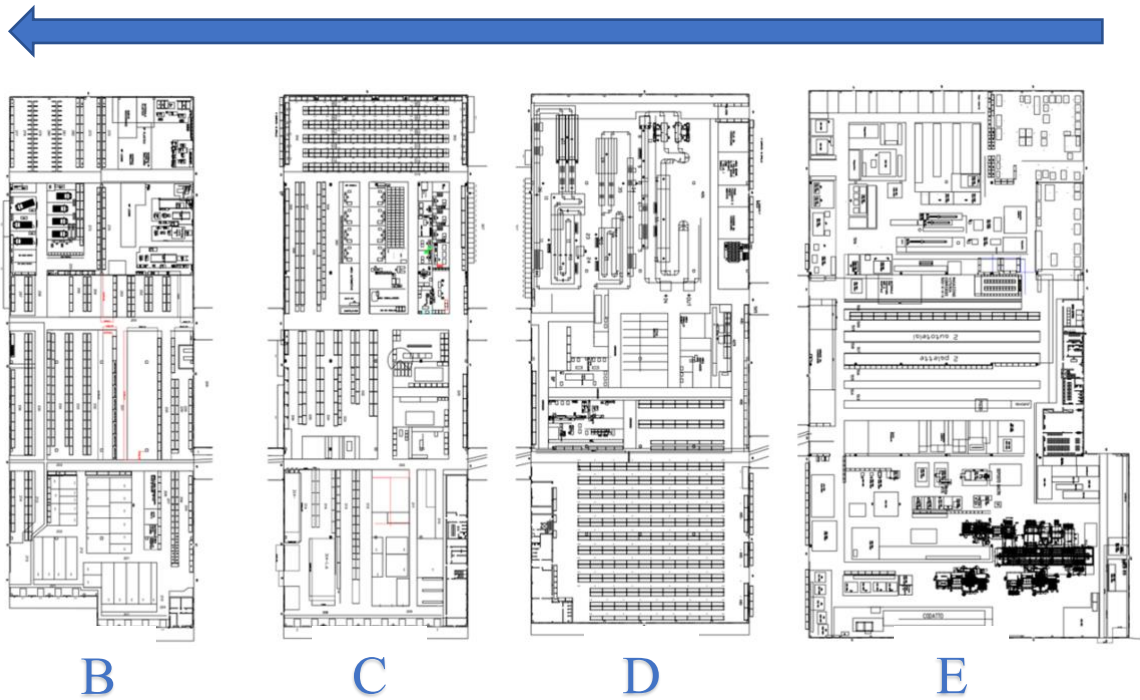
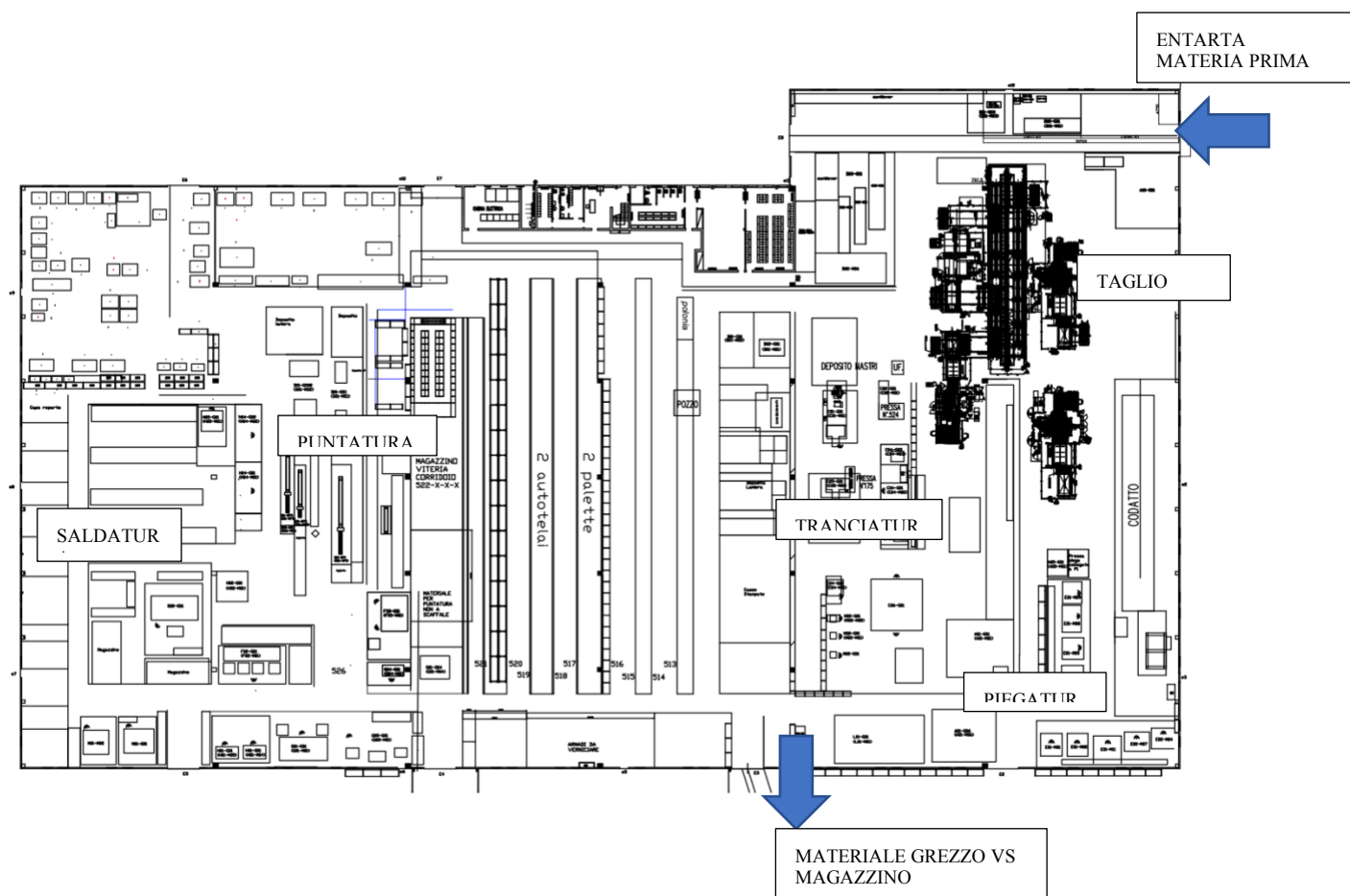


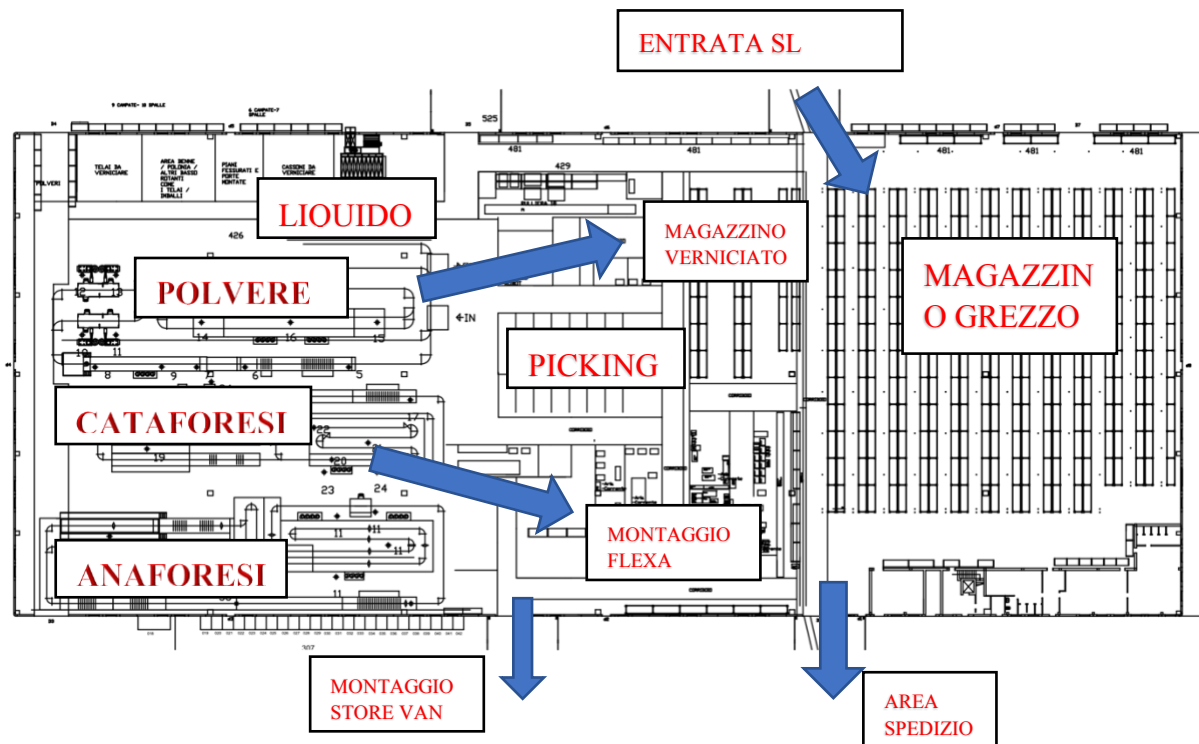
Figura 35, capannoni Fami

Il flusso produttivo inizia nel capannone E, nel quale la materia prima in entrata viene lavorata nelle diverse isole presenti a seconda della famiglia di prodotti. La materia prima subisce lavorazioni di: tagli laser, piegatura, tranciatura, saldatura e puntatura.

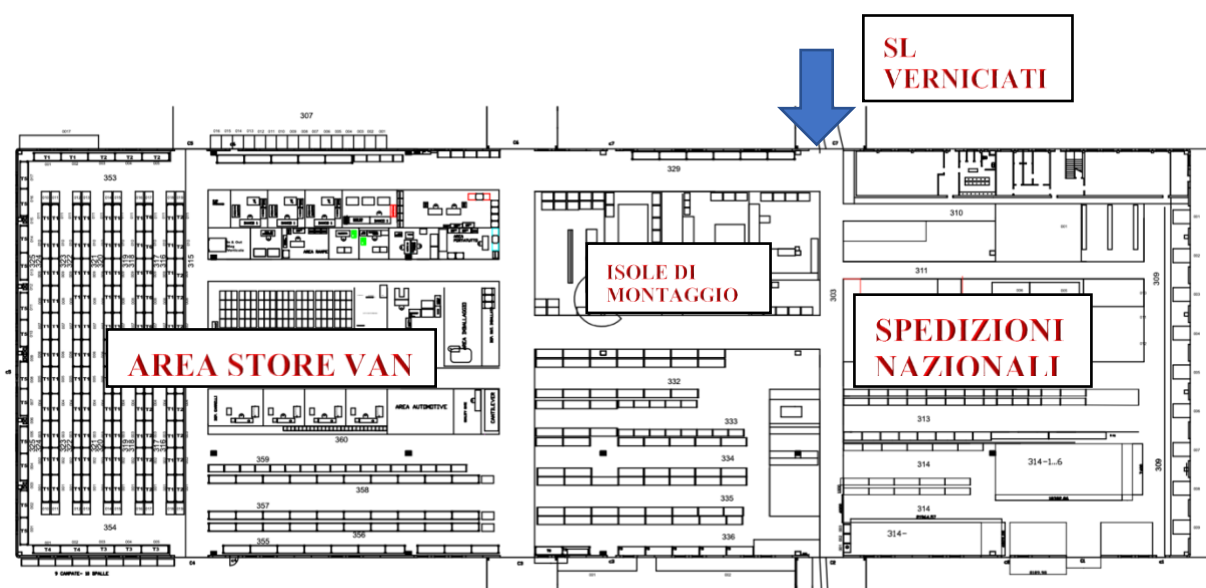


Seguendo il flusso, i pezzi grezzi in uscita dalle lavorazioni meccaniche vengono stoccate nel magazzino GT-0, situato nel capannone D. Oltre al magazzino del grezzo in questo secondo capannone sono presenti i 4 impianti di verniciatura: anafresi, cataforesi, polvere e liquido. In questa zona sono presenti delle zone, una per ogni impianto, che fungono da buffer quale gli operatori del picking depositano, una volta prelevati dal magazzino principale, i cassoni con all'interno i pezzi che devono essere verniciati. Una volta verniciati i semilavorati seguono due strade diverse: alcuni vengono depositati all'interno del magazzino del verniciato (situato di fronte all'impianto a polvere), altri vengono direttamente portati nelle isole di montaggio.

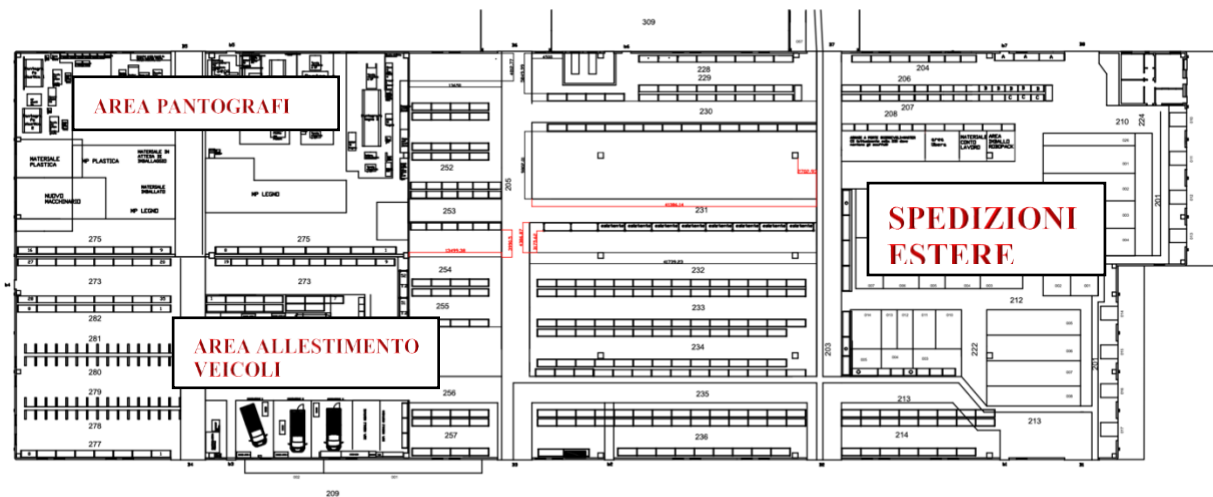
Le isole di montaggio presenti nel capannone D si occupano principalmente del montaggio di articoli come armadi e cassettiere serie Flexa.



Il terzo capannone, denominato C, presenta ulteriori isole di montaggio dedicate a banchi e carrelli, tutto il reparto dedicato al marchio Store Van con aree adibite al montaggio, un magazzino di semilavorati e un magazzino verticale per minuterie e piccoli pezzi di assemblaggio. Infine, sono presenti le baie di carico dedicate alle spedizioni nazionali.



Nel quarto e ultimo capannone invece si trovano: l'area pantografi della falegnameria, il magazzino della plastica (successivamente alla scissione in questo magazzino sono presenti tutti articoli di acquisto), l'area di allestimento dei veicoli commerciali e le baie di carico per le spedizioni estere.



4.3 I prodotti Fami

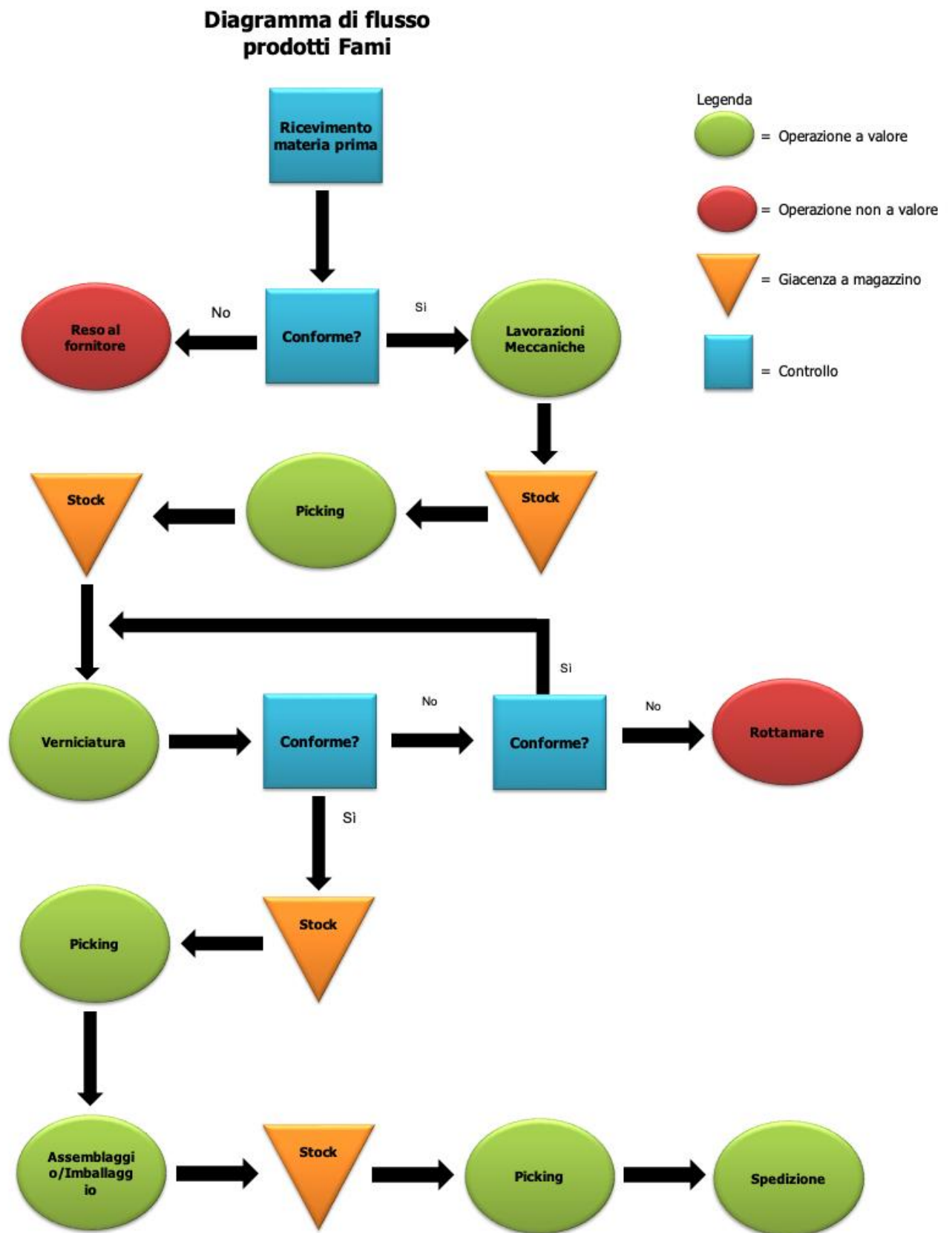


Figura 36, Diagramma di flusso prodotti Fami, documentazione interna aziendale

I prodotti offerti possono essere catalogati in diverse categorie, di seguito riassunte.

Armadi: Gli armadi industriali offerti da Fami si adattano a tutte le esigenze di immagazzinaggio ed hanno una vasta gamma di accessori quali: piani, cassetti, divisori, contenitori, cassette, telai estraibili, piani di appoggio. Tra questi troviamo armadi casellari, armadi con porte scorrevoli, armadi con ante a battente, armadi porta PC, armadi di sicurezza ecc.



Cassettiere: le cassettiere serie Flexa o serie Master sono ideali per l'organizzazione di una vasta gamma di oggetti, possono essere configurate con diverse soluzioni, cassetti ad estrazione totale di diverse altezze, ruote, chiusure a cilindro porte reversibili parziali o totali con ante piene o in polycarbonato.



Sistemi attrezzati: consistono in soluzioni personalizzabili per l'organizzazione di postazioni e aree di lavoro, presentano accessori come: braccio Ergo Work per fissaggio di monitor, pannelli portautensili forati sia da banco che da muro, mensole e ganci porta attrezzi.



