

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA

in

SISTEMI DI PRODUZIONE AVANZATI

**ELABORAZIONE ED IMPLEMENTAZIONE DI UNA METODOLOGIA
INNOVATIVA PER IL MIGLIORAMENTO DEI METODI DI
ASSEMBLAGGIO E DI COLLAUDO: il caso SCM Group S.p.A.**

CANDIDATO:

Maltoni Elia

RELATORE:

Chiar.ma Prof.ssa Mora Cristina

CORRELATORI:

Ing. Bagnoli Andrea

Ing. Tassoni Alessandro

Anno Accademico 2016/ 17

Sessione II

Non esiste uomo che non sia capace
di fare più di quanto pensa.”

[H. Ford]

... **A** chi mi sostiene
ogni giorno.

A. Indice

I. Abstract	6
0. Introduzione	7
0.1 Il target	7
0.2 Struttura dell'elaborato	8
1. L'Azienda	9
1.1 Generalità: SCM Group S.p.A.	9
1.2 Storia del gruppo	13
1.3 Dimensioni e risultati del gruppo	15
1.3.1 Brand del gruppo	16
1.3.2 Panoramica dei prodotti (Wood Industry)	16
1.4 Strong Reasons Why: i pilastri SCM Group	17
2. Il Taylorismo	19
2.1 Generalità	19
2.2 Origini	21
2.3 Varie sfaccettature del modello scientifico	22
2.4 Principi dell'organizzazione scientifica del lavoro	23
2.4.1 Metodo scientifico super partes	26
3. Benchmarking dei sistemi di analisi nel settore machinery	28
3.1 Ricerca dei metodi disponibili in letteratura	28
3.2 Esperienza sul campo in SCM Group	28

3.3 Benchmarking dei vari strumenti di analisi	32
3.3.1 Design for Assembly	39
3.3.1.1 Metodo di Boothroyd & Dewhurst	41
3.3.1.1.1 Applicazione DFA su componenti SCM	58
3.3.1.1.2 Analisi costi e benefici delle modifiche	67
3.3.2 Approccio scientifico adattato al background attuale	70
4. “SCM TIME and METHODS ENGINEER SYSTEM – Parte Metodi”	81
4.1 Generalità Tempi e Metodi	81
4.2 Proposta di gruppo	83
4.2.1 Proposta di gruppo: “Prevenire è meglio che curare”	89
4.2.2 Proposta di gruppo: Focus produzione serie	98
4.2.2.1 Format strumenti per attività in linea	102
4.2.2.2 Alcune regole tecniche di supporto	104
4.2.3 Attività di implementazione pilota	107
5. “Tiriamo le somme”	118
5.1 Prossimi passi	118
5.2 Piano di roll-out	118
5.3 Conclusioni	120
II. Bibliografia e Sitografia	125

I. Abstract

- *Obiettivo:*

Il presente elaborato espone il contributo del candidato nel processo di elaborazione di una nuova tecnica SCM Group per il miglioramento dei metodi di assemblaggio e collaudo di macchine utensili. Tale modello sarà di riferimento per l'analisi delle attività a valore e muda (spreco) per tutto lo SCM Group S.p.A. (5 Unità Tecnologiche legno) .

Facendo riferimento alle legioni romane, la tecnica vuole prima di tutto strutturare la strategia di attacco ovvero dichiarare come dovrebbero muoversi le legioni (personale SCM), poi enunciare ai singoli soldati (industrializzatori/ progettisti) come deve essere usata la spada (format strumenti) ed infine quali delle spade (strumenti) a disposizione servono per l'attacco in questione.

- *Lavoro svolto:*

Il progetto ha struttura che parte da uno studio di benchmarking dei sistemi di analisi (best practice) nel settore machinery, per poi convergere nell'approfondimento di una practice coerente ed adattata al background aziendale. Nel dettaglio, si analizzeranno ed utilizzeranno strumenti di analisi quali il Design for Assembly (DFA), in supporto alla progettazione per un "assembly-friendly", e l'Approccio Scientifico adattato a SCM Group, per così supportare e dare criterio alla rilevazione degli sprechi in fase di produzione di serie. Questi saranno i 2 approcci fondamentali con cui si procederà alla generazione di un nuovo metodo per le attività esecutive. Inoltre, in termini di completezza di analisi, oltre alla fase di produzione di serie, si investirà persino il processo di sviluppo nuovo prodotto (Diagramma Stage and Gate) per così allineare anche le fasi di acquisto e gestione dei nuovi prodotti-processi SCM, cercando di anticipare il più possibile (front-loading&concurrent engineering) la rilevazione delle inefficienze. Infine, vi sarà il supporto del candidato nell'elaborazione del nuovo metodo, nella conduzione di attività d'implementazione pilota e nell'elaborazione dei piani di roll-out multiplant che lo potranno in veste di trainer insieme al Team di Progetto.

- *Risultati ottenuti:*

I risultati ottenuti dall'applicazione del metodo innovativo sono stati soddisfacenti, perciò la tecnica proposta avrà riscontro reale e verrà implementata nel Gruppo entro fine 2018. In particolare, si sono incrementati i rendimenti delle linee osservate di circa una decina di punti percentuale sulla media consuntiva totale (e di conseguenza ridotti tempo e sforzo degli operatori), avendo rilevato numerosi sprechi sia nelle fasi di progettazione che direttamente in linea. In termini quantitativi (stimati) e considerati i 6 mesi di lavoro, SCM Group ha risparmiato circa 30.000 € su base budget 2017 (0,005% del fatturato 2016 di SCM Group) grazie all'applicazione pilota della nuova tecnica.

0. Introduzione

0.1 Il target

La necessità di un metodo nel lavoro in azienda è un concetto da cui non si può prescindere in nessun caso, infatti la prima causa di spreco è proprio quella di metter mano ad una qualsiasi attività senza criterio alcuno, in quanto le risorse non sono, sin da subito, indirizzate chiaramente. Questi sono i presupposti con cui, ormai da tempo, il colosso riminese del settore machinery “SCM Group S.p.A.” ha deciso di guardare al mercato, alla lungimiranza e smettere di essere un grande artigiano che non riesce a fare il passo successivo e proporsi, invece, al cliente come una grande azienda.

La nuova metodologia SCM è parte di un progetto di miglioramento più grande: porre criterio nella sua funzione “Tempi e Metodi” che, oltre ad essere svolta finora senza un metodo unificato, si basa sull’esperienza di pochi, carenti e costosi soggetti. Questa tecnica sarà perciò usata per istruire nuove e vecchie leve ed iniziare a formare metodisti e tempisti dei vari stabilimenti SCM, per poter così arrivare a regime nel minor tempo possibile. La parte “Tempi” sarà trattata subito dopo la parte “Metodi” ovvero il soggetto principale dell’elaborato in questione.

L’obiettivo da raggiungere è quindi quello di strutturare in SCM Group una nuova metodologia applicabile e conveniente che riguardi il processo produttivo e progettuale, unificato per tutte le 5 Unità Tecnologiche legno (Ute) italiane (Rimini, Thiene, Villa Verucchio Mare, V. V. Monte e Minimax (RSM)). Tale metodologia innovativa sarà il risultato di un benchmarking che ha portato a studiare e scegliere, tra i vari strumenti di analisi presenti nel mondo (D.F.(M.)A., Metodo Scientifico, S.M.E.D., F.A.R.E., L.S.S., F.M.E.(C.)A.), quelli che sembravano maggiormente congrui al background aziendale, seguito da un adattamento ed accorpamento dei selezionati per essere così indossato perfettamente dall’Azienda. Il concetto di adattamento è importante, in quanto ogni contesto varia per numerose caratteristiche e non può quindi vedere generalizzate le logiche di applicazione, cosa che invece la letteratura propone per semplicità. Il processo continua andando quindi ad applicare i vari approcci negli stabilimenti per riuscire, oltre a dimostrare la fattibilità del nuovo metodo, a trovare spunti di miglioramento che, tramite processi di analisi tecniche e problem-solving, devono essere portati a compimento per rendere così il metodo completamente allettante per i vari Responsabili di Stabilimento e Industrializzazione.