Banchi da lavoro: classici banchi da lavoro, fissi o regolabili in altezza per una migliore ergonomia, con o senza ruote.



Carrelli: i carrelli industriali comprendono un'ampia gamma di soluzioni ideali per lo stoccaggio di attrezzatura, minuterie e utensili oltre che per il trasporto essendo dotati di ruote.



Contenitori e cassette in plastica: comprendono cassette per alimenti, porta minuterie contenitori Euro e contenitori salvaspazio impilabili.



Contenitori e cassette in metallo: realizzati in lamiera lucida di acciaio laminato a freddo, i contenitori in ferro Fami sono rinforzati con apposite nervature alle pareti e sul fondo per aumentarne la resistenza al carico e l'indeformabilità all'urto, sono disponibili in diverse grandezze a seconda dell'esigenza.

Scaffalature industriali: vasta gamma di scaffali robusti di Fami che presenta diverse tipologie di scansie industriali ideali per l'utilizzo non solo in magazzino, ma anche in ufficio, negozio, reparti produttivi e officina.

4.4 La model Area, il reparto verniciatura

Il reparto verniciatura è la model area scelta nel quale verrà sviluppato il progetto di tesi. Situata nel capannone D, è composta da 4 impianti principali: due impianti di verniciatura ad elettroforesi (anaforesi e cataforesi), un impianto a polvere e una cabina a liquido.

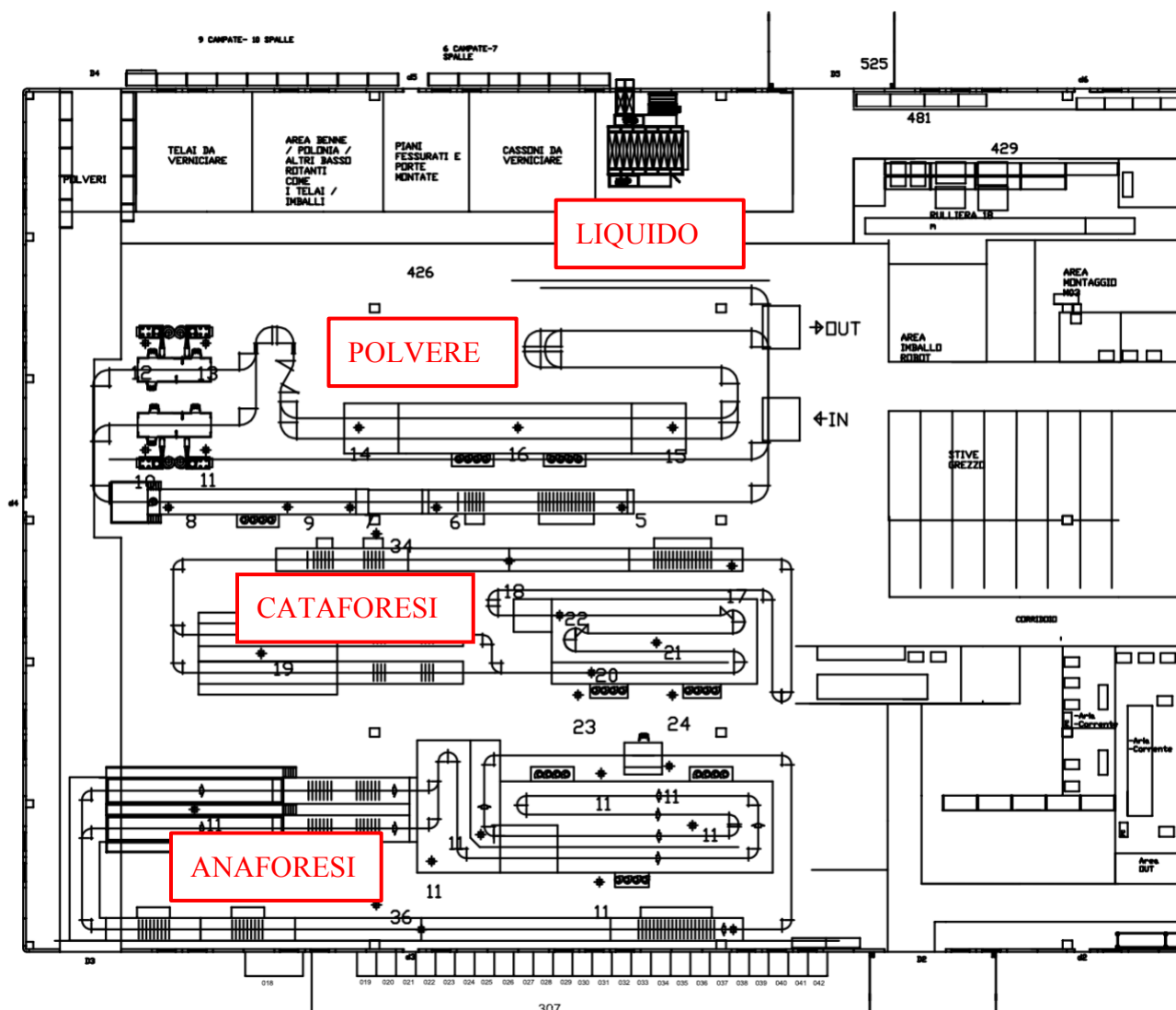


Figura 37, Impianti verniciatura Fami, documentazione interna aziendale

Fatta eccezione per articoli in plastica, minuterie di assemblaggio e alcuni articoli di assemblaggio, tutti i semilavorati prodotti dalle lavorazioni meccaniche attraversano uno di questi impianti. Di seguito verrà illustrato il funzionamento dei diversi impianti.

Impianto ad elettroforesi. Questo impianto utilizza una tecnica di verniciatura che permette di applicare la vernice per elettrodeposizione; in particolare, è caratterizzata dal deposito uniforme di una resina epossidica o acrilica sulla superficie dell'elemento, assicurando per lungo tempo un'elevata protezione nei confronti degli agenti chimici e di altri tipi di attacchi, permettendo inoltre una migliore adesione delle vernici di finitura. La resina acrilica si differenzia dalla epossidica perché può rimanere a contatto diretto con gli agenti atmosferici mantenendo le caratteristiche tecniche. Con questo trattamento si assicura una maggiore protezione dalla ruggine. I due differenti procedimenti, anafresi e cataforesi, sono analoghi, l'unica differenza è che nella cataforesi il pezzo funziona da catodo, polo negativo, mentre nel processo di anafresi il pezzo funge da anodo, dove avviene la reazione di ossidoriduzione. Il procedimento consiste nell'immersione dei pezzi, collegati al polo negativo di un generatore elettrico, in una vasca dove sono immersi: pigmenti di vernice, resina, solventi, acqua e elettrodi collegati al polo positivo. Il campo elettrico ed i fenomeni elettrochimici che si sviluppano determinano la deposizione sul pezzo e la solidificazione della vernice, che viene poi polimerizzata in forno.

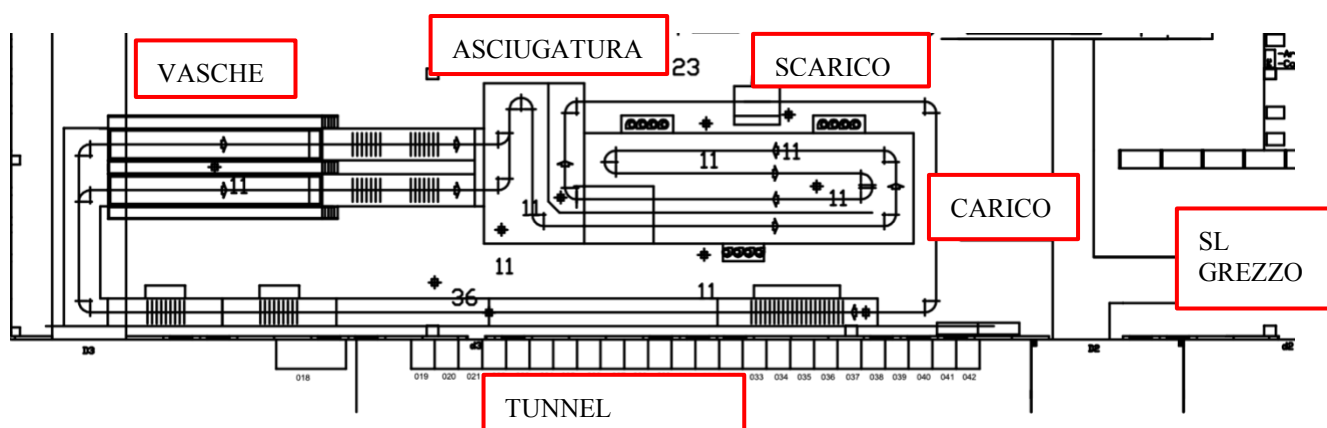


Figura 38, Schema impianto Anafresi, fonte: documentazione interna Fami

Il processo di verniciatura, visualizzato in tabella tramite la Simbologia ASME è analogo per tutti gli impianti, di seguito elencate le diverse fasi:

1. Prelievo da zona di picking;

2. Operatori addetti al carico agganciano i pezzi su appositi ganci;
3. Passaggio nel tunnel di lavaggio, qui i pezzi vengono trattati con particolari solventi che permettono la rimozione di eventuali difetti del materiale (olio, sporco ecc.);
4. Asciugatura, i pezzi vengono asciugati prima di entrare nelle vasche;
5. Fase di verniciatura, i ganci vengono immersi e trascinati all'interno delle vasche dove, oltre alla vernice liquida sono presenti altre sostanze che ne mantengono la corretta soluzione;
6. Soffiatura da parte dell'operatore per rimozione dell'acqua in punti critici dei pezzi;
7. Asciugatura post verniciatura, i pezzi passano all'interno un forno, temperatura di 180°, così da asciugare la vernice;
8. Scarico dei pezzi.
9. Trasporto ai reparti.

Tabella 6, Processo di Verniciatura negli impianti in Fami

TIPOLOGIA ATTIVITA'						
		OPERAZIONE	TRASPORTO	MAGAZZINO	ATTESA	CONTROLLO
	ATTIVITA'					
1	Area Picking			X		
2	Trasporto a bordo linea		X			
3	Carico Pezzi	X				
4	Lavaggio				X	
5	Asciugatura				X	
6	Verniciatura	X				
7	Soffiatura Operatore	X				
8	Asciugatura				X	
9	Controllo qualità					X
10	Scarico Pezzi	X				
11	Trasporto a magazzino		X			
12	Magazzino			X		

In Fami l'impianto anaforesi è per il 99% utilizzato per verniciare prodotti con marchio Fami, viceversa con la tecnologia cataforesi si verniciano pezzi dedicati al brand Store Van.

I pigmenti utilizzati nei due diversi impianti sono:

- RAL5012 (blu, colore caratteristico Fami) e RAL 7035 (grigio chiaro tendente al bianco) nell'impianto anaforesi;
- RAL 7000 (grigio, colore caratteristico Store Van) nell'impianto cataforesi.

I vantaggi del processo di elettrodeposizione sono:

- il film ha ottima aderenza ai pezzi e doti di resistenza alla corrosione;
- strato verniciatura uniforme, lo spessore è poco variabile, anche nelle zone più nascoste;
- la resa dei prodotti è molto elevata essendo la perdita < 10%.

Gli svantaggi sono:

- si possono solo verniciare pezzi in materiale conduttivo;
- si può applicare solo una mano di vernice, la prima del ciclo di verniciatura;
- complessa la gestione degli impianti, serve sempre personale altamente specializzato per la conduzione;
- il cambio colore richiede lo svuotamento, la pulizia, un nuovo riempimento, avviamento e messa a punto dell'impianto (motivo per il quale in Fami ci sono tre vasche differenti);
- non si possono realizzare tinte metallizzate

(www.visaimpanti.it)

Impianto a polvere. Attraverso questo impianto è possibile soddisfare la richiesta di tutti i colori della cartella RAL; il processo è analogo ai precedenti con la sola differenza della fase di verniciatura nella quale i pezzi entrano in cabina invece che essere immersi nelle vasche. Sono presenti due cabine di verniciatura, entrambe semi-automatiche: la più avanzata è la cabina Wagner, la quale permette l'utilizzo di tutti i colori della cartella RAL e cambi colori veloci in meno di venti minuti; l'altra invece viene utilizzata con il solo colore RAL 5012 (il colore con consumi più elevati) durante i cambi colore della cabina Wagner così da non fermare mai l'impianto. Entrambe le cabine presentano pistole automatiche per la verniciatura affiancate a operatori che verniciano manualmente.



Figura 39, cabina verniciatura polvere, documentazione aziendale

Impianto a liquido. Consiste in una cabina da carrozziere. In Fami questa tipologia di verniciatura non viene utilizzata per la produzione giornaliera, bensì per:

- commesse speciali che richiedono colori metallizzati, non appartenenti alla cartella RAL e che richiedono una qualità maggiore;
- articoli di grandi dimensioni (un esempio sono le benne ribaltabili o vasche di raccolta da oltre 1000 litri);
- pezzi già verniciati ma che devono essere ritoccati/riverniciati perché presentano non conformità.

Agli articoli presenti in distinta vengono assegnati i diversi cicli di lavorazione in base al colore, in base alle dimensioni (un articolo RAL 5012 di grandi dimensioni non potrà essere verniciato tramite

anaforesi) e in base alla convenienza economica dettata dal costo impianto e dalla quantità da produrre; verrà quindi scelto l'impianto che riduce il costo unitario di verniciatura.

CAPITOLO 5

IL COST DEPLOYMENT APPLICATO AL CASO FAMI S.P.A.

In questo quinto capitolo comincia la trattazione dell'esperienza svolta in Fami S.p.A. In particolare, verrà approfondito il pilastro del cost deployment nella sua applicazione in azienda, come sono stati raccolti i dati, analizzati e come sono stati implementati gli aspetti fondamentali di uno dei principali pilastri della metodologia del WCM.

5.1 Metodologia del cost deployment applicata al reparto verniciatura di Fami

Il pilastro del Cost Deployment all'interno della metodologia del WCM ricopre sicuramente un ruolo fondamentale, grazie al quale si riesce, oltre ad individuare le singole perdite, anche ad attribuire ad ognuna un costo specifico, così da indirizzare gli sforzi laddove risultano esserci perdite economiche importanti.

Il Cost Deployment è un metodo scientifico e strutturato e si pone l'obiettivo di individuare le perdite, quantificarle ed elaborare un piano di azione per la loro riduzione.

È un metodo che consente di rendere identificabili in termini di riduzione dei costi e benefici monetari i risultati ottenuti con degli specifici interventi di miglioramento (Amadio, 2017).

La metodologia prevede l'implementazione di processi di miglioramento a partire dalla Model Area per poi, tramite un processo di prioritizzazione, espandere l'analisi a tutti i Plant dello stabilimento.

In questa tesi verrà trattata solamente l'analisi relativa al reparto verniciatura, individuata dall'azienda come model area su cui condurre l'analisi delle perdite, in particolare verranno applicati tutti e 7 gli steps della metodologia del WCM e verranno sviluppate le rispettive matrici (eccetto per le matrici F e G dello step 7).

Ogni fase, dal secondo step fino all'ultimo è accompagnata da una matrice. Ognuna ha un compito e un obiettivo ben specifico e sono tra di loro collegate a cascata, con ogni matrice che riceve in input

dati dalla precedente. Questo consente di poter condurre un'analisi strutturata ma al contrario richiede un'attenta analisi fin dal primo passo poiché un'errata valutazione potrebbe ripercuotersi fino all'ultimo step. Svolgono oltretutto anche un ruolo di visual management, poiché tramite l'utilizzo di colorazioni permettono di raffigurare il loro contenuto in maniera chiara ed intuitiva a tutto il personale.

Attraverso il pillar del Cost deployment si stabilisce un programma a 360° di riduzione dei costi in maniera scientifica attraverso una stretta relazione tra l'area finanziaria e le altre funzioni dell'azienda. I punti chiave dell'applicazione del cost deployment sono (Mroz, 2020):

- Comprendere la relazione tra i fattori di costo e il processo che li genera;
- Trovare la connessione tra riduzione delle perdite e la corrispondente riduzione di costo;
- Prioritizzare i piani di riduzione in base al rapporto benefici/costi;
- Monitorare in modo continuo l'avanzamento e i risultati ottenuti nei progetti di miglioramento.

I sette steps elencati nel paragrafo precedente applicati al in esame possono essere suddivisi in due tappe distinte

1. La prima fa riferimento ad un percorso di conoscenza, durante la quale il focus è stato sull'individuazione delle perdite, la comprensione dei costi ad esse associate e la loro successiva valorizzazione. Questa prima tappa comprende i 4 steps iniziali ed è stata oggetto di un ciclo PDCA ad accrescere la conoscenza dei processi principali e le attività principali che li compongono.
2. Nella seconda tappa, che raggruppa gli ultimi tre steps, sono stati definiti: il programma dei progetti di miglioramento, l'assegnazione di priorità di intervento e la valutazione dei risparmi economici.

5.2 Step 1: deployment dei costi, analisi della loro struttura e composizione

Il primo passo è stato quello di identificare i costi di trasformazione, che sono i costi che rappresentano il valore che l'impresa aggiunge ai fattori produttivi per ottenere il prodotto destinato al cliente. Questo non significa considerare tutte le voci di costo interne della fabbrica. Yamashina distingue 4 diverse categorie di costi (Yamashina, 1999) che sono state riprese ed applicate al caso del reparto di verniciatura:

- Costi di manodopera, salari, stipendi e premi del personale coinvolto. Possono essere diretti e indiretti.
- Costi di impianto, fanno riferimento alle quote di ammortamento dell'impianto, spese di manutenzione ecc.
- Costi di materiali, tutti i costi dei materiali, sia diretti che indiretti, utilizzati per il processo di trasformazione.
- Costi di energia, energia elettrica, gas, aria compressa ecc.

Il passo successivo nella metodologia del Cost Deployment è stato quello di identificare il cosiddetto perimetro World Class, ovvero quella parte dei costi di trasformazione, che potevano essere direttamente ridotti tramite l'implementazione di progetti Kaizen. La parte rimanente, i costi fuori dal perimetro, raggruppano tutte le voci di costo che nessun Kaizen può attaccare direttamente (ammortamenti, costi di ricerca e sviluppo, assicurazioni ecc.).

Le figure 26 e 27 evidenziano la ripartizione dei costi attaccabili all'interno del reparto verniciatura in Fami. Come si nota, fatta eccezione per la voce materiali, i costi delle categorie manodopera, impianti ed energia risultano ripartiti equamente.

Su questo punto sono doverose alcune precisazioni riguardo al calcolo dei costi di perimetro individuati:

1. Nel calcolo dei costi di perimetro relativi alla manodopera non è stata fatta la suddivisione in manodopera diretta e indiretta.
2. Per quanto riguarda i costi dell'energia sono stati aggregati i costi dell'energia elettrica e del gas utilizzati dal reparto di verniciatura e sono state fatte alcune stime poiché non è stato possibile rivarcare il dato esatto da imputare alla sola area di verniciatura in quanto nel capannone sono presenti molteplici aree in comune con altri reparti e in azienda al momento

dello svolgimento del progetto non erano presenti strumenti in grado di evidenziare i consumi per i singoli reparti all'interno dello stesso capannone.

3. I costi sono stati ripartiti nei 3 diversi impianti considerando come base di ripartizione: le ore di utilizzo dell'impianto nell'anno 2021 per i costi di impianto (1380 h per anaforesi, 1785 h per cataforesi e 2093 h per polvere) e per i costi di energia, il numero medio di operatori addetti ai vari impianti per quanto riguarda le ore di manodopera.
4. Infine, per quanto riguarda i materiali sono stati riportati i valori registrati nei documenti utilizzati dal capo reparto (comprendenti vernici, solventi e materiali ausiliari da utilizzare nelle vasche di verniciatura).

Tabella 7, Costi verniciatura 2021, elaborazione dati aziendali

	COSTO TOTALE 2021	ANAFORESI	CATAFORESI	POLVERE
IMPIANTO	1.655.188,02 €	424.941,18 €	548.860,89 €	681.385,95 €
MDO	1.735.505,66 €	520.651,70 €	636.352,08 €	578.501,89 €
ENERGIA	1.689.831,00 €	443.580,64 €	573.697,62 €	672.552,74 €
MATERIALI	908.927,42 €	197.908,86 €	431.491,79 €	279.526,77 €
TOTALE	5.989.452,10 €	1.587.082,38 €	2.190.402,38 €	2.211.967,35 €

Come si nota dalla tabella 4 l'impianto a Polvere ha presentato nel 2021 dei costi di trasformazione maggiori rispetto agli altri due impianti; questo è dovuto soprattutto alle ore di manodopera imputate all'impianto e ai costi di mantenimento e di funzionamento, caratteristici dell'impianto, più elevati. Considerando invece l'intero reparto di verniciatura, i costi di trasformazione nel corso del 2021 sono stati così ripartiti:

Ripartizione costi di trasformazione

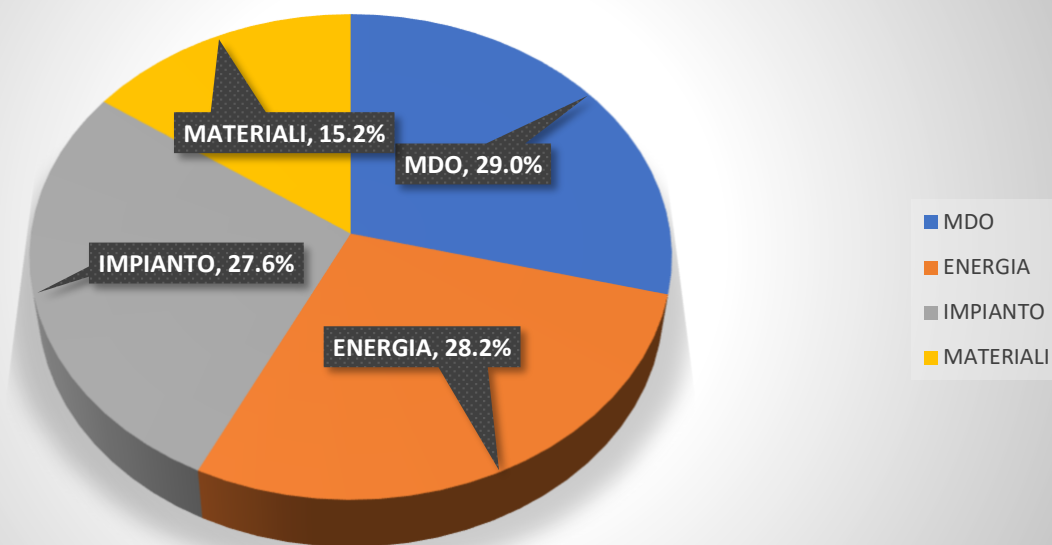


Figura 40 ripartizione costi di verniciatura in Fami, elaborazione dati interni

Esclusi i costi per i materiali, l'impatto delle altre tre voci risulta pressoché identico, attorno al 28%. Una volta identificati i costi di trasformazione del reparto verniciatura l'azione successiva è stata quella di evidenziare la parte dei costi che risultava attaccabile e sul quale si potevano ottenere delle riduzioni. Nel caso in esame i costi individuati sono così ripartiti: un 61% circa dei costi rappresenta il perimetro World Class mentre il restante 39% rappresenta quella parte dei costi che non possono essere attaccati (costi di ammortamento, assicurazioni e costi di ricerca e sviluppo).

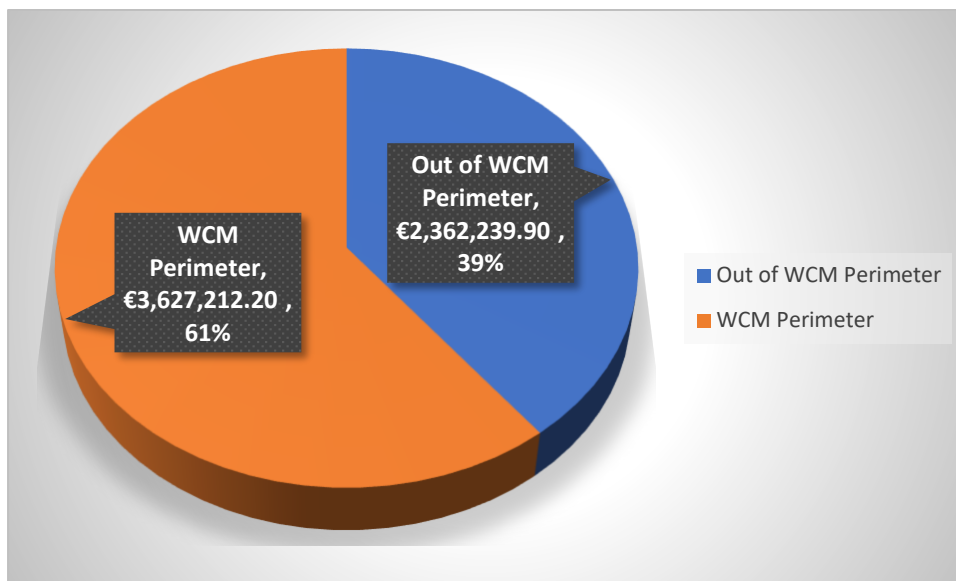


Figura 41, ripartizione costi di perimetro, elaborazione dati interni

A questo punto nella metodologia del WCM risulta fondamentale porsi un obiettivo target di riduzione dei costi da raggiungere tramite l'implementazione di progetti di miglioramento. L'obiettivo viene posto in termini % sui costi del perimetro. Tuttavia, in Fami si è deciso di fissare come soglia di riduzione dei costi un range compreso tra l'8 e il 10% dei costi individuati tramite le successive matrici e non sull'intero ammontare dei costi del WCM perimeter.

5.3 Step 2: identificazione delle perdite e degli sprechi, A-Matrix

La metodologia prevede a questo punto di procedere con l'identificazione delle singole perdite così da poterle classificare nelle diverse tipologie. Secondo Yamashina, è possibile identificare 18 categorie di perdite, ciascuna riconducibile a 4 diverse tipologie di perdite: Macchina, uomo materiali ed energia (Yamashina, 1999). Tuttavia, in questa trattazione le categorie di perdite sono maggiori di 18 in quanto è stato necessario ampliare il numero per poter catalogarne alcune e adattare così il processo al caso Fami. Il processo di identificazione delle perdite nel reparto di verniciatura si è svolto in due differenti modi:

1. **Analisi qualitativa.** L'esperienza e la conoscenza, maturate durante gli anni, del responsabile di reparto di verniciatura e del direttore operations sono risultate fondamentali per poter focalizzare gli sforzi su alcuni processi all'interno del reparto sul quale condurre un'analisi delle perdite.
2. **Analisi quantitativa.** Una volta identificate e classificate le perdite sono state quantificate in termini economici per comprenderne l'impatto sui costi.

Le 4 tipologie di perdite applicate al reparto verniciatura fanno riferimento a:

Macchine: sono perdite strettamente legate ai macchinari responsabili della produzione nel reparto, in questo caso agli impianti di verniciatura (anaforesi, cataforesi e polvere); sono perdite dovute a guasti, micro-fermate e set up. Come evidenziato sono tutte perdite collegate all'impianto di verniciatura, nel caso in esame sono state suddivise in 5 categorie: fermi impianto, conduzione, qualità, gestione e rallentamenti.

Nel caso specifico le perdite individuate sono:

- Fermo impianti: in questa categoria ricadono i fermi impianto dovuti a guasti;
- Conduzione: sono tutte perdite che fanno riferimento all'efficienza dell'impianto, nel caso specifico sono state raggruppate una serie di perdite che comportano una perdita di ganci o una perdita di ore uomo;
- Qualità: sono gli scarti riconducibili al processo di verniciatura, ovvero pezzi che necessitano di essere rilavorati perché in uscita dall'impianto presentano dei difetti;
- Gestione: tutto quello che riguarda la gestione dell'impianto, come turnazioni, eventuali chiusure per assenteismo, la gestione del materiale in entrata ecc.
- Rallentamenti: queste perdite si riferiscono a rallentamenti e microfermate, che rallentano il ritmo di produzione ideale dell'impianto.

Uomo: le perdite di questa tipologia fanno tutte riferimento a inefficienze dovute alla manodopera, causate da distrazioni, inesperienza errori ecc.

In questo caso vengono suddivise in perdite relative a:

- manodopera diretta: lavoratori direttamente impiegati nel processo di verniciatura, in particolare nelle azioni di carico e scarico pezzi e verniciatura;
- manodopera indiretta: lavoratori che non partecipano direttamente al processo di verniciatura ma che contribuiscono in qualche modo a creare perdite che si ripercuotono nei processi del reparto, è il caso di manutentori e carrellisti;
- training: tutte quelle perdite che derivano da mancato training all'operatore, quindi mancata conoscenza dei processi e delle azioni necessarie che causano successivamente ritardi, scarti e altri sprechi.

Materiali: questa tipologia di perdite fa riferimento a tutte quelle perdite causate dai materiali necessari durante la produzione,

Le perdite individuate fanno riferimento a:

- Qualità: scarti e rilavorazioni degli articoli verniciati vengono causati da alcune caratteristiche dei semilavorati in ingresso (articoli grezzi), come per esempio bassa qualità della lamiera, lavorazione non ottimale, presenza di gocce di olio ecc;
- Utilizzo: i materiali utilizzati nel processo non vengono utilizzati nella maniera e nella quantità adeguata, è il caso delle vernici e dei solventi necessari nelle vasche di verniciatura e nell'impianto a polvere;
- Gestione: perdite relative alla gestione dei materiali, ritardi nell'approvvigionamento, allo spazio occupato, ad un elevato tempo di giacenza e ad informazioni mancanti relative sia ai materiali in ingresso sia ai materiali ausiliari che causano ritardi di produzione, avanzamenti della produzione errata.

Energia: Sono perdite dovute a gestioni inefficienti degli impianti, evidenziano perdite di energia, di calore oppure alti consumi.

Le perdite evidenziate fanno riferimenti a perdite di fluidi, in particolare solventi che non vengono utilizzati e bruciatori e forni degli impianti che rispettivamente utilizzano troppo gas e non trattengono adeguatamente il calore. Le perdite evidenziate in precedenza vengono raccolte insieme nella matrice caratteristica del secondo step, ovvero la *A-Matrix* (o matrice perdite/ processi), la tabella 5 rappresenta la matrice nel caso in esame.

Tabella 8, Matrice A, elaborazione dati

REPARTO VERNICIATURA								PERDITA
MATRICE A: RILEVAZIONE PERDITE				IMPIANTI			3	RILEVANTE
							2	SIGNIFICATIVA
							1	MODESTA
N.	TIPOLOGIA	CATEGORIA	PERDITA	ANAFORES	CATAFORES	POLVERE	C=CAUSALE R=RISULTANTE	
1	MACCHINE	FERMO IMPIANTI	GUASTI			1	C	
2		CONDUZIONE	OTTIMIZZAZIONE GANCI	3	1	1	C	
3			CAMBIO COLORE	1		1	C/R	
4			GANCI NON CONFORMI	2	1		C/R	
5			ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	2	2		C/R	
6		QUALITA'	SCARTI	1	1		C	
7			RILAVORAZIONI	3	2		C/R	
8		GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	1	1	1	C/R	
9			CHIUSURA IMPIANTO	3	3		C/R	
10			RIEMPIMENTO LINEA	2	1		C/R	
11		RALLENTAMENTI	MICROFERMATE	2	1	2	R	
12			RALLENTAMENTI	3	2	2	C/R	
13	UOMO	DIRETTA	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	1	1	1	C	
14			MANODOPERA	1	1	2	R	
15			ASSENTEISMO	1	1	1	C	
16			SATURAZIONE LINEA	2	1		C/R	
17		INDIRETTA	MATERIAL HANDLING		1		C/R	
18			MANUTENZIONE				R	
19			MANCATO CONTROLLO QUALITA'	1	1	1	R	
20		TRAINING	CONOSCENZA/ADDESTRAMENTO	1	1	1	C	
21	MATERIALI	QUALITA'	SCARTI				C/R	
22			RILAVORAZIONI	1	1	1	C/R	
23		UTILIZZO	SOLVENTI				R	
24			VERNICI			2	R	
25			ALTRI MATERIALI AUSILIARI				R	
26		GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO				C/R	
27			SPAZIO	1	1	1	C	
28			INFORMAZIONI MANCANTI	1	1	1	C	
29			TEMPO DI GIACENZA	1	1	1	C	
30	ENERGIA	FLUIDI	PERDITA SOLVENTI				R	
31		CALORE	AVVIAMENTO BRUCIATORI	3	3		C	
32			FORNO	1	1		R	

La matrice riporta nelle righe le diverse perdite identificate, suddivise nelle diverse categorie e tipologie, ciascuna catalogata come perdita causale o risultante (ultima colonna della matrice). Si ricorda che una perdita causale fa riferimento a perdite che sono direttamente attaccabili e possono essere la fonte di successive perdite denominate risultanti, le perdite risultanti invece sono perdite di impianto, manodopera causate da una perdita causale. Nelle colonne vengono riportati i diversi impianti in cui sono state individuate le perdite, nel caso preso in esame si è deciso di catalogarle per tre diversi impianti di verniciatura; risulta quindi fondamentale la corretta compilazione per poter allocare le perdite nei relativi processi in cui si creano. L'intersezione tra righe (perdite) e colonne (processi) identifica l'ubicazione e l'intensità della perdita. L'impatto viene raffigurato tramite un numero e un colore così da poterle differenziare velocemente anche a colpo d'occhio, nel caso del reparto di verniciatura di Fami le perdite sono state catalogate con un impatto da 3 a 0 e evidenziate con un colore:

- Rosso impatto 3: perdita rilevante
- Arancione impatto 2: perdita significativa
- Giallo impatto 1: perdita modesta
- Bianco impatto 0: nessun impatto

Per la compilazione della matrice il primo passo è stato quello di individuare le perdite presenti nel reparto e catalogarle prima per tipologia e poi per categoria.

Il processo di individuazione delle perdite si è svolto nel seguente modo:

1. Tramite l'osservazione diretta dei processi nel reparto di verniciatura; azione questa che veniva svolta quotidianamente presenziando gli impianti di verniciatura.
2. Tramite delle "Waste Walk", ovvero "camminate attraverso il reparto" in presenza del responsabile operations e del responsabile di verniciatura con l'obiettivo di individuare delle perdite a colpo d'occhio per poi, successivamente, approfondirle.

La sola individuazione delle perdite però non basta per poter giustificare azioni volte al miglioramento del processo preso in esame. È proprio qui che si notano le maggiori differenze con la Lean Production e le peculiarità caratteristiche di un metodo come il WCM, ovvero la valorizzazione delle perdite individuate. Durante questa fase, considerando una perdita alla volta, sono state quantificate le perdite in termini di ore perse e ganci vuoti (utilizzati nei vari impianti per agganciare

gli articoli che poi devono essere verniciati) così da poter associare ad ogni perdita un valore quantitativo.

I dati raccolti per la valorizzazione delle perdite derivano da:

- Schede di produzione, dei documenti cartacei compilati dai singoli operatori quotidianamente. In queste schede vengono segnati le ore lavorate, le ore effettive di produzione, le ore di fermo, i ganci utilizzati in un giorno e altri indicatori significativi per la produzione. Successivamente questi documenti vengono sintetizzati ed elaborati al computer così da ottenere un riassunto circa l'andamento dell'efficienza dell'impianto giorno per giorno. Al momento questa procedura, nella sua interezza, viene utilizzata solamente nell'impianto a polvere poiché sono presenti strumenti che permettono la lettura degli indicatori sopra citati. Negli impianti ad elettroforesi vengono raccolte solamente le ore produttive giornaliere.
- Dati storici presenti sul sistema gestionale dell'azienda: dati relativi alle produzioni, presenti passate e future, articoli prodotti, quantità ecc.
- Raccolta diretta: a bordo linea vengono raccolti tempi di produzione, fermi, attività a non valore aggiunto ecc. che non sono presenti né nelle schede di produzione né nel gestionale aziendale.

L'ultimo passo è stato quello di assegnare ad ogni perdita un valore all'impatto sul processo produttivo tramite l'assegnazione di un punteggio da 0 a 3, deciso da un team composto da: responsabile operations, responsabile del reparto verniciatura e controller.

Con la stesura di questa prima matrice si ha una prima rappresentazione generale delle perdite presenti nel reparto e nei differenti impianti di produzione. Tuttavia, il punto debole di questa matrice è il fatto che non si riesce a identificare il legame tra le diverse perdite, punto focale invece del successivo step. Infatti, con la sola A-Matrix non si è in grado di classificare le perdite e di poter implementare un piano d'azione. Un secondo punto debole è la soggettività con cui, in un primo momento vengono valutate le perdite; tuttavia, lo scopo di questa matrice non è prioritizzare le perdite e nemmeno quello di selezionare le perdite sul quale implementare piani di miglioramento; per questo motivo risulta necessario approfondire il legame tra le perdite, le loro cause e il loro impatto economico.

5.4 Identificazione delle relazioni tra le perdite casuali e le perdite risultanti, B-Matrix

Dopo aver classificato e valutato qualitativamente le perdite nella A-Matrix, il passo successivo è stato quello di identificare i possibili legami tra le diverse perdite. Per fare ciò si è fatto ricorso alla seconda matrice caratteristica del Cost Deployment, la B-Matrix o matrice perdite causali/perdite risultanti. In questa matrice sono state raggruppate tutte le perdite identificate nella precedente ponendo le perdite classificate come causali nelle righe della matrice, e quelle risultanti nelle colonne. A questo punto, nell'intersezione tra righe e colonne si evidenziano i legami tra le perdite. Questo fa sì che per le perdite risultanti si evidenzia la perdita causale che l'ha generata. Le correlazioni tra le perdite causali e le perdite risultanti sono state individuate applicando dei semplici ma efficaci strumenti:

Diagramma di Ishikawa (o diagramma a lisca di pesce): questo strumento permette di evidenziare le cause di effetti indesiderati. È uno schema gestionale che deriva dal Toyota Production System, esso definisce 4 categorie diverse come possibili cause, le 4M, che rappresentano un acronimo derivante dai corrispondenti termini inglesi: Man (uomini), Materials (materiali), Machine (macchine) e Methods (metodi). La rappresentazione grafica assume la forma di una lisca di pesce, da cui il nome. L'idea di fondo è, dato un certo problema/effetto, indicare sui rami del diagramma quali potrebbero essere le possibili cause che l'hanno generato. Per ogni categoria bisogna domandarsi 4 volte il perché in modo tale da andare a fondo del problema e non fermarsi in superficie, questo per evitare che si possa ripresentare in futuro (Panizzolo, 2021). In figura 13 viene rappresentato il diagramma relativo alla perdita risultante "efficienza bassa": dall'analisi si vede come una delle perdite causali imputabile alla "macchina" è l'obsolescenza dell'impianto che nel tempo ha perso performance e non riesce più a sostenere il peso dichiarato da nuovo, oppure per quanto riguarda i metodi la mancanza di procedure standardizzate per lo studio del ciclo produttivo in caso di sviluppo nuovi prodotti.