0.2 Struttura dell’elaborato

La tesi corrente si pone, quindi, come il risultato di tutto il processo descritto in precedenza, in particolare vede costruito:

- I. Nel I Capitolo è tracciata la descrizione generale dell'azienda SCM Group S.p.A. e dei suoi campi d'azione.

Sostanzialmente, si cerca di rendere chiara l'evoluzione e la crescita che SCM Group S.p.A. ha avuto durante gli anni nel settore machinery, ponendo l'accento sulla "Wood Industry".

- II. Nel II Capitolo sono enunciati i precursori della misurazione Tempi e Metodi, argomento cardine dell'elaborato e del progetto in azienda: F. W. Taylor e la sua opera "The Principles of Scientific Management" (L'Organizzazione Scientifica del Lavoro).

Questa parte vedrà una degustazione storico-qualitativa di quello che si mostra come un primo modello per l'analisi delle attività a valore e spreco, finalizzata a massimizzare efficienza, produttività (con conseguenti riduzioni in tempo e sforzo) e collaborazione nelle aziende del primo '900.

- III. Nel III Capitolo inizia l'elaborazione del progetto "Work-Shop Metodi" vero e proprio.

Qui, viene mostrata la parte iniziale ovvero il processo di benchmarking dei sistemi di analisi (best practice) nel settore machinery presenti in letteratura. Questo capitolo sarà lo step iniziale per convogliare verso un modello per l'analisi delle attività a valore e spreco, che sia di riferimento per tutto lo SCM Group. Inoltre, si sono descritti dettagliatamente e applicati su casi reali i sistemi di studio risultati maggiormente congrui al quadro SCM, in quanto necessari per comprendere gli strumenti a disposizione e per porre le basi verso un metodo strutturato e completo.

- IV. Nel IV Capitolo si espongono le decisioni finali riguardo alla proposta scelta come riferimento per tutto il gruppo SCM, suscitate posteriormente al percorso di ricerca, selezione e riflessione.

Essenzialmente, vengono delineati il come, il quando e il perché (struttura e funzione) della decisione finale del Team di Progetto, presentando anche un esempio pratico di come dovrà essere svolta un'attività di saving in SCM (attività di implementazione pilota).

- V. Nel V Capitolo si enunciano i passi da compiere per l'elaborazione del piano di roll-out multiplant per formare i vari industrializzatori SCM, successivo alla definizione della proposta finale "SCM TIME and METHODS ENGINEER SYSTEM - Parte Metodi".

In sostanza, si conclude l'elaborato riassumendone i risultati ottenuti ed enunciandone i To-Do per effettuare i futuri training interni ai metodisti SCM, oltre alle considerazioni finali sul trascorso in azienda.

1. L'Azienda

1.1 Generalità: SCM Group S.p.A.



figura 1.1 a: logo SCM Group (Wood Industry)

VISION:

Creare gli strumenti cosicché altri possano dare corpo a un'idea

MISSION:

Progettazione, produzione e distribuzione di macchine utensili, componenti industriali e fonderie.

IDENTITY:

- **PASSION:** è la passione per il nostro lavoro. È la centralità dell'uomo, il suo genio creativo, lo spirito d'iniziativa e la capacità di lavorare in squadra.
- **TECHNOLOGY:** è il rigore scientifico che trasforma la creatività in soluzioni altamente tecnologiche, accessibili e capaci di costruire vantaggi competitivi.
- **PERFORMANCE:** è l'impegno che si trasforma in risultati e il successo dei nostri partner che si affidano alle soluzioni SCM Group. È l'essere riconosciuti fornitori di "vantaggi competitivi che durano nel tempo".

Il gruppo è organizzato per Divisioni e Business Unit e coordinato da Direzioni Centrali e servizi comuni di eccellenza. Le Unità Tecnologiche raccolgono competenze omogenee industriali e di prodotto, sfruttando al massimo le sinergie. In particolare, progettano, producono e collaudano le diverse soluzioni tecnologiche per le Business Unit, secondo tre linee strategiche comuni:

- Lean Production: migliorare continuamente l'organizzazione produttiva (KAIZEN) eliminando gli sprechi e aumentando il valore delle soluzioni SCM Group a beneficio del cliente;
- Efficienza produttiva: ottenuta grazie all'organizzazione in Unità Tecnologiche specifiche per tipologia di prodotto;
- Integrazione completa del processo produttivo: dalla materia prima al prodotto finito (“from cradle to grave”) attraverso la piena interazione tra le diverse Divisioni del gruppo.

Fino al 2008, SCM Group si poneva come un aggregato di 18 aziende, dotate di tutte le funzioni. In seguito, l'Organizzazione ha deciso di evolversi in un Gruppo consolidato, unito dagli stessi valori (Passion, Technology e Performance), organizzato in 4 Divisioni e coordinato da Direzioni Centrali.

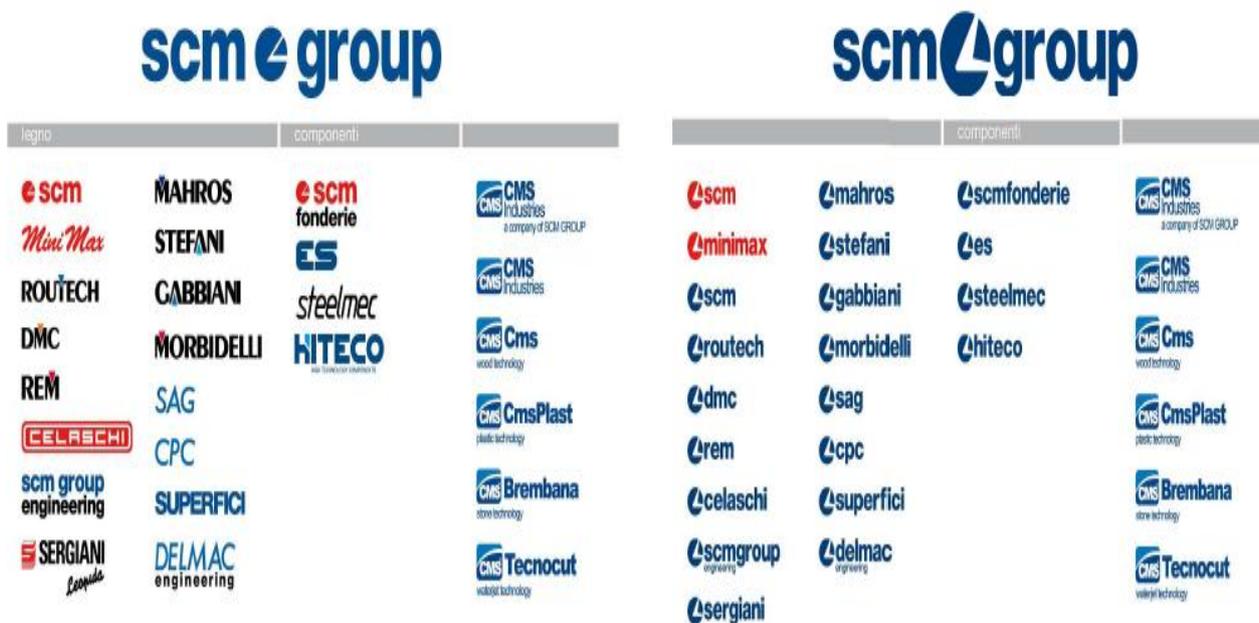


figura 1.3 a: struttura del gruppo SCM nel 2008 e nel 2011, rispettivamente

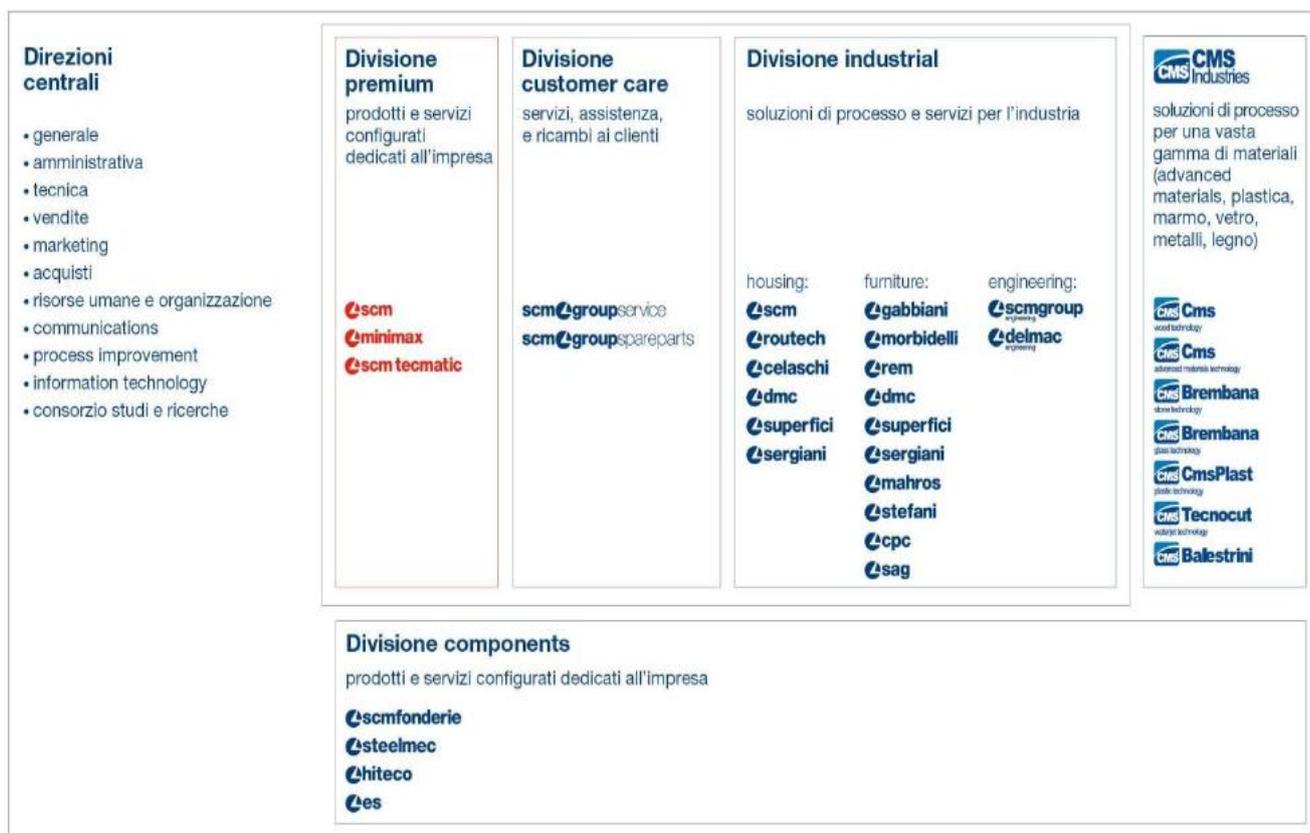


figura 1.3 b: struttura del gruppo SCM nel 2015

<u>Tecnologia</u>	<u>Stabilimenti</u>	<u>Marchi</u>
centri di lavoro, foratrici e macchine a flusso per housing.	Rimini (RN) Sinalunga (Siena) Vigolzone (Piacenza)	SCM ₁ , SCM ₂ , Morbidelli . Routech . Celaschi .
sezionatura, levigatura, pressatura e movimentazione.	Villa Verucchio (Rimini) Monza (MB)	SCM ₂ , Gabbiani, DMC, Sergiani, Mahros . Superfici .