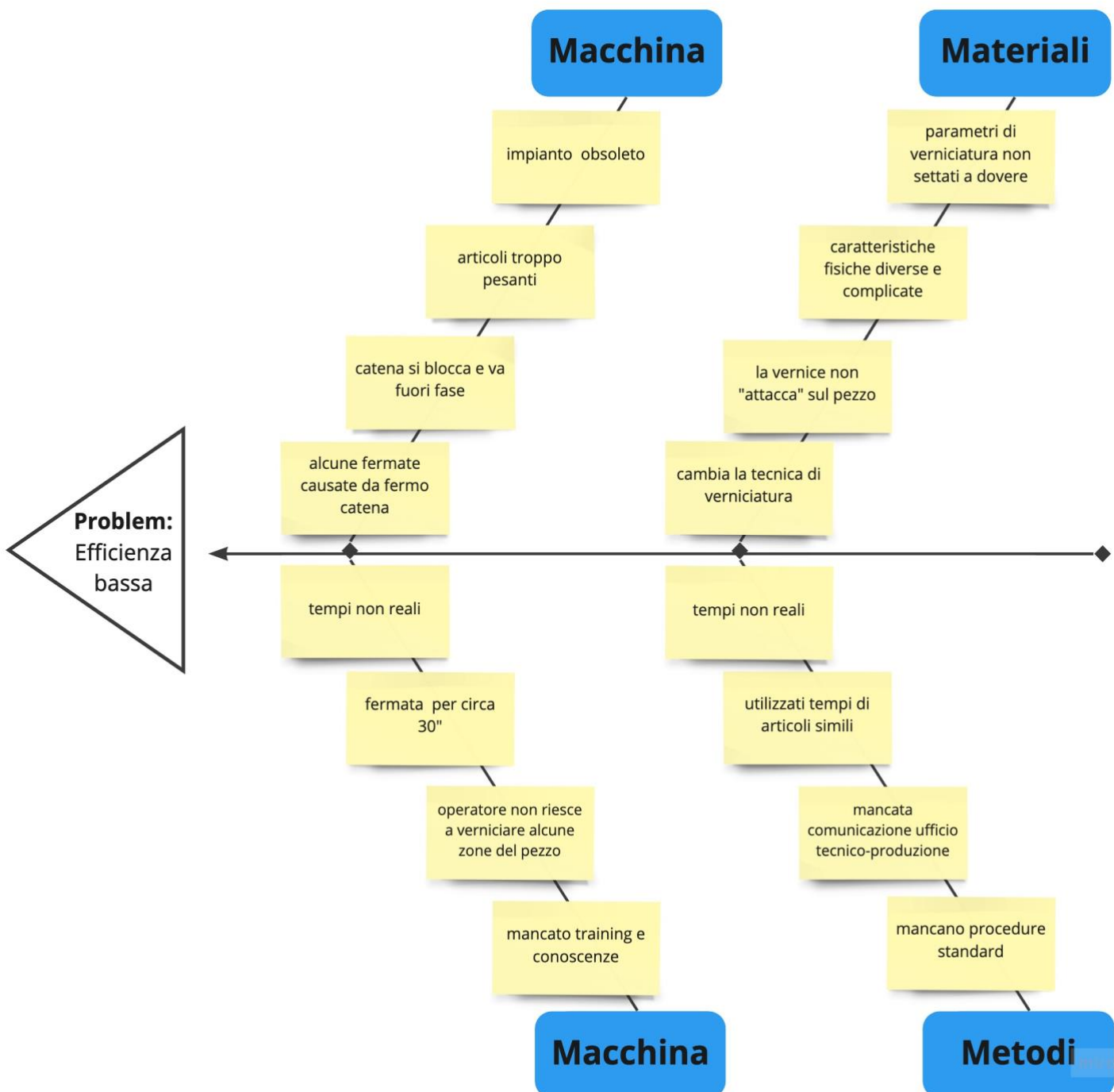


Figura 42, Diagramma Ishikawa, elaborazione dati

Metodo Kipling o 5W + 1H: tecnica che permette di eseguire delle analisi di tipo logico; come per il diagramma di Ishikawa l'obiettivo è arrivare alla causa radice che genera il problema. Le 5W e 1H indicano:

- Who (chi): chi svolge l'attività abitualmente? chi dovrebbe farla?
- What (che cosa): cosa prevede l'attività? Quali macchinari/prodotti sono coinvolti?
- Where (dove): dove si è verificato il problema? Dove viene svolta l'attività?
- When (quando): quando si è verificato il problema? Dove si svolge l'attività?
- Why (perché): Perché viene svolta questa attività? Perché si è verificato il problema?
- How (come): Come si è verificato il problema? Come viene svolta l'attività?

Ponendosi queste domande si riesce a comprendere più a fondo il problema.

5 Perché: tecnica che permette di individuare le relazioni causa-effetto, per poter individuare la causa radice di un problema bisogna chiedersi ripetutamente 5 volte perché. Tramite questa metodologia ci si focalizza su diversi aspetti:

- Aumentare il grado di dettaglio dell'analisi,
- Analizzare nel dettaglio le cause radici,
- Focalizzare gli sforzi di miglioramento per eliminare le cause radici.

Grazie a questi strumenti si è potuto comprendere come diverse perdite, anche se apparentemente “distanti” tra loro invece erano strettamente dipendenti.

Le successive figure rappresentano le B-Matrix completate, nel caso in esame sono state proposte tre diverse matrici, una per ognuno dei tre impianti di verniciatura (anaforesi, cataforesi e polvere).

Le perdite, a livello di categoria, tipologia e denominazione nelle matrici sono rimaste le stesse in tutti gli impianti analizzati, ciò che è cambiato sono state le modalità di manifestazione, le cause e i vari legami esistenti.

ANAFORESIS			MACCHINE								UOMO					MATERIALI						ENERGIA	
			CAMBIO COLORE	GANCI NON CONFORMI	ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	CHIUSURA IMPIANTO	RIEMPIMENTO LINEA	RALLENTAMENTI	MICROFERMATE	RILAVORAZIONI	MANODOPERA	SATURAZIONE LINEA	MATERIAL HANDLING	MANUTENZIONE	MANCATO CONTR. QUALITA'	SCARTI	RILAVORAZIONE	SOLVENTI	VERNICI	ALTRI MATERIALI AUSILIARI	APROVVIGIONAMENTO	PERDITA SOLVENTI
TIPOLOGIA	CATEGORIA	PERDITA CAUSALE																					
MACCHINE	FERMO IMPIANTI	GUASTI					X				X	X							X				X
	CONDUZIONE	OTTIMIZZAZIONE GANCI		X	X			X			X		X										
		CAMBIO COLORE	X					X			X												
		GANCI NON CONFORMI		X	X			X	X		X	X	X										
		ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)			X						X												
	QUALITA'	SCARTI									X							X	X				
		RILAVORAZIONI								X	X							X	X				
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	X			X		X	X	X		X											
		RIEMPIMENTO LINEA						X				X											
		CHIUSURA IMPIANTO					X												X	X	X		X
RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI							X	X		X												
UOMO	DIRETTA	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO									X				X								
		ASSENTEISMO					X		X	X													
		SATURAZIONE LINEA						X				X											
	INDIRETTA	MATERIAL HANDLING	X			X																	
	TRAINING	CONOSCENZA/ADDESTRAMENTO	X					X	X			X	X	X		X							
MATERIALI	QUALITA'	SCARTI														X							
		RILAVORAZIONI															X						
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO			X																X		
		SPAZIO				X																	
		INFORMAZIONI MANCANTI	X		X	X		X	X	X			X								X		
		TEMPO DI GIACENZA															X	X					
ENERGIA	PERDITA CALORE	AVVIAMENTO BRUCIATORI																				X	

CATAFORESI			MACCHINE								UOMO					MATERIALI					ENERGIA			
			CAMBIO COLORE	GANCI NON CONFORMI	ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	CHIUSURA IMPIANTO	RIEMPIMENTO LINEA	RALLENTAMENTI	MICROFERMATE	RILAVORAZIONI	MANODOPERA	SATURAZIONE LINEA	MATERIAL HANDLING	MANUTENZIONE	MANCATO CONTR. QUALITA'	SCARTI	RILAVORAZIONE	SOLVENTI	VERNICI	ALTRI MATERIALI AUSILIARI	APPROVVIGIONAMENTO	PERDITA SOLVENTI	FORNO
TIPOLOGIA	CATEGORIA	PERDITA CAUSALE																						
MACCHINE	FERMO IMPIANTI	GUASTI					X			X	X								X				X	
	CONDUZIONE	OTTIMIZZAZIONE GANCI		X	X			X			X		X											
		CAMBIO COLORE	X					X			X													
		GANCI NON CONFORMI		X	X			X	X		X	X	X											
		ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)			X							X												
		QUALITA'	SCARTI									X							X	X				
	GESTIONE	RILAVORAZIONI									X	X							X	X				
		APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	X			X		X	X	X		X												
		RIEMPIMENTO LINEA						X				X												
		CHIUSURA IMPIANTO					X												X	X	X		X	X
RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI							X	X		X													
UOMO	DIRETTA	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO									X													
		ASSENTEISMO					X		X	X					X									
		SATURAZIONE LINEA						X				X												
	INDIRETTA	MATERIAL HANDLING	X			X																		
	TRAINING	CONOSCENZA/ADDESTRAMENTO	X					X	X			X	X	X		X								
MATERIALI	QUALITA'	SCARTI														X								
		RILAVORAZIONI															X							
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO			X																X			
		SPAZIO				X																		
		INFORMAZIONI MANCANTI	X		X	X		X	X	X				X								X		
		TEMPO DI GIACENZA															X	X						
ENERGIA	PERDITA CALORE	AVVIAMENTO BRUCIATORI																				X		

POLVERE			MACCHINE									UOMO					MATERIALI						ENERGIA	
			CAMBIO COLORE	GANCI NON CONFORMI	ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	CHIUSURA IMPIANTO	RIEMPIMENTO LINEA	RALLENTAMENTI	MICROFERMATE	RILAVORAZIONI	MANODOPERA	SATURAZIONE LINEA	MATERIAL HANDLING	MANUTENZIONE	MANCATO CONTR. QUALITA '	SCARTI	RILAVORAZIONE	SOLVENTI	VERNICI	ALTRI MATERIALI AUSILIARI	APROVVIGIONAMENTO	PERDITA SOLVENTI	FORNO
TIPOLOGIA	CATEGORIA	PERDITA CAUSALE																						
MACCHINE	FERMO IMPIANTI	GUASTI					X				X	X							X				X	
	CONDUZIONE	OTTIMIZZAZIONE GANCI			X			X																
		CAMBIO COLORE	X							X														
		GANCI NON CONFORMI		X						X	X													
		ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)			X																			
	QUALITA '	SCARTI									X							X	X					
		RILAVORAZIONI								X	X							X	X					
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	X			X		X	X	X		X												
		RIEMPIMENTO LINEA						X																
		CHIUSURA IMPIANTO					X												X	X	X		X	X
	RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI							X	X		X												
UOMO	DIRETTA	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO									X													
		ASSENTEISMO					X		X	X														
		SATURAZIONE LINEA						X				X												
	INDIRETTA	MATERIAL HANDLING	X			X																		
	TRAINING	CONOSCENZA/ADDESTRAMENTO	X					X	X			X	X	X										
MATERIALI	QUALITA '	SCARTI														X								
		RILAVORAZIONI															X							
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO			X																X			
		SPAZIO				X																		
		INFORMAZIONI MANCANTI	X		X	X		X	X	X				X								X		
		TEMPO DI GIACENZA															X	X						
ENERGIA	PERDITA CALORE	AVVIAMENTO BRUCIATORI																					X	

Come per la A-Matrix anche questa matrice non fornisce nessuna stima quantitativa ma solamente qualitativa. In particolare, risulta utile per comprendere, anche a livello visivo, quali sono le perdite causali che hanno generato maggiori perdite risultanti. Come esempio, presa la perdita causale relativa all'impianto di verniciatura anaforesi "Ganci non conformi", si vede come da essa si sviluppa una serie di perdite risultanti che non sono attaccabili direttamente, a meno che non si agisca direttamente sulla causa che ha generato la perdita, di conseguenza anche le perdite risultanti vedranno diminuire il loro impatto.

5.5 Trasformazione delle perdite in termini economici, C-Matrix

La matrice che sviluppata in questo step rappresenta il punto focale della metodologia del World Class Manufacturing.

Completate le precedenti due matrici con un'analisi qualitativa delle perdite e un'analisi dei legami tra perdite causali e perdite risultanti nel quarto step del pillar Cost Deployment si passa alla quantificazione in termini monetari delle perdite individuate, si costruisce quindi la C-Matrix.

Questa matrice prende in input nelle righe tutte le perdite causali classificate in precedenza, mentre colloca nelle colonne i diversi fattori di costo; nel caso in esame sono stati identificati: costo della manodopera diretta e indiretta, costo impianto, costo gancio, costo energia e costo gas. Il calcolo prevede la traduzione dei valori assegnati alle perdite (per esempio ore fermo macchina, ore perse di manodopera, pezzi non conformi, ganci persi ecc.) in termini economici.

Prima di procedere sono doverosi alcuni chiarimenti riguardo la compilazione della C-Matrix del caso in esame:

1. Come per la precedente matrice, anche in questo caso sono state completate tre diverse matrici per ogni impianto, questo perché le perdite individuate, benché della stessa tipologia o categoria, sono attribuibili a differenti cause, date le diverse caratteristiche e impostazioni di lavoro dei tre diversi impianti risulta quindi necessario analizzarle e quantificarle in maniera distinta.

2. Il fattore “costo gancio” è stato preso in considerazione poiché al suo interno comprende sia un costo relativo all’impianto che un costo relativo alla manodopera; è stato calcolato considerando un giro completo del gancio all’interno nell’impianto di verniciatura (carico, lavaggio, verniciatura, asciugatura e scarico) e varia da impianto ad impianto. Questo si è reso necessario perché, in alcuni casi, le perdite sono state quantificate attraverso l’indicatore numero di ganci persi, ovvero dei ganci ai quali non veniva appeso nessun articolo. In particolare, il costo gancio è composto da due fattori: costo orario dell’intero impianto, costo orario della manodopera direttamente impiegata nell’impianto.
3. Per il fine del progetto non è stato possibile quantificare tutte le perdite riscontrate nelle precedenti matrici

Una volta riportate le perdite e identificati i diversi fattori di costo si procede con il calcolo del valore economico delle perdite; non è stato seguito un preciso ordine la quantificazione monetaria delle perdite. Ogni singola perdita è stata valutata va scomposta nelle diverse perdite relative ai diversi fattori di costo, l’ultima colonna ne rappresenta la somma finale. Ogni singola perdita è stata valutata considerando il contributo di diversi fattori di costo che hanno, per esempio il valore totale della perdita “guasto” nell’impianto a polvere è costituita sia da un valore riferito alla manodopera (operatori non svolgono attività mentre l’impianto è fermo) sia da un valore riferito all’impianto in quanto forni, lavaggi e cabine continuano a funzionare.

Per poter calcolare le perdite nell’arco temporale di un anno sono stati usati dei fattori moltiplicativi come le ore/turno e i turni totali in un anno nei diversi impianti (dati raccolti tramite le schede di produzione relative all’anno 2021).

Di seguito le tre matrici sviluppate nel progetto:

Tabella 9, C-Matrix impianto anaforesi, elaborazione dati

MATRICE C: RELAZIONE PERDITE CAUSALI/COSTI										
ANAFORESIS		h/gg:	7,5	€/ h	€/ h	€/ h	€/gancio	€/kWh	€/ m^3	TOTALE
		gg lavorativi 2021:	184	MDO DIRETTA	MDO INDIRETTA	IMPIANTO	GANCIO	ENERGIA	GAS	
		TIPOLOGIA	CATEGORIA	PERDITA CAUSALE		35,44	35,44	308,04	7,54	
MACCHINE	FERMO IMPIANTI	GUASTI								0,00 €
	CONDUZIONE	OTTIMIZZAZIONE GANCI					66.087,49 €			66.087,49 €
		CAMBIO COLORE					9.711,52 €			9.711,52 €
		GANCI NON CONFORMI		610,80 €		5.308,97 €				5.919,76 €
		ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)		794,83 €		6.908,58 €				7.703,42 €
		QUALITA'	SCARTI							
	RILAVORAZIONI					54.483,00 €			54.483,00 €	
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI								0,00 €
		RIEMPIMENTO LINEA					20.810,40 €			20.810,40 €
		CHIUSURA IMPIANTO								0,00 €
RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI					54.736,02 €			54.736,02 €	
UOMO	DIRETTA	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO								0,00 €
		ASSENTEISMO								0,00 €
		SATURAZIONE LINEA					3.604,12 €			3.604,12 €
	INDIRETTA	MATERIAL HANDLING								0,00 €
	TRAINING	CONOSCENZA/ADDESTRAMENTO								0,00 €
MATERIALI	QUALITA'	SCARTI								0,00 €
		RILAVORAZIONI DA GREZZO								0,00 €
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO								0,00 €
		SPAZIO								0,00 €
		INFORMAZIONI MANCANTI								0,00 €
		TEMPO DI GIACENZA								0,00 €
ENERGIA	PERDITA CALORE	AVVIAMENTO BRUCIATORI							47.692,80 €	47.692,80 €
			TOTALE	1.405,63 €	0,00 €	12.217,55 €	209.432,55 €	0,00 €	47.692,80 €	270.748,53 €

Tabella 10, C-Matrix impianto cataforesi, elaborazione dati

MATRICE C: RELAZIONE PERDITE CAUSALI/COSTI									
CATAFORESI		h/gg:	7,5	€/ h	€/ h	€/ h	€/gancio	€/kWh	€/ m^3
		gg lavorativi 2021:	238	MDO DIRETTA	MDO INDIRETTA	IMPIANTO	GANCIO	ENERGIA	GAS
TIPOLOGIA	CATEGORIA	PERDITA CAUSALE	35,44	35,44	307,04	7,54	0,39	1,2	TOTALE
MACCHINE	FERMO IMPIANTI	GUASTI							0,00 €
	CONDUZIONE	OTTIMIZZAZIONE GANCI			25.027,12 €				25.027,12 €
		CAMBIO COLORE							0,00 €
		GANCI NON CONFORMI							0,00 €
		ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	794,83 €		6.886,16 €				7.680,99 €
		SCARTI							0,00 €
	QUALITA'	RILAVORAZIONI				63.647,32 €			63.647,32 €
		APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI							0,00 €
	GESTIONE	RIEMPIMENTO LINEA				26.917,80 €			26.917,80 €
		CHIUSURA IMPIANTO							0,00 €
		RALLENTAMENTI				46.222,51 €			46.222,51 €
UOMO	DIRETTA	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO							0,00 €
		ASSENTEISMO							0,00 €
		SATURAZIONE LINEA							0,00 €
	INDIRETTA	MATERIAL HANDLING		6.689,33 €					6.689,33 €
	TRAINING	CONOSCENZA/ADDESTRAMENTO							0,00 €
MATERIALI	QUALITA'	SCARTI							0,00 €
		RILAVORAZIONI DA GREZZO							0,00 €
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO							0,00 €
		SPAZIO							0,00 €
		INFORMAZIONI MANCANTI							0,00 €
		TEMPO DI GIACENZA							0,00 €
ENERGIA	PERDITA CALORE	AVVIAMENTO BRUCIATORI						61.689,60 €	61.689,60 €
TOTALE			794,83 €	6.689,33 €	31.913,28 €	136.787,63 €	0,00 €	61.689,60 €	237.874,68 €

Tabella 11, C-Matrix impianto a polvere, elaborazione dati

MATRICE C: RELAZIONE PERDITE CAUSALI/COSTI											
POLVERE		h/gg	7,5		€/ h	€/ h	€/ h	€/gancio	€/kWh	€/ m^3	TOTALE
		TURNI lavorativi 2021	279		MDO DIRETTA	MDO INDIRETTA	IMPIANTO	GANCIO	ENERGIA	GAS	
TIPOLOGIA	CATEGORIA	PERDITA CAUSALE			35,44	35,44	326,1	27,94	0,39	1,2	
MACCHINE	FERMO IMPIANTI	GUASTI			7.679,85 €		7.066,59 €				14.746,44 €
	CONDUZIONE	OTTIMIZZAZIONE GANCI									0,00 €
		CAMBIO COLORE									0,00 €
		GANCI NON CONFORMI									0,00 €
		ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)									0,00 €
	QUALITA'	SCARTI									0,00 €
		RILAVORAZIONI									0,00 €
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI									0,00 €
		RIEMPIMENTO LINEA			11.865,31 €		18.196,38 €	11.597,60 €			41.659,29 €
CHIUSURA IMPIANTO									0,00 €		
	RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI						38.976,30 €			38.976,30 €
UOMO	DIRETTA	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO			55.540,71 €						55.540,71 €
		ASSENTEISMO									0,00 €
		SATURAZIONE LINEA									0,00 €
	INDIRETTA	MATERIAL HANDLING									0,00 €
	TRAINING	CONOSCENZA/ADDESTRAMENTO									0,00 €
MATERIALI	QUALITA'	SCARTI									0,00 €
		RILAVORAZIONI DA GREZZO									0,00 €
	GESTIONE	APPROVVIGIONAMENTO									0,00 €
		SPAZIO									0,00 €
		INFORMAZIONI MANCANTI			850,56 €						850,56 €
		TEMPO DI GIACENZA									0,00 €
ENERGIA	PERDITA CALORE	AVVIAMENTO BRUCIATORI									0,00 €
			TOTALE	75.936,43 €	0,00 €	25.262,97 €	50.573,90 €	0,00 €	0,00 €	151.773,29 €	

Dall'analisi della C-Matrix è stato possibile estrapolare una serie di dati utile per una prima valutazione complessiva sia del reparto in generale sia degli impianti presi singolarmente, come evidenziano i seguenti diagrammi di Pareto. Il diagramma di Pareto è un semplice ma efficace strumento che permette di rappresentare l'importanza delle differenze causate da un certo fenomeno. Si basa infatti sul noto Principio di Pareto secondo il quale, dato un certo fenomeno, circa il 20% delle cause provoca l'80% degli effetti. Sotto forma di grafico aiuta a stabilire quali sono i fattori che maggiormente influenzano un certo dato, funge quindi da strumento di analisi e di aiuto nei processi decisionali. Applicato al caso in esame è utile, data una certa categoria o tipologia di perdita, per comprendere quali sono i principali fattori che maggiormente influenzano le perdite presenti negli impianti in modo da agire su questi e non su altri che invece la influenzano di meno.