bordatura e centri di lavoro.	Thiene (Vicenza)	SCM ₂ , Stefani .
assemblaggio e imballaggio.	Crespellano (Bologna)	CPC .
macchine classiche.	Villa Verucchio (Rimini)	SCM ₁ .
macchine professionali.	Gualdicciolo (Repubblica di San Marino)	Minimax .
macchine classiche e automatiche per il Brasile.	Sao Bento Do Sul (Brasile)	SCM Tecmatic .
componenti elettrici.	Falciano (Repubblica di San Marino)	ES .
componenti meccanici.	Villa Verucchio (Rimini)	Steelmec, Hiteco .
fusioni.	Rimini (RN) Villa Verucchio (Rimini)	SCM Fonderie . SCM Fonderie .

figura 1.3 c: marchi del gruppo SCM nel 2016

N. B. : SCM₁ per industriale; SCM₂ per artigiano.

Le Unità Tecnologiche (U.te) si avvalgono delle Profit Unit, le quali progettano e producono elementi industriali di elevata tecnologia e qualità, sia per le soluzioni del gruppo che per i più prestigiosi gruppi industriali.



figura 1.3 d: stabilimenti SCM Group Italia

1.2 Storia del gruppo

- ANNI '50 : Nel 1952, SCM nasce dall'iniziativa di due operai: L. Aureli e N. Gemmani, esperti del settore macchine agricole e getti in ghisa. La crisi del 1929 fu lo stimolo per costituire una società tra Aureli e Gemmani che, nel 1935, iniziarono a produrre il primo aratro: "L'invincibile". Nel dopoguerra, questa produzione fu riconvertita nelle macchine per il legno, un settore che cresceva di pari passo con l'edilizia della ricostruzione. Il primo prodotto di successo targato SCM fu proprio "L'invincibile", una combinata a più lavorazioni per il falegname che, rapidamente, conquista il mondo. Nel 1959, la produzione esplose e l'azienda si trova a esporre alla fiera di riferimento mondiale: la Ligna di Hannover (Germania).



figura 1.4: combinata legno "L'Invincibile B4" (1952)