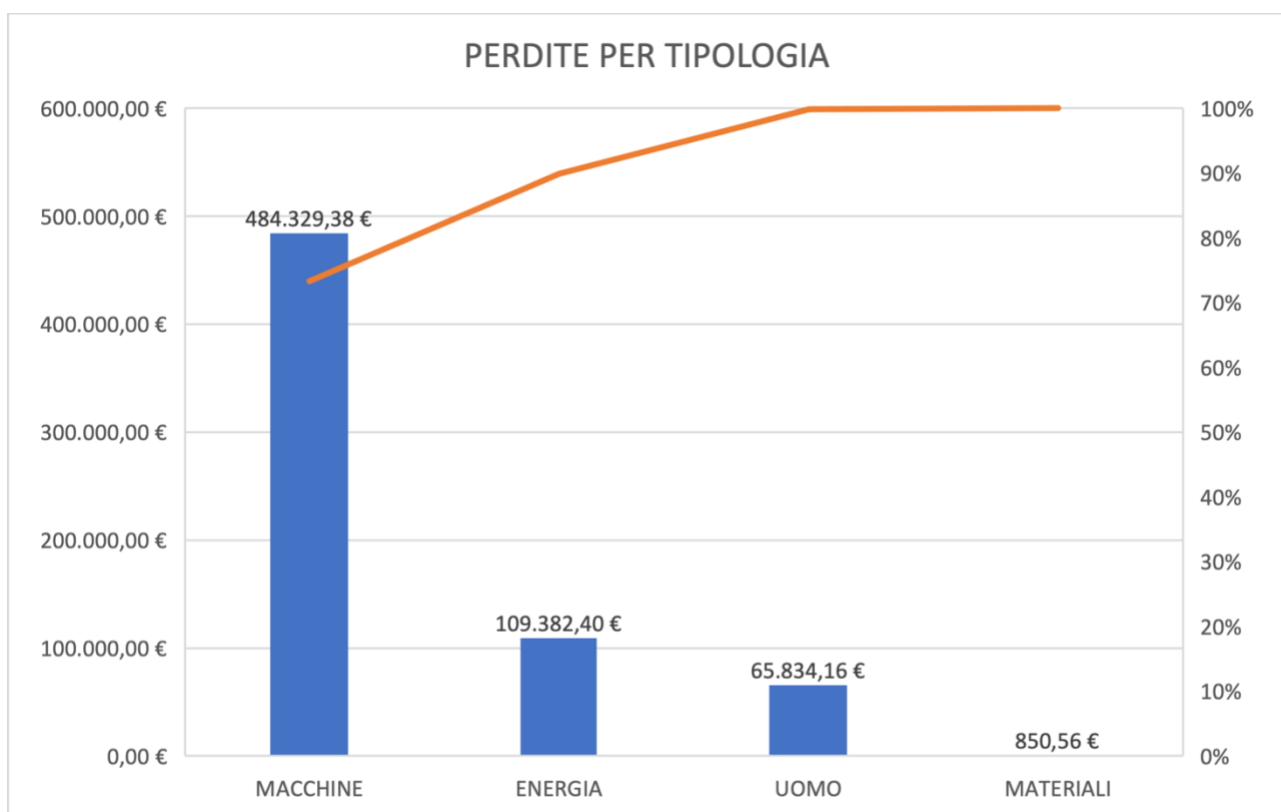


Figura 43, Diagramma di Pareto perdite per Tipologia

Dal diagramma di Pareto precedente si evidenzia come a livello globale di reparto, tra le perdite individuate, la tipologia di perdita che maggiormente incide sul totale è la tipologia denominata “Macchine” che rappresenta circa il 73% del totale. Tuttavia, risulta maggiormente significativo

valutare l'impatto sui singoli impianti di verniciatura per verificare come si ripartisce la perdita nei diversi impianti.

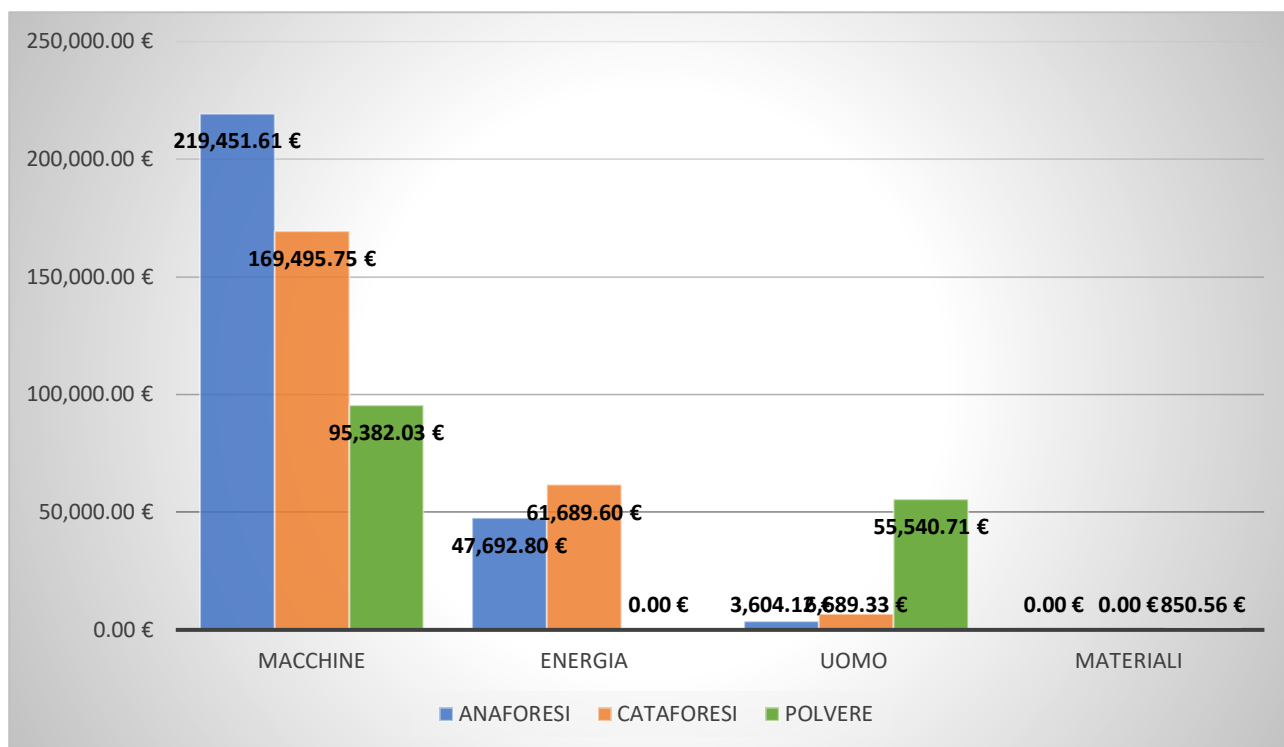


Figura 44 Distribuzione perdite

Di seguito le tipologie di perdite analizzate nei singoli impianti:

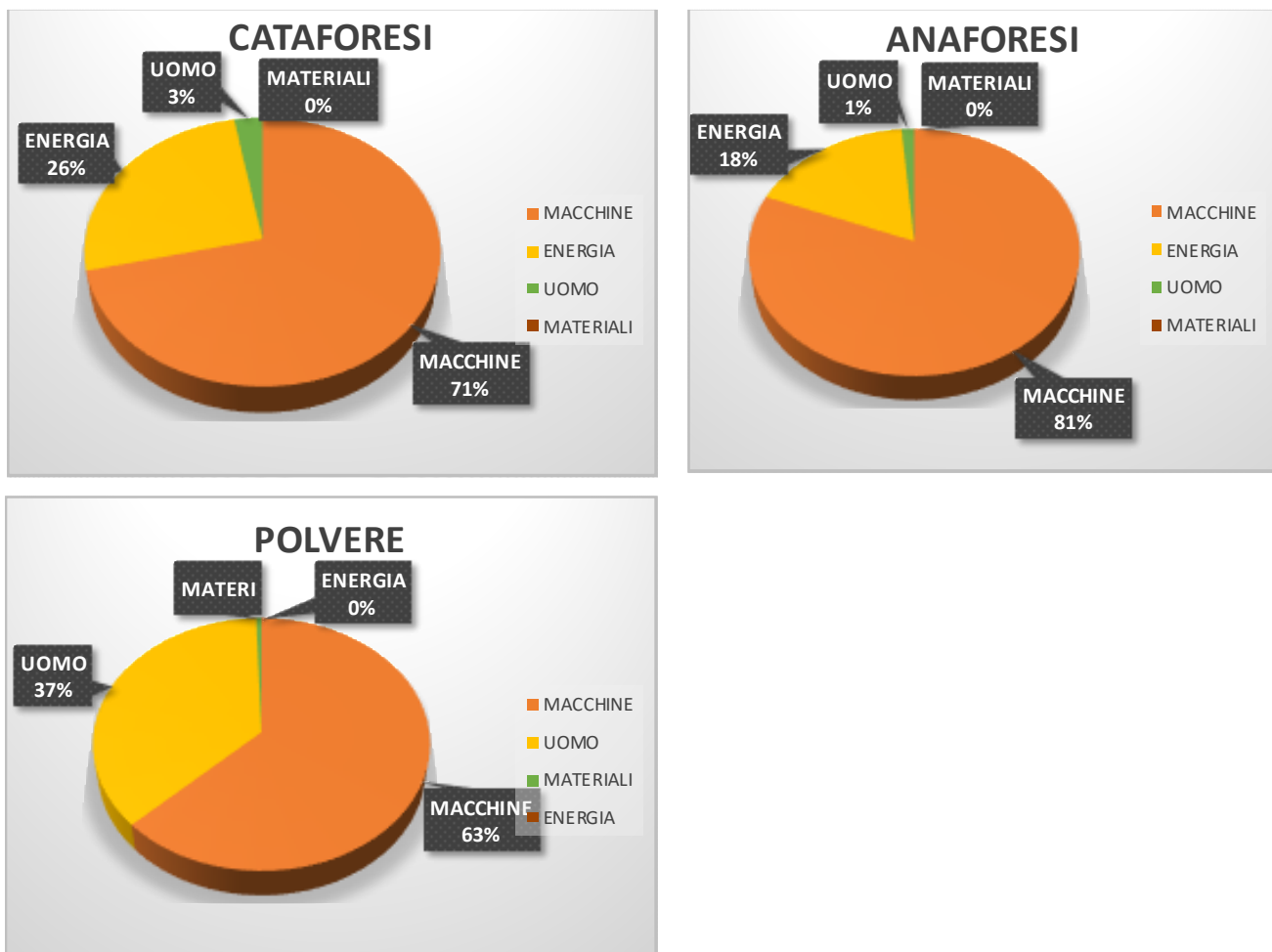


Figura 45, Ripartizione perdite per Categoria nei 3 diversi impianti, elaborazione dati

I precedenti grafici confermano quanto evidenziato a livello di reparto, le perdite individuate e categorizzate sotto la tipologia “Macchine” risultano essere le maggiori cause in tutti e tre gli impianti di verniciatura.

Data questa prima semplice, ma efficace, analisi, si passa ad una successiva più dettagliata nel quale si cerca di evidenziare come sono distribuite le perdite nei diversi impianti in termini di categorie di perdite.

Nell’impianto anaforesi la perdita causale con maggior impatto sul totale è la perdita “ottimizzazione ganci”; si nota come 4 categorie, rappresentanti il 18% delle categorie totali, causano circa l’80% delle perdite. In particolare, collegandosi ai diagrammi in *figura 24*, tre di queste categorie appartengono alla tipologia macchine e una alla tipologia energia che insieme causano la quasi totalità delle perdite individuate per tipologia.

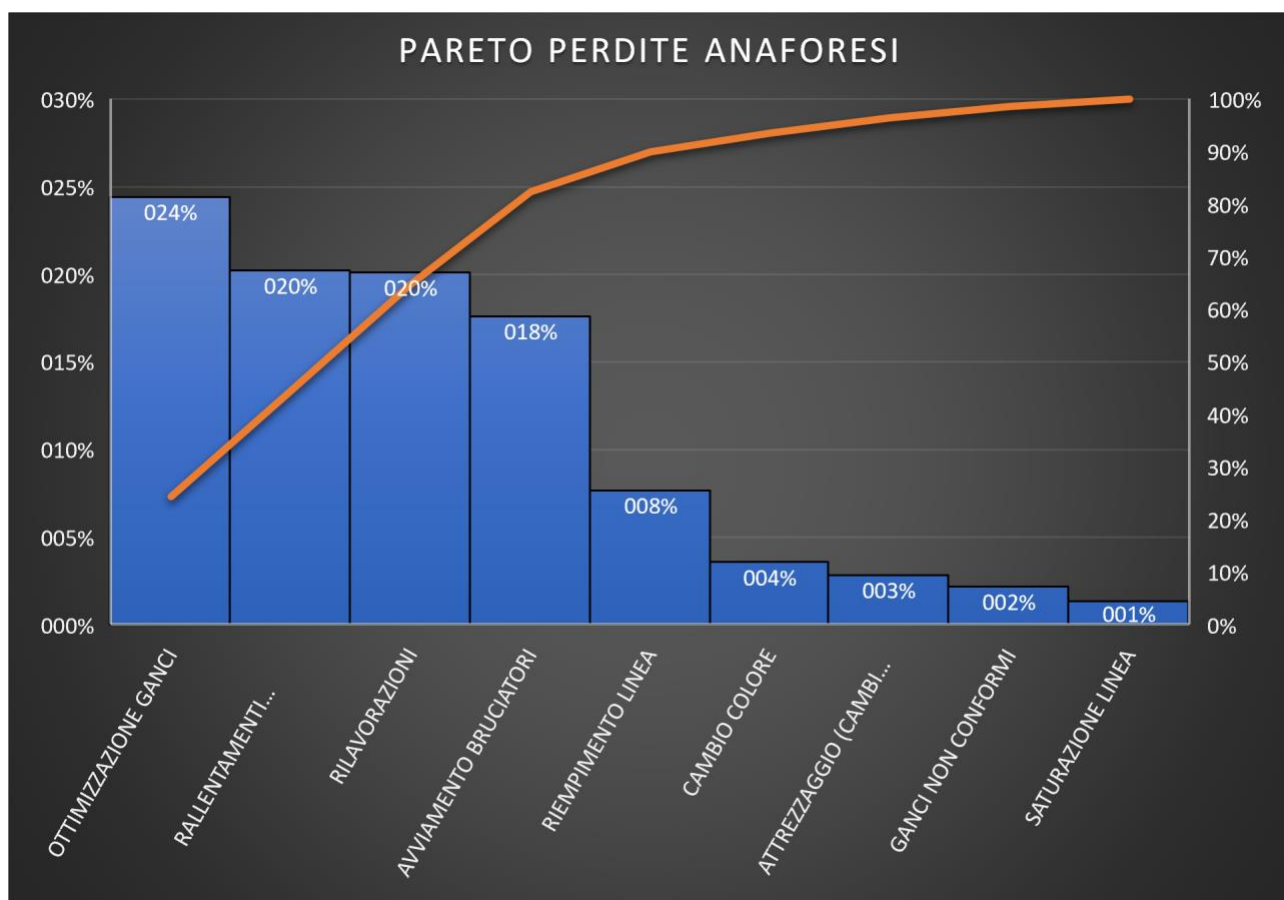


Figura 46, Pareto perdite Anaforesi, elaborazione dati

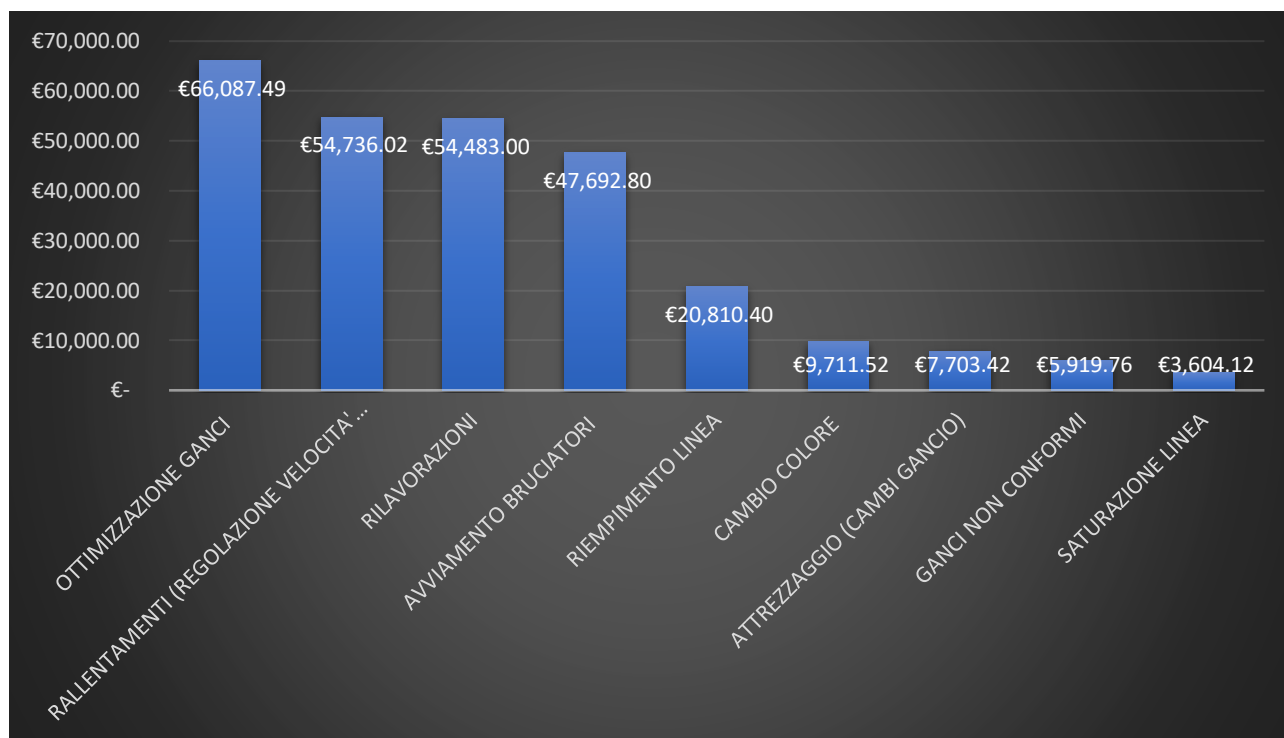


Figura 47, Analisi perdite Anaforesi, elaborazione dati

Per quanto riguarda l'impianto cataforesi, la situazione risulta quasi la medesima dell'impianto anaforesi, dove le perdite con maggior effetto sono: rilavorazioni, avviamento bruciatori, rallentamenti ed ottimizzazione ganci. Anche in questo caso si riflette in maniera chiara la ripartizione delle perdite per tipologia.

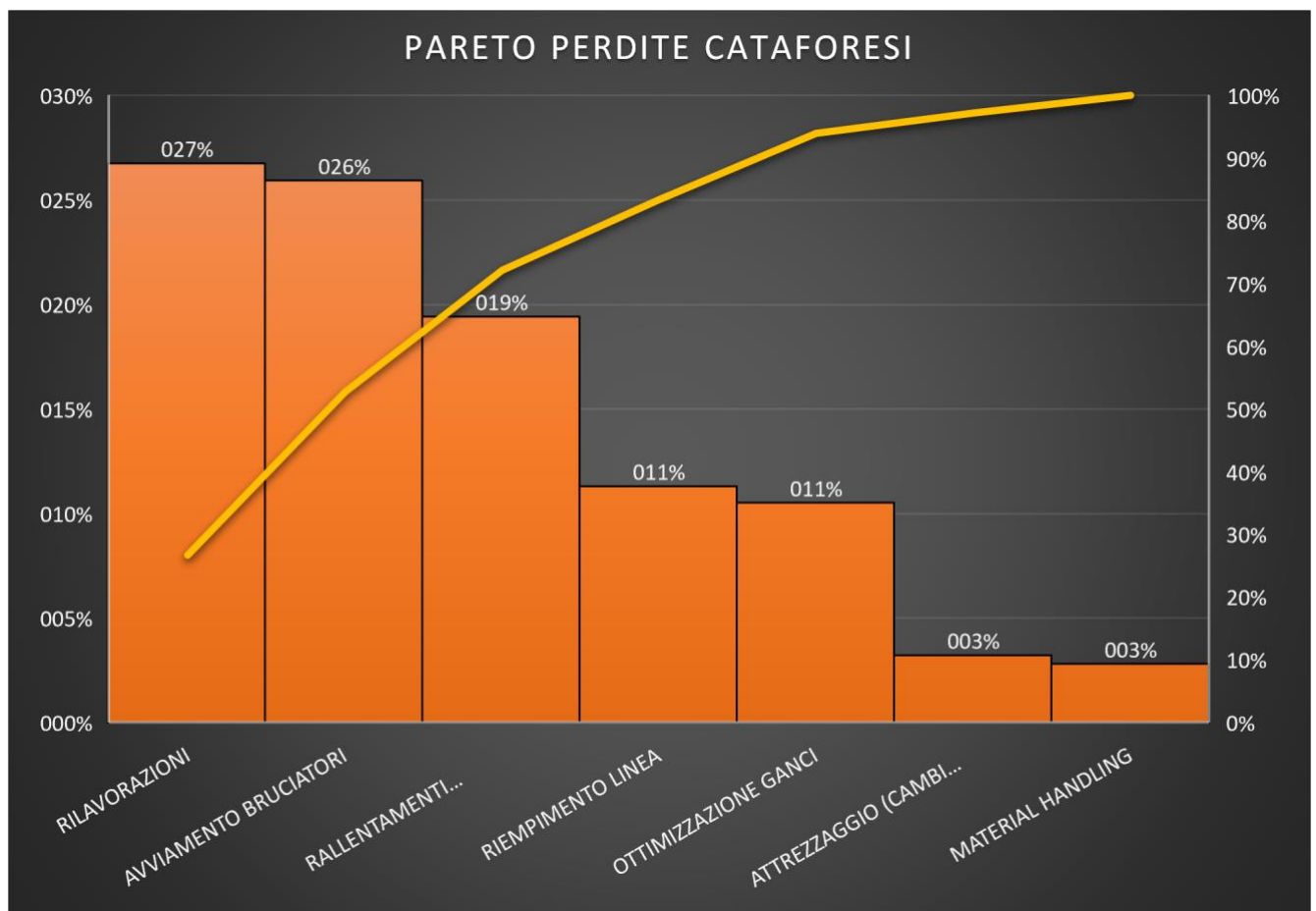


Figura 48, Pareto perdite cataforesi

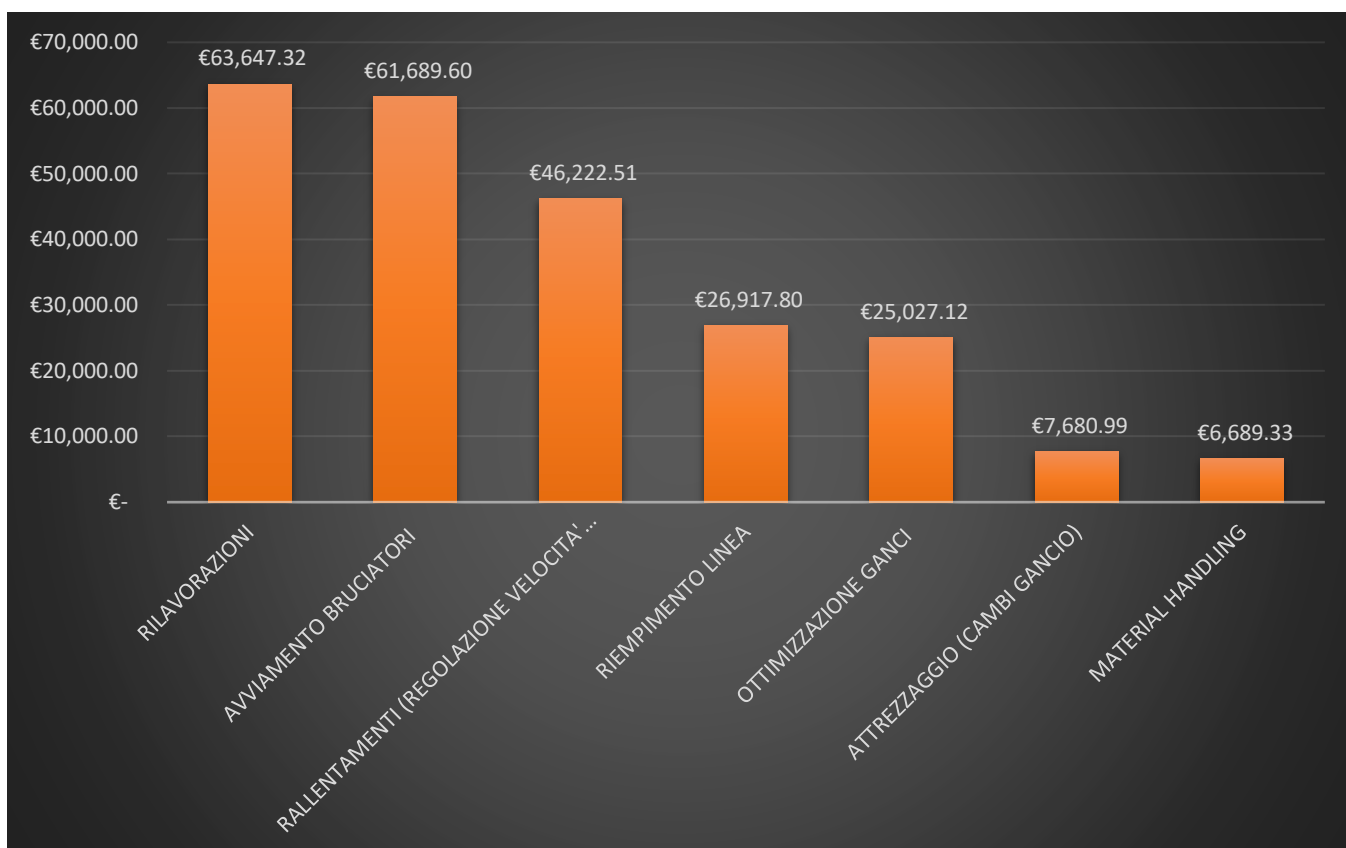


Figura 49, Perdite cataforesi

Infine, nell'impianto a polvere la situazione è un po' diversa, in quanto sono le operazioni a non valore aggiunto che impattano maggiormente, riconducibili alla tipologia "uomo". In aggiunta a quest'ultima, "riempimento linea" e "rallentamento catena" costituiscono più del 90% del totale delle perdite.

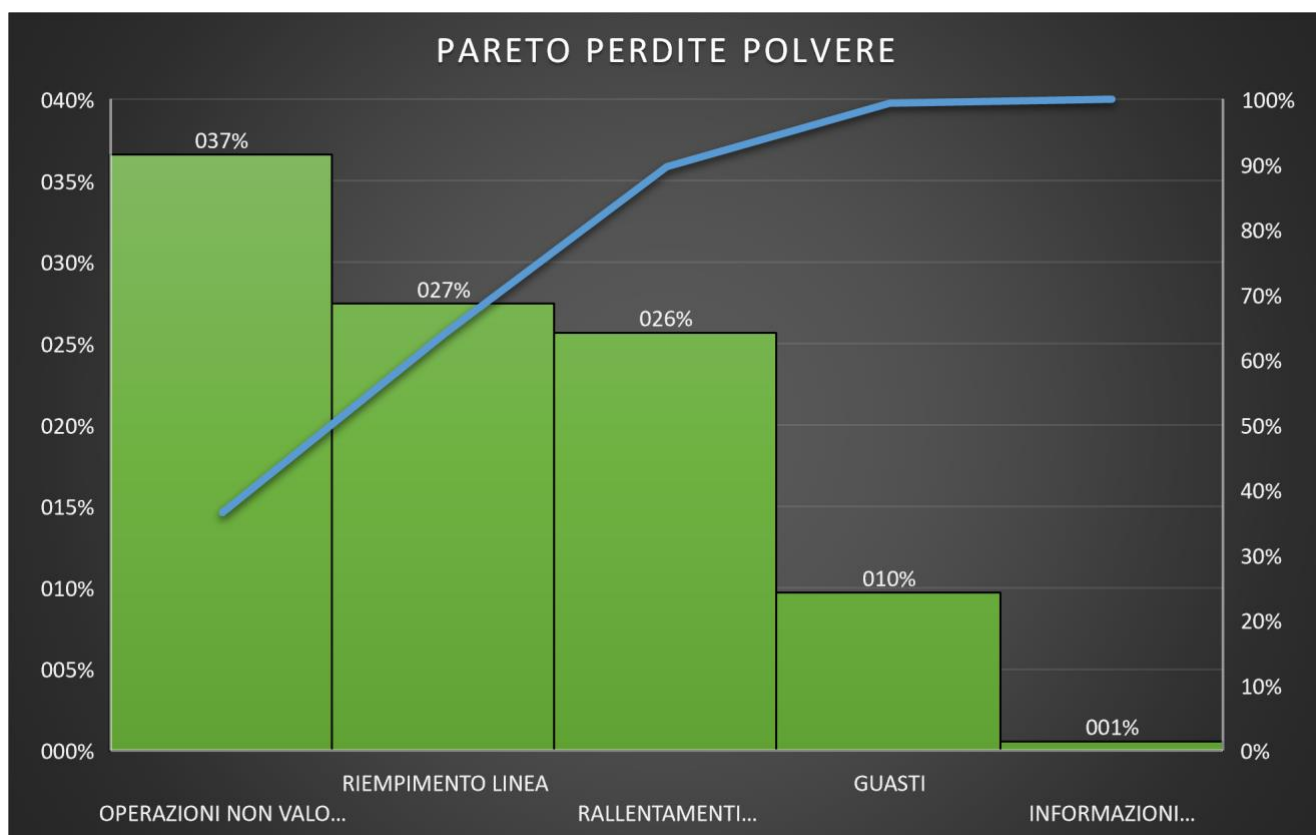


Figura 50, Pareto perdite polvere

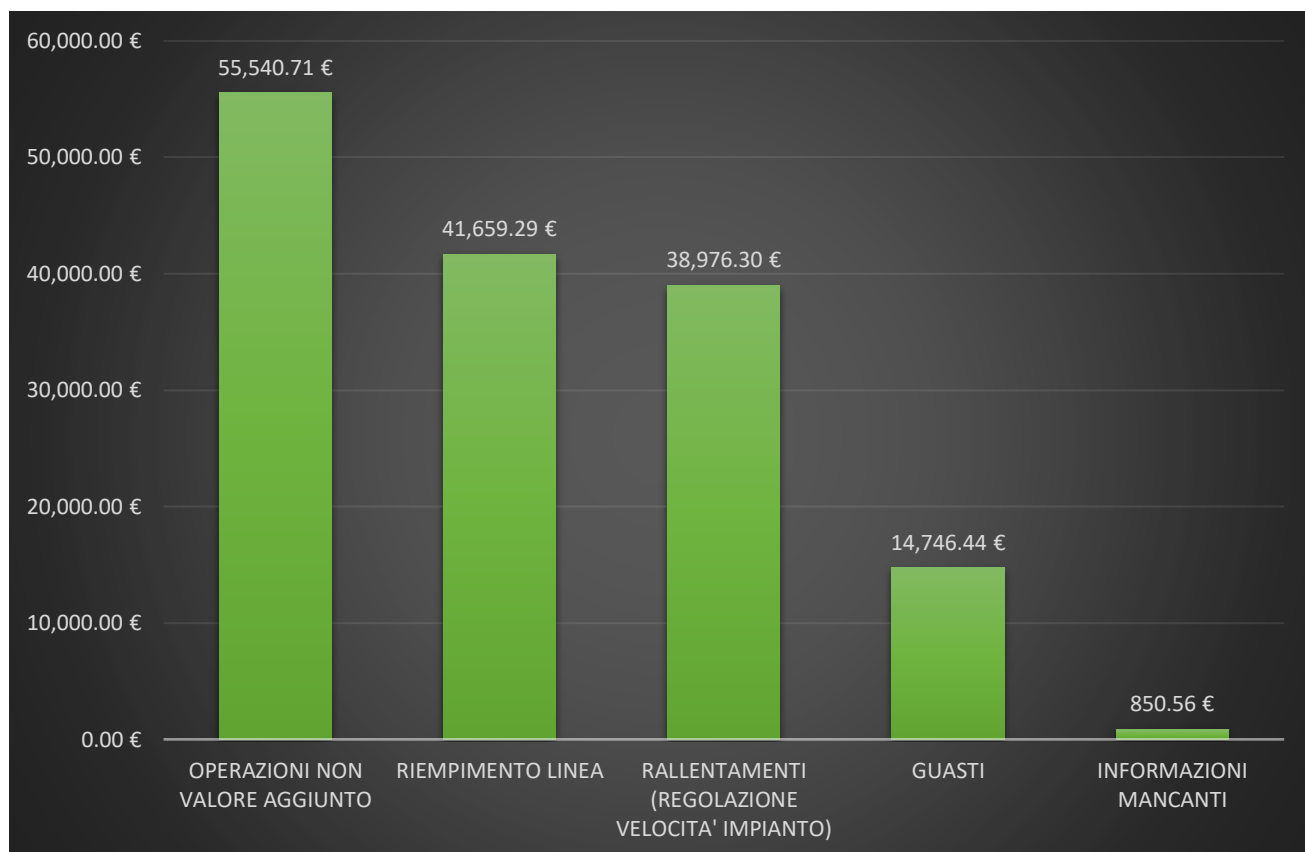


Figura 51, Perdite polvere

Tutti questi diagrammi risultano utili per comprendere la ripartizione delle perdite sia all'interno del reparto sia nei singoli impianti; costituiscono dei punti di partenza per approfondire ulteriormente l'analisi. Infatti, lo step 4 (compilazione C-Matrix) ha l'obiettivo di quantificare le perdite in termini economici e attribuirle ai diversi processi. Questo non significa che la perdita con maggior impatto economico debba essere la prima sul quale implementare azioni di miglioramento, anzi, ci sono alcuni fattori (costo e fattibilità) che in questa analisi non vengono presi in considerazione ma che risultano fondamentali e che sono il punto focale dei prossimi step.

5.6 Identificazione delle metodologie per rimuovere le perdite e gli sprechi, D-Matrix

A questo punto con il quinto step e con il completamento della D-Matrix si abbandona l'attività di raccolta dati che ha caratterizzato tutti gli steps precedenti e ci si focalizza invece su attività volte all'identificazione di metodi per attaccare le perdite. Il punto di partenza è il diagramma di Pareto raffigurante le perdite individuate tramite la C-Matrix in ordine decrescente secondo il loro impatto economico. Nel caso in esame inizialmente si è scelto di procedere mantenendo separate le perdite per impianto. La compilazione della D-Matrix applicata al caso Fami vede riprendere nelle righe le perdite causali individuate, mentre nelle colonne vengono riportate: la categoria e la tipologia di riferimento di ogni singola perdita così come il valore monetario calcolato in precedenza, l'indice ICE (il quale può assumere un valore da 1 a 125) calcolato tenendo conto dell'impatto economico (I), del costo di realizzazione delle attività di miglioramento (C) e della semplicità (E) di realizzazione del miglioramento. Presi singolarmente i tre diversi impianti, il valore I per ogni perdita valorizzata nella C-Matrix è stato ponderato rispetto alla perdita totale dell'impianto. Il fattore C invece è stato attribuito in base ai costi ipotizzati per la realizzazione dell'eventuale miglioramento. Sono state preventivate le ore del personale, il numero di risorse uomo necessarie riferendosi ad eventuali casi simili attuati nel passato, all'esperienza del personale e da informazioni derivanti direttamente da fornitori esterni.

Per il calcolo dell'ultimo fattore si è tenuto conto della semplicità, in termini di risorse e tempo, delle azioni necessarie per ridurre e/o eliminare la perdita. I costi preventivi, tuttavia, rappresentano solo una stima iniziale e non corrispondono ai costi effettivi che verranno sostenuti, anche perché l'obiettivo di questa matrice è scegliere quali perdite attaccare e con che ordine. La semplicità di realizzazione invece risulta essere un valore deciso in base all'esperienza del responsabile di produzione e del responsabile del reparto di verniciatura.

Moltiplicando il punteggio assegnato ad ogni elemento si ottiene il valore finale ICE per ogni perdita:

$$ICE = I \times C \times E$$

Questo indicatore risulta molto utile poiché, come detto in precedenza, se si considera solamente il valore economico della perdita e si tralasciano il costo dell'intervento e la facilità con cui si può abbattere la stessa, si rischia di intraprendere azioni di miglioramento volte ad attaccare una determinata perdita che comportano costi di implementazione e difficoltà nella realizzazione che

annullano un possibile risparmio economico. Calcolato l'indice ICE per ogni perdita il passo successivo è stato la selezione delle perdite da attaccare utilizzando come discriminante l'indice ICE, più alto è l'indice prima bisogna intervenire sulla perdita. Successivamente, una volta selezionate le perdite, si è passati ad un'analisi più approfondita dei progetti di miglioramento volti alla riduzione e/o all'eliminazione delle stesse. Lungo le colonne sono stati evidenziati anche:

- Il codice identificativo del progetto;
- La descrizione della perdita: una breve descrizione del motivo per cui si è generata la perdita;
- Saving previsti;
- Alcuni degli strumenti utilizzati durante il progetto;
- Alcuni KPI come la % dei saving sulla rispettiva perdita e sulla perdita totale.

Di seguito le tre matrici sviluppate per ognuno dei tre diversi impianti di verniciatura sul quale si è effettuata l'analisi.

Tabella 12, D-Matrix impianto anaforesi, elaborazione dati

ANAFORESIS																
	PERDITA CAUSALE	CATEGORIA	TIPOLOGIA	VALORE PERDITA	%	% CUM	I	C	E	ICE	CODICE PROGETTO	DESCRIZIONE PERDITA	LEAN TOOLS	SAVING	% SU PERDITA	% SU TOTALE
1	OTTIMIZZAZIONE GANCI	CONDUZIONE	MACCHINE	66.087,49 €	24,41%	24,41%	5	3	2	30	PMVA_02	ganci di verniciatura non ottimizzati per gli articoli	Ishikawa, 5 Why,	20.198,39 €	30,6%	7,5%
2	RILAVORAZIONI	QUALITA'	MACCHINE	54.483,00 €	20,12%	44,53%	4	3	1	12						
3	AVVIAMENTO BRUCIATORI	PERDITA CALORE	ENERGIA	47.692,80 €	17,62%	62,15%	4	3	3	36	PMVA_01	bruciatori avviati 3 ore prima dell'inizio turno	Value stream map	40.560,00 €	85,0%	15,0%
4	RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI	MACCHINE	54.736,02 €	20,22%	82,36%	4	2	1	8						
5	RIEMPIMENTO LINEA	GESTIONE	MACCHINE	20.810,40 €	7,69%	90,05%	1	3	4	12						
6	CAMBIO COLORE	CONDUZIONE	MACCHINE	9.711,52 €	3,59%	93,64%	1	5	2	10						
7	ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	CONDUZIONE	MACCHINE	7.703,42 €	2,85%	96,48%	1	5	2	10						
8	GANCI NON CONFORMI	CONDUZIONE	MACCHINE	5.919,76 €	2,19%	98,67%	1	3	4	12	PMVA_04	ganci di verniciatura obsoleti e non conformi	Ishikawa,	5.919,76 €	100,0%	2,2%

Tabella 13, D-Matrix impianto cataforesi, elaborazione dati

CATAFORESI																
	PERDITA CAUSALE	CATEGORIA	TIPOLOGIA	VALORE PERDITA	%	% CUM	I	C	E	ICE	CODICE PROGETTO	DESCRIZIONE PERDITA	LEAN TOOLS	SAVING	% SU PERDITA	% SU TOTALE
1	RILAVORAZIONI	QUALITA'	MACCHINE	63.647,32 €	26,76%	26,76%	5	1	2	10						
2	AVVIAMENTO BRUCIATORI	PERDITA CALORE	ENERGIA	61.689,60 €	25,93%	52,69%	5	3	3	45	PMVC_01	bruciatori avviati 3 ore prima dell'inizio turno		40.560,00 €	65,7%	17,1%
3	RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI	MACCHINE	46.222,51 €	19,43%	72,12%	4	2	2	16						
4	RIEMPIMENTO LINEA	GESTIONE	MACCHINE	26.917,80 €	11,32%	83,44%	2	3	4	24						
5	ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	CONDUZIONE	MACCHINE	7.680,99 €	3,23%	86,67%	1	5	3	15						
6	MATERIAL HANDLING	INDIRETTA	UOMO	6.689,33 €	2,81%	89,48%	1	3	2	6						
7	GUASTI	FERMO IMPIANTI	MACCHINE	0,00 €	0,00%	89,48%	0			0						
8	OTTIMIZZAZIONE GANCI	CONDUZIONE	MACCHINE	25.027,12 €	10,52%	100,00%	2	5	5	50	PMVC_02	ganci di verniciatura non ottimizzati per gli articoli		24.100,19 €	96,3%	10,1%

Tabella 14, D-Matrix impianto a polvere, elaborazione dati

POLVERE																
	PERDITA CAUSALE	CATEGORIA	TIPOLOGIA	VALORE PERDITA	%	% CUM	I	C	E	ICE	CODICE PROGETTO	DESCRIZIONE PERDITA	LEAN TOOLS	SAVING	% SU PERDITA	% SU TOTALE
1	RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI	MACCHINE	38976,3	25,68%	25,68%	4	2	3	24	PMVP_01	tempi errati di alcuni articoli		12.869,54 €	33,0%	8,5%
4	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	DIRETTA	UOMO	55540,70533	36,59%	62,28%	5	4	4	80	PMVP_02	pesatura cassoni+rotazione cassoni+pulizia filtri		40.422,77 €	72,8%	26,6%
2	RIEMPIMENTO LINEA	GESTIONE	MACCHINE	41659,292	27,45%	89,72%	4	2	1	8						
3	GUASTI	FERMO IMPIANTI	MACCHINE	14746,435	9,72%	99,44%	1	3	2	6						
5	INFORMAZIONI MANCANTI	GESTIONE	MATERIALI	850,56	0,56%	100,00%	1	4	3	12						

Per ogni impianto, si è deciso quindi di concentrarsi su alcuni progetti, partendo da quelli con un indice ICE più elevato. Sono stati codificati, descritti nel dettaglio e sono stati indicati gli strumenti utilizzati per l'analisi e l'implementazione. Infine, sulla matrice sono stati anche riportati una serie di indici di natura economica.

5.7 Stima dei costi dell'implementazione dei progetti di miglioramento, E-Matrix

Identificate le perdite da attaccare, con la fase successiva è stata svolta un'analisi più dettagliata di quelli che sono stati i costi generati per l'implementazione dei progetti e i benefici ottenuti. La matrice rappresentativa di questo sesto step è la E-Matrix, molto simile come struttura alla precedente, con la differenza che in questo caso viene evidenziato il rapporto B/C (Benefici costi), il quale indica il ritorno economico che si può ottenere. A differenza della precedente si è deciso di raggruppare tutti i progetti in un'unica matrice così da avere un'idea dei progetti in corso riferiti all'intero reparto.

L'analisi dei costi rappresenta l'insieme di tutti i costi sostenuti per l'implementazione del progetto, comprende quindi costi di manodopera diretta e indiretta, di materiali, di servizi ausiliari ecc.

Sulla base dei risultati ottenuti, in particolar modo sul rapporto B/C, si deciso se attuare o meno i progetti di miglioramento. Nel caso preso in esame vediamo sono stati valutati 7 progetti in totale distribuiti nei tre diversi impianti.

La prima parte della matrice, nella quale sono state riprese alcune informazioni fondamentali dalle precedenti matrici, illustra maggiormente gli aspetti economici dei progetti. La matrice è così strutturata:

- Codice identificativo del progetto;
- Valore dell'indice ICE precedentemente calcolato nella D-Matrix;
- Perdita causale;
- Tipologia e categoria della perdita;
- Descrizione della perdita;
- Valore della perdita riscontrato nella C-Matrix;
- Area dove si è generata la perdita (in questo caso l'impianto in cui si è verificata);
- I benefici attesi del progetto;
- Il costo dell'implementazione per risolvere il problema;
- I risparmi ottenuti, calcolati come Benefici-costi del progetto;
- Rapporto B/C del progetto;

Tabella 15, E-Matrix

MATRICE E: AVANZAMENTO PROGETTI DI MIGLIORAMENTO													
	CODICE PROGETTO	ICE	PERDITA CAUSALE	TIPOLOGIA	CATEGORIA	DESCRIZIONE PERDITA	VALORE PERDITA	IMPIANTO	BENEFICI PROGETTO	COSTO PROGETTO	SAVING A 12 MESI	B/C	
1	PMVP_01	16	RALLENTAMENTI	RALLENTAMENTI	MACCHINE	tempi errati	38.976,30 €	POLVERE	12.869,54 €	-350,00 €	12.519,54 €	36,77	
2	PMVP_02	60	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	DIRETTA	UOMO	Rotazione+ pesatura+ svuotamento cassoni	55.540,71 €	POLVERE	40.422,77 €	-25.623,05 €	14.799,72 €	1,58	
3	PMVC_01	45	AVVIAMENTO BRUCIATORI	PERDITA CALORE	ENERGIA	bruciatori	61.689,60 €	CATAFORESI	40.560,00 €	-71.616,00 €	-31.056,00 €	0,57	
4	PMVA_01	36	AVVIAMENTO BRUCIATORI	PERDITA CALORE	ENERGIA	bruciatori	47.692,80 €	ANAFORESI	40.560,00 €	-71.616,00 €	-31.056,00 €	0,57	
5	PMVA_04	12	GANCI NON CONFORMI	CONDUZIONE	MACCHINE	ganci rotti	5.919,76 €	ANAFORESI	5.919,76 €	-2.563,72 €	3.356,04 €	2,31	
6	PMVA_02	30	OTTIMIZZAZIONE GANCI	CONDUZIONE	MACCHINE	ganci non ottimizzati	66.087,49 €	ANAFORESI	20.198,39 €	-6.379,20 €	13.819,19 €	3,17	
7	PMVC_02	50	OTTIMIZZAZIONE GANCI	CONDUZIONE	MACCHINE	ganci non ottimizzati	25.027,12 €	CATAFORESI	24.100,19 €	-283,52 €	23.816,67 €	85,00	
						TOTALE PERDITA	300.933,78 €			SAVING CUMULATO	68.311,16 €	18,57	
											% SU TOT. PERDITA	22,70%	
											% su perdite tot	10,34%	

Per il calcolo dei costi sono stati presi in considerazione diversi fattori a seconda del progetto.

Tra questi: costo dell'acquisto di attrezzature nuove, costo manodopera impiegata per la valorizzazione della perdita (raccolta tempi), costo manodopera per attività collegate al progetto (manutentori, progettisti ecc.).

Nel capitolo successivo verranno analizzati nel dettaglio i risultati ottenuti.

Oltre alla E-Matrix principale è stata sviluppata una seconda matrice con la funzione di supporto, in particolare tramite questa matrice si è posta l'attenzione sullo sviluppo del ciclo PDCA applicato ai singoli progetti;

E' stato possibile quindi tener traccia dell'avanzamento e dei progressi di ogni singolo progetto. La data di inizio della fase plan rappresenta l'inizio vero e proprio del progetto, la data di fine della fase act rappresenta invece la fine effettiva del progetto. Non tutti i progetti presentano data di fine in quanto ancora in corso.

Tabella 16, E-Matrix 2a parte

PLAN			DO			CHECK			ACT		
DATA INIZIO	DATA FINE	AVANZAMENTO	DATA INIZIO	DATA FINE	AVANZAMENTO	DATA INIZIO	DATA FINE	AVANZAMENTO	DATA INIZIO	DATA FINE	AVANZAMENTO
05/06/22	01/08/22	100%	01/08/22	10/09/22	100%	10/09/22	01/10/22	100%	01/10/22	24/10/22	100%
07/06/22	07/07/22	100%	07/07/22	20/09/22	100%	20/09/22	30/09/22	100%	30/09/22	10/10/22	100%
01/08/22	08/08/22	100%	08/08/22	01/09/22	100%	01/09/22	10/09/22	100%	10/09/22		45%
01/08/22	08/08/22	100%	08/08/22	01/09/22	100%	01/09/22	10/09/22	100%	10/09/22		45%
10/06/22	10/08/22	100%	10/08/22	25/09/22	100%	25/09/22	05/10/22	100%	05/10/22	28/10/22	100%
16/09/22	25/09/22	100%	25/09/22	03/10/22	100%	03/10/22	24/10/22	100%	24/10/22		75%
22/08/22	15/09/22	100%	15/09/22	10/09/22	100%	10/09/22	31/10/22	100%	31/10/22	10/11/22	100%

Sezione PLAN: È la fase in cui sono stati stabiliti gli obiettivi e i processi necessari per poter portare a termine il progetto, è la fase dove è avvenuta la pianificazione del progetto; la data inizio rappresenta la data effettiva di inizio del progetto.

Sezione DO: Sono stati attribuiti gli incarichi al team, sono state scelte le metodologie e le tecniche per attaccare le perdite e infine è cominciato il lavoro vero e proprio sul progetto di miglioramento.

Sezione Check: in questa sono stati valutati tutti gli indici, soprattutto quelli monetari, in particolare il rapporto B/C, in caso di rapporto $B/C < 1$ è stato necessario rivedere alcuni parti del progetto ritornando alla fase Do.

Sezione ACT: in questa fase, presi i progetti attuabili, ovvero quei progetti che hanno generato o che nel futuro genereranno un ritorno economico positivo, si cerca di espanderne la metodologia anche ad altri plant/impianti così da evitare il generarsi della stessa perdita in altre locazioni. Nella E-Matrix completa sono presenti i 7 progetti che il team ha deciso di valutare, di questi solamente due risultano non attuabili, entrambi fanno riferimento alla perdita “Avviamento bruciatori” presente sia nell’impianto anaforesi sia nell’impianto cataforesi; da come si nota infatti presentano un $B/C < 1$ e un VAN calcolato in tre anni che risulta negativo.

CAPITOLO 6

RISULTATI OTTENUTI

Prendendo in considerazione le matrici sviluppate durante l'applicazione del pillar Cost Deployment vediamo che in totale sono state individuate 32 perdite, suddivise in 11 tipologie e 4 categorie e collocate nei 3 diversi impianti analizzati.

Tramite la B-Matrix è stato possibile individuare i diversi legami presenti tra le diverse perdite, classificate in causali e risultanti.

Per quanto riguarda gli impianti anaforesi e cataforesi la situazione risulta pressoché la medesima, in particolare c'è una forte correlazione tra le perdite causali e le perdite risultanti.

Non è stato possibile quantificare in termini economici tutte le perdite individuate, ma solamente alcune. Considerando i risultati ottenuti dalla B-Matrix, si nota come ci siano molti legami tra una perdita causale e le perdite risultanti ad essa correlate; ciò ha reso più complicato la quantificazione delle singole perdite dal punto di vista economico in quanto i fattori da tenere in considerazione erano molteplici.

Per quanto riguarda i singoli impianti:

Anaforesi: sono state quantificate 9 perdite, per un totale di 270.748,53 €. La perdita che incide maggiormente (24,41%) è la perdita denominata “ottimizzazione ganci”, per la sua valorizzazione sono stati presi in considerazione il numero di ganci persi derivanti da ganci non ottimizzati al massimo nella fase di carico.

Cataforesi: speculare al primo in termini di processo ma con prodotti verniciati differenti sono state quantificate 7 perdite per un totale di 237.874,68 €. In questo caso la perdita maggiore è stata la perdita “rilavorazioni”.

Polvere: per questo impianto, differente in termini di funzionamento ma anche di processo e di tecnologie utilizzate è stato possibile quantificare 5 perdite per un valore totale di 151.773,29 €, causata principalmente dalla perdita causale denominata “Operazione a non valore aggiunto”.

Tabella 17, Analisi perdite negli impianti di verniciatura, elaborazione dati

ANAFORESIS	€/ h	€/ h	€/ h	€/gancio	€/kWh	€/ m^3	TOTALE	
	MDO DIRETTA	MDO INDIRETTA	IMPIANTO	GANCIO	ENERGIA	GAS		
PERDITA CAUSALE	35,44	35,44	308,04	7,54	0,39	1,2		
OTTIMIZZAZIONE GANCI				66.087,49 €			66.087,49 €	24,41%
CAMBIO COLORE				9.711,52 €			9.711,52 €	3,59%
GANCI NON CONFORMI	610,80 €		5.308,97 €				5.919,76 €	2,19%
ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	794,83 €		6.908,58 €				7.703,42 €	2,85%
APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI							0,00 €	0,00%
RIEMPIMENTO LINEA				20.810,40 €			20.810,40 €	7,69%
RALLENTAMENTI				54.736,02 €			54.736,02 €	20,22%
SATURAZIONE LINEA				3.604,12 €			3.604,12 €	1,33%
AVVIAMENTO BRUCIATORI						47.692,80 €	47.692,80 €	17,62%
TOTALE	1.405,63 €	0,00 €	12.217,55 €	209.432,55 €	0,00 €	47.692,80 €	270.748,53 €	

CATAFORESIS	€/ h	€/ h	€/ h	€/gancio	€/kWh	€/ m^3	TOTALE	
	MDO DIRETTA	MDO INDIRETTA	IMPIANTO	GANCIO	ENERGIA	GAS		
PERDITA CAUSALE	35,44	35,44	307,04	7,54	0,39	1,2		
OTTIMIZZAZIONE GANCI			25.027,12 €				25.027,12 €	10,52%
ATTREZZAGGIO (CAMBI GANCIO)	794,83 €		6.886,16 €				7.680,99 €	3,23%
RILAVORAZIONI				63.647,32 €			63.647,32 €	26,76%
RIEMPIMENTO LINEA				26.917,80 €			26.917,80 €	11,32%
RALLENTAMENTI				46.222,51 €			46.222,51 €	19,43%
MATERIAL HANDLING		6.689,33 €					6.689,33 €	2,81%
AVVIAMENTO BRUCIATORI						61.689,60 €	61.689,60 €	25,93%
TOTALE	794,83 €	6.689,33 €	31.913,28 €	136.787,63 €	0,00 €	61.689,60 €	237.874,68 €	

POLVERE	€/ h	€/ h	€/ h	€/gancio	€/kWh	€/ m^3	TOTALE	
	MDO DIRETTA	MDO INDIRETTA	IMPIANTO	GANCIO	ENERGIA	GAS		
PERDITA CAUSALE	35,44	35,44	326,1	27,94	0,39	1,2		
GUASTI	7.679,85 €		7.066,59 €				14.746,44 €	9,72%
RIEMPIMENTO LINEA	11.865,31 €		18.196,38 €	11.597,60 €			41.659,29 €	27,45%
RALLENTAMENTI				38.976,30 €			38.976,30 €	25,68%
OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	55.540,71 €						55.540,71 €	36,59%
INFORMAZIONI MANCANTI	850,56 €						850,56 €	0,56%
TOTALE	75.936,43 €	0,00 €	25.262,97 €	50.573,90 €	0,00 €	0,00 €	151.773,29 €	

Il valore totale delle perdite identificate ammonta a 660.396,50 €, che rappresenta circa l'11% del valore dei costi del WCM perimeter (primo step del cost deployment).

Tabella 18, Elaborazione dati valore perdite e WCM perimeter

	TOTALE	ANAFORESIS	CATAFORESIS	POLVERE
PERDITE INDIVIDUATE	660.396,50 €	270.748,53 €	237.874,68 €	151.773,29 €
TOTALE WCM PERIMETER	5.989.452,10 €	1.587.082,38 €	2.190.402,38 €	2.211.967,35 €
% SU WCM PERIMETER	11,03%	17,06%	10,86%	6,86%

Spostando l'attenzione sulle matrici D ed E presenti nel capitolo precedente (Tabelle ...) vediamo come 2 progetti su 7 (il 28,6%) presentano un rapporto B/C < 1, ciò significa che i benefici che si ottengono non coprono totalmente i costi di implementazione. In particolare, i due progetti negativi fanno riferimento alla stessa perdita causale "avviamento bruciatori" presente sia nell'impianto anaforesi sia nell'impianto cataforesi.

Tabella 19, Benefici/Costi progetti implementati, elaborazione dati

	CODICE PROGETTO	PERDITA CAUSALE	VALORE PERDITA	BENEFICI PROGETTO	COSTO PROGETTO	SAVING A 12 MESI	B/C
1	PMVP_01	RALLENTAMENTI	38.976,30 €	12.869,54 €	-350,00 €	12.519,54 €	36,77
2	PMVP_02	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	55.540,71 €	40.422,77 €	-25.623,05 €	14.799,72 €	1,58
3	PMVC_01	AVVIAMENTO BRUCIATORI	61.689,60 €	40.560,00 €	-71.616,00 €	-31.056,00 €	0,57
4	PMVA_01	AVVIAMENTO BRUCIATORI	47.692,80 €	40.560,00 €	-71.616,00 €	-31.056,00 €	0,57
5	PMVA_04	GANCI NON CONFORMI	5.919,76 €	5.919,76 €	-2.563,72 €	3.356,04 €	2,31
6	PMVA_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	66.087,49 €	20.198,39 €	-6.379,20 €	13.819,19 €	3,17
7	PMVC_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	25.027,12 €	24.100,19 €	-283,52 €	23.816,67 €	85,00
			300.933,78 €			68.311,16 €	25,77

Tuttavia, per avere un quadro più specifico risulta utile analizzare anche il VAN², nel caso in esame calcolato su un periodo di tre anni; come ci si poteva aspettare i due progetti con B/C < 1 evidenziati in precedenza presentano un VAN notevolmente negativo dovuto a delle uscite notevolmente maggiori rispetto alle entrate.

Tabella 20, VAN dei progetti implementati, elaborazione dati

CODICE PROGETTO	PERDITA CAUSALE	INVESTIMENTO INIZIALE	ENTRATE			USCITE			VAN (3 anni)
			1° PERIODO	2° PERIODO	3° PERIODO	1° PERIODO	2° PERIODO	3° PERIODO	
PMVP_01	RALLENTAMENTI	350,00 €	12.519,54 €	12.519,54 €	12.519,54 €	- €	- €	- €	31.914,06 €
PMVP_02	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	25.623,05 €	14.799,72 €	40.422,77 €	40.422,77 €	- €	- €	- €	27.765,80 €
PMVC_01	AVVIAMENTO BRUCIATORI	0,00 €	40.560,00 €	40.560,00 €	40.560,00 €	71.616,00 €	71.616,00 €	71.616,00 €	- 80.034,32 €
PMVA_01	AVVIAMENTO BRUCIATORI	0,00 €	40.560,00 €	40.560,00 €	40.560,00 €	71.616,00 €	71.616,00 €	71.616,00 €	- 80.034,32 €
PMVA_04	GANCI NON CONFORMI	3.566,80 €	2.354,17 €	5.920,97 €	5.920,97 €	785,36 €	785,36 €	785,36 €	6.365,56 €
PMVA_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	- €	13.819,19 €	13.819,19 €	13.819,19 €	6.379,20 €	6.379,20 €	6.379,20 €	19.173,56 €
PMVC_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	283,52 €	23.816,67 €	24.100,19 €	24.100,19 €	- €	- €	- €	61.562,50 €

Tramite l'utilizzo del VAN si riesce, in un primo momento, a comprendere quale sarà l'andamento del progetto nel corso del tempo dal punto di vista della redditività e quindi quali progetti non intraprendere in quanto, dal punto di vista economico genereranno una perdita.

² VAN: con riferimento ad un progetto il VAN è il valore attuale dei flussi di cassa operativi che il progetto genera, flussi calcolati al netto degli investimenti previsti ed attualizzati al costo del capitale (fonte <https://www.cloudfinance.it/VAN-Valore-Attuale-Netto.html>), nel caso specifico è stato utilizzato un tasso i pari all'8% (fornito dall'azienda)

Per poter analizzare i progetti nelle varie fasi sono stati utilizzati degli strumenti, denominati fogli o moduli Kaizen, che rispecchiano perfettamente il ciclo PDCA; sono infatti suddivisi in 4 aree, ciascuna per ogni fase del PDCA. Grazie a questi moduli si è in grado di riassumere lo svolgimento del progetto nella sua interezza, dalla fase di pianificazione e rappresentazione del problema fino alla fase finale di ampliamento e condivisione delle soluzioni ad altre aree.

Le schede vengono aggiornate seguendo l'evoluzione del progetto, nello specifico:

- la prima parte compilata è la parte dedicata alla fase PLAN, nella quale viene definito il problema e vengono elencate le possibili cause, integrati con digrammi, schemi e tabelle che riassumono, anche visivamente, il problema.
- Nella parte dedicata alla fase DO si elencano le possibili soluzioni al problema evidenziato e alcuni degli strumenti da utilizzare.
- La fase CHECK viene successivamente compilata verificando i risultati ottenuti con le azioni di miglioramento e viene verificata la coerenza con gli obiettivi stabiliti.
- Infine, nella parte dedicata alla fase ACT, se ritenute opportune si estendono le azioni ad altre aree dell'azienda.

La figura 40 rappresenta un modulo Kaizen utilizzato in Fami per l'implementazione di progetti di miglioramento continuo.

Tabella 21, Benefici/Costi progetti attuati, elaborazione dati

CODICE PROGETTO	PERDITA CAUSALE	IMPIANTO	VALORE PERDITA	BENEFICI PROGETTO	COSTO PROGETTO	B/C
PMVP_01	RALLENTAMENTI	POLVERE	38.976,30 €	12.869,54 €	-350,00 €	36,77
PMVP_02	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	POLVERE	55.540,71 €	40.422,77 €	-25.623,05 €	1,58
PMVA_04	GANCI NON CONFORMI	ANAFORES	5.919,76 €	5.919,76 €	-2.563,72 €	2,31
PMVA_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	ANAFORES	66.087,49 €	20.198,39 €	-6.379,20 €	3,17
PMVC_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	CATAFORES	25.027,12 €	24.100,19 €	-283,52 €	85,00
						25,77

Tabella 22, Saving progetti attuati, elaborazione dati

CODICE PROGETTO	PERDITA CAUSALE	VALORE PERDITA	BENEFICI PROGETTO	COSTO PROGETTO	SAVING	RECUPERO % SULLE PERDITE
PMVP_01	RALLENTAMENTI	38.976,30 €	12.869,54 €	-350,00 €	12.519,54 €	32,12%
PMVP_02	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	55.540,71 €	40.422,77 €	-25.623,05 €	14.799,72 €	26,65%
PMVA_04	GANCI NON CONFORMI	5.919,76 €	5.919,76 €	-2.563,72 €	3.356,04 €	56,69%
PMVA_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	66.087,49 €	20.198,39 €	-6.379,20 €	13.819,19 €	20,91%
PMVC_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	25.027,12 €	24.100,19 €	-283,52 €	23.816,67 €	95,16%
	TOTALE	191.551,38 €	103.510,65 €	-35.199,49 €	68.311,16 €	35,66%

Le precedenti tabelle (18 e 19) riassumono i risultati, in termini economici, ottenuti dall'implementazione di 5 progetti in Fami, come si nota il rapporto B/C medio è di 25,77; in particolare due progetti, rispettivamente il progetto PMVC_02 e PMVP_01 che riguardano rispettivamente l'ottimizzazione dei ganci nel reparto cataforesi e i rallentamenti nel reparto polvere, presentano un alto rapporto B/C, risultato da un basso costo, pressoché nullo, dell'investimento iniziale. A livello globale invece, in termini di recupero totale sulle rispettive perdite, tramite i miglioramenti si sono ridotte le perdite, riferite ai progetti di miglioramento, del 35,66%.

Se si rapportano i diversi progetti nei rispettivi impianti nel quale sono state individuate le perdite si ottiene quanto illustrato nelle figure successive:

Tabella 23, Saving progetti attuati per impianto, elaborazione dati

ANAFORESIS					
CODICE PROGETTO	PERDITA CAUSALE	VALORE PERDITA	BENEFICI PROGETTO	COSTO PROGETTO	SAVING
PMVA_04	GANCI NON CONFORMI	5.919,76 €	5.919,76 €	-2.563,72 €	3.356,04 €
PMVA_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	66.087,49 €	20.198,39 €	-6.379,20 €	13.819,19 €

CATAFORESIS					
CODICE PROGETTO	PERDITA CAUSALE	VALORE PERDITA	BENEFICI PROGETTO	COSTO PROGETTO	SAVING
PMVC_02	OTTIMIZZAZIONE GANCI	25.027,12 €	24.100,19 €	-283,52 €	23.816,67 €

POLVERE					
CODICE PROGETTO	PERDITA CAUSALE	VALORE PERDITA	BENEFICI PROGETTO	COSTO PROGETTO	SAVING
PMVP_01	RALLENTAMENTI	38.976,30 €	12.869,54 €	-350,00 €	12.519,54 €
PMVP_02	OPERAZIONI NON VALORE AGGIUNTO	55.540,71 €	40.422,77 €	-25.623,05 €	14.799,72 €

IMPIANTO	TOTALE PERDITE IMPIANTO	TOTALE SAVING	% DI RIDUZIONE PERDITE
ANAFORESIS	270.748,53 €	17.175,23 €	6,34%
CATAFORESIS	237.874,68 €	23.816,67 €	10,01%
POLVERE	151.773,29 €	27.319,26 €	18,00%
TOTALE	660.396,50 €	68.311,16 €	10,34%

Il saving realizzato con i progetti conclusi riduce le perdite del 10,34% se si considerano tutte le perdite causali, un 35,66% se invece si considerano solamente le perdite dei rispettivi progetti di miglioramento. Analizzando questi risultati e confrontandoli con gli obiettivi posti possiamo concludere che il risultato ottenuto nell'impianto anaforesi risulta essere sotto le aspettative iniziali; infatti, era l'impianto nel quale, durante la fase di analisi delle perdite, erano state evidenziate maggiori perdite attaccabili e un costo delle stesse maggiore degli altri impianti, e l'obiettivo posto inizialmente era una riduzione delle perdite di almeno un 15% (poco maggiore a 40.000 euro di saving). Questo può essere attribuibile alla presenza di perdite difficili da attaccare con progetti di miglioramento che presentavano un basso indice ICE (D-Matrix) e al fatto che un progetto che invece presentava un alto indice ICE, progetto PMVA_01 relativo all'avviamento bruciatori, si è rivelato più difficile da implementare del previsto e tutt'ora è ancora in fase di implementazione, trovandosi in una fase di stand by dovuta ad alcune variabili che necessitano un'analisi molto più approfondita e che richiedono l'intervento della direzione.

Soprattutto quest'ultimo punto ha penalizzato non poco il risultato finale. Per quanto riguarda invece l'altro impianto ad elettroforesi l'obiettivo di riduzione del 10% delle perdite individuate è stato raggiunto. Tuttavia, come nel caso dell'impianto anaforesi anche in questo caso il progetto PMVC_01 anch'esso riferito all'avviamento dei bruciatori e "gemello" del precedente, si trova in una fase di studio nella quale non è ancora possibile definire in maniera concreta i costi e i benefici che si potranno ottenere.

L'ultimo impianto, tecnologia a polvere, benché risultasse l'impianto con il valore delle perdite più basso, è risultato l'impianto nel quale, in termini sia monetari sia percentuali, si è ottenuto il risparmio maggiore.

CONCLUSIONI

La tesi svolta sul World Class Manufacturing ha dimostrato l'importanza di adottare un approccio sistematico e ben strutturato orientato al miglioramento, così da ottenere una maggiore efficienza produttiva ma anche una riduzione dei costi.

Grazie all'analisi dei principali strumenti e metodologie del WCM, in primis l'applicazione del pillar Cost Deployment al reparto di verniciatura ha permesso non solo di individuare delle perdite specifiche e ridurne il rispettivo impatto economico ma anche di mappare più processi all'interno del reparto così da avere una situazione più chiara su quali sono le attività che generano valore e quali invece che generano perdite.

Lo sviluppo di questo progetto in Fami S.p.A. ha portato diversi benefici. Partendo dall'aspetto economico c'è stata una riduzione pari al 35,66% sul totale delle perdite riferite a progetti di miglioramento implementati. Rapportato invece al valore totale delle perdite quantificate, si è ottenuto un risparmio del 10,34%. Questo sottolinea ancor di più come l'applicazione di un metodo strutturato come il WCM possa abbattere notevolmente i costi all'interno di un'azienda.

Un ulteriore punto di forza è risultato essere la partecipazione ai progetti di miglioramento da parte di personale appartenente a diversi reparti ma anche a personale non strettamente legato all'ambito produttivo. Il miglioramento della comunicazione tra i diversi attori all'interno dell'organizzazione e lo sviluppo di competenze come problem solving e team working sono solo alcuni dei vantaggi ottenuti dall'applicazione di questa metodologia.

Dal punto di vista produttivo invece c'è stato un notevole miglioramento nella comprensione: di ciò che accade all'interno del reparto, quali sono i punti deboli e quali i punti di forza, delle dinamiche produttive su cui porre maggiore attenzione e dei flussi fisici e informatici.

Tenendo conto del punto di partenza le opportunità di miglioramento sono ancora tante, dalla quantificazione delle perdite rimanenti alla mappatura di ulteriori processi fino all'estensione della metodologia anche in altri reparti dell'azienda.

Concludendo si può affermare che applicando una metodologia strutturata, coinvolgendo il personale e con la volontà di andare affondo ai problemi si possono ottenere ottimi risultati.

BIBLIOGRAFIA

Abo, T. 1994. *Hybrid Factory. The japanese production system in the United States.* s.l. : Oxford University Press, 1994.

Amadio, Alessandro. 2017. *World Class Manufacturing I Pilastrì, la dinamica e l'evoluzione di un modello eccellente orientato dalla lean Manufacturing e dai costi.* 2017.

—. **2017.** *World Class Manufacturing I Pilastrì, la dinamica e l'evoluzione di un modello eccellente orientato dalla lean Manufacturing e dai costi.* 2017.

Arici, Fuad Enes. 2020. *WCM: World Class Manufacturing Production System & Proccess Improvement.* 2020.

Bonfiglioli Consulting. 2010. *Il Lean Thinking dalla produzione alla progettazione.* s.l. : FrancoAngeli, 2010.

—. **2012.** *Lean World Class: una risposta concreta ed efficace per diventare più competitivi.* 2012.

—. **2016.** *Lean World Class: una risposta concreta ed efficace per diventare più competitivi.* 2016.

Braglia, M., et al. 2019. *Lean manufacturing tool in engineer to order environment: project cost deployment.* s.l. : Internationa Journal of Production Research, 2019.

Caruso, E. 2017. *Inventori e grandi imprenditori: Alfred Sloan e la general Motors.* 2017.

Cerruti, G. and Rieser, V. 1991. *FIAT: qualità totale e fabbrica integrata.* 1991.

Cerruti, Gian Carlo. 2015. *Il World Class Manufacturing alla Fiat e i dualismi sociali ed organizzativi della produzione snella.* 2015.

Chang, Ha-Joon. 2014. *Economia Istruzioni per l'uso .* 2014.

Chiarini, Andrea and Vagnoni, Emidia. 2014. *World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management, Management Accounting, Operations Management and Performance Measurement dimension.* 2014.

Cornacchia, L. 2018. *A WCM methodology application: the digitalization of the Upstream Check and its organizational impact on the line quality control system .* 2018.

Dahlgaard-Park, S.M. 2011. *The quality movement: Where ar you going? (Total Quality Management & Business Excellence) .* 2011.

Dal, B., P., Tugwell and Greatbanks, T.K. 2000. *Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement.* 2000.

Dale, B.G. 2003. *TQM: An overview.* 2003.

Davis, R.K. 1995. *productivity improvement through TPM: The philosophy and application of total productive maintenance.* 1995.

De Carlo, Filippo and Richardson Simioli, Gregorio. 2018. *Lean production and World Class Manufacturing: A comparative study of the two most important production strategies of recent times.* 2018.

De Felice, Fabio, Petrillo, Antonella and Monfreda, Stanislao. 2015. *Improving Operations Perfomance with World Class Manufacturing Technique: A case in automotive Industry.* 2015.

Di Nicola, Patrizio. 2006. *Da Taylor a Ford. Appunti per lo studio dello scientific management e della catena di montaggio.* s.l. : Ediesse, 2006.

- D'Orazio, Lorenzo, Messina, Roberto and Schiraldi, M. Massimiliano. 2020.** *Industry 4.0 and World Class Manufacturing: 100 Technologies for a WCM-I4.0 Matrix.* 2020.
- Falcone, Domenico, De Felice, Fabio and Petrillo, Antonella. 2014.** *Il World Class Manufacturing: origine, sviluppo e strumenti.* 2014.
- Flynn, B. B., Schroeder, R. G. and Flynn, E. J. 1999.** *World Class Manufacturing: An Investigation of Hayles and Wheelwright's Foundation.* s.l. : Journal of Operations Management, 1999.
- Galgano, A. 2008.** *Qualità totale. Il Metodo scientifico nella gestione aziendale.* 2008.
- Greene, A. 1991.** *Plant-wide systems: a world class prospective.* 1991.
- Gunn, T.G. 1987.** *Manufacturing for Competitive Advantage: Becoming a World Class Manufacturer .* 1987.
- Hayes, R. H. and Wheelwright, S. C. 1984.** *Restoring our competitive edge: Competitive trough manufacturing.* 1984.
- Holweg, M. 2007.** *The genealogy of lean production.* s.l. : Journal of Operations Management, 2007.
- Hreg, P.C.H. and Knutsen, D.H. 2016.** *Roadmap for Manufacturing Cost Deployment.* 2016.
- Johnson, H. T. and Kaplan, R. S. 1987.** *Relevance Lost The rise and Fall of Management Accounting.* 1987.
- Johnson, H. T. 1992.** *Relevance Regained-From top down Control to Bottom Up Empowerment.* 1992.
- Kennedy, M. and Florida, R. 1993.** *Beyond Mass Production. The Japanese system and its transfer to the US.* 1993.
- . **1995.** *Beyond Mass Production. The Japanese system and its transfer to the US.* s.l. : Oxford University Press, 1995.
- Ketter, S. and Massone, L. 2007.** *I pilastri tecnici del WCM (FCA Group).* 2007.
- Krafcik, John. 1988.** *Triumph of the Lean Production System.* 1988.
- Malindzakova, Marcela and Malindzak, Dusan. 2020.** *Linking the World Class Manufacturing System Approach witha Waste Management.* 2020.
- Maskell, B.H. 1991.** *Performance Measurement for World Class Manufacturing: a Model for American Companies.* 1991.
- Maslow, Abraham. 1954.** *Motivation and Personality .* 1954.
- Massaroni, Enrico, et al. 2014.** *Alla ricerca di un possibile principio evolutivo della teoria e della pratica d'impresa. Dinamiche di sviluppo delle modalità di produzione industriale.* 2014.
- McKone, Kathleen E., Schroeder, Roger G. and Cua, Kristy O. 2001.** *The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance.* 2001.
- Mendes, L. 2017.** *TQM and Knowledge management: An integrated approach towards tacit knowledge management.* 2017.
- Mroz, Andrezej. 2020.** *The role of product cost deployment in the early product management methodology within the wcm system- a case study.* 2020.
- Nachiappan, R.M., and Anantharaman, N. 2005.** *Evaluation of overall line effectiveness (OLE) in a continuous product line manufacturing system.* 2005.

- Nazir, S.M. 2012.** *World Class Manufacturing practices- The best strategy for Indian manufacturing organisations to endure in new millennium.* 2012.
- Ohno, T. 1988.** *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production.* 1988.
- Palucha, K. 2012.** *World Class Manufacturing model in production management.* 2012.
- Panati, G. and Golinelli, G.M. 1998.** *Tecnica economica industriale e commerciale.* 1998.
- Panizzolo, Roberto. 2020.** *Appunti delle lezioni Gestione snella dei processi anno accademico 2021-2022.* 2020.
- . **2021.** *Appunti delle lezioni Gestione snella dei processi anno accademico 2021-2022.* 2021.
- Payaro, Andrea. 2017.** *Lean Management: cose mai dette .* 2017.
- Porter, M: E. 1981.** *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors.* 1981.
- Powell, T.C. 1995.** *Total quality management as a competitive advantage: A review and empirical study.* 1995. pp. 15-37. Vol. Strategic Management Journal.
- Schonberger, J. Richard. 1986.** *World Class Manufacturing, The Lessons of Simplicity Applied.* 1986.
- Schonberger, Richard. 1982.** *Japanese manufacturing Techniques.* 1982.
- Sito Web Art Of Lean .** *Basic TPS Handbook.*
- Slack, Nigel, et al. 2019.** *gestione delle operations e dei processi.* 2019.
- Smith, Adam. 1776.** *Indagine sulla natura e le cause della ricchezza delle nazioni .* 1776.
- Taylor, W. Frederick. 1991.** *Principles of Scientific Management.* 1991.
- Vorne. 2019.** *TPM (Total Production Maintenance).* s.l. : leanproduction.com, 2019.
- Womack, James and Jones, Daniel. 2003.** *Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.* 2003.
- Womack, P. James, Jones, T. Daniel and Roos, Daniel. 1990.** *The Machine that changed the World.* 1990.
- www.mcsystemsrl.com.** <https://www.mcsystemsrl.com/testo-unico-sulla-salute-e-sicurezza-sul-lavoro/>.
www.mcsystemsrl.com. [Online] <https://www.mcsystemsrl.com/testo-unico-sulla-salute-e-sicurezza-sul-lavoro/>.
- Yamashina, H. and Kubo, T. 2002.** *Manufacturing Cost Deployment.* 2002.
- Yamashina, H. 2000.** *Challenge to world-class manufacturing.* 2000.
- . **1995.** *Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance.* 1995.
- . **1999.** *Manufacturing Cost Deployment.* 1999.
- . **2013.** *World Class Manufacturing Introduction.* 2013.