- ANNI '60 : SCM entra nel segmento medio - alto della Wood Industry con la produzione della prima squadratrice automatica. Una fresatrice verticale e innovativa: "R9" si avvia a diventare il pantografo per legno più venduto sul mercato.
- ANNI '70 : SCM diviene la prima al mondo a realizzare una fresatrice a controllo numerico: Hipermach. Nel 1976, sviluppa i primi Centri di Lavoro per massello e sistemi per il serramento, ove ben presto raggiunge la leadership. Poi, il gruppo apre nuove filiali in Francia, Stati Uniti e Germania e istituisce una scuola per le tecnologie del legno atta a formare giovani provenienti da 40 paesi del globo.
- ANNI '80 : Dal 1985, SCM acquisisce Morbidelli (azienda leader nella produzione di foratrici), Gabbiani (specializzata nella sezionatura) e Dmc (specializzata nella levigatura), arricchendosi, così, di macchinari destinati alla grande industria del mobile. Inoltre, nasce all'interno del gruppo il CSR (Centro avanzato di Ricerca applicata) che svolge studi nel settore acustico, vibrazioni, polverosità e fluido-dinamica.
- ANNI '90 : Dal 1992, con l'acquisizione di Routech, Idm e Stefani (aziende leader nella bordatura), sviluppa le tecnologie per il processo di lavorazione di elementi in legno per l'edilizia. Pertanto, la gamma dei prodotti SCM diventa la più ampia esistente sul mercato e tutte le società del gruppo confluiscono in SCM Group S.p.A. che, con i suoi sistemi a controllo numerico per la produzione di serramenti, conquista la leadership mondiale.
- ANNI 2000 : Nel 2002, il gruppo festeggia i 50 anni con un grande evento al quale partecipano 15mila operatori del settore. SCM Group, attraverso l'acquisizione del gruppo CMS, entra anche nei settori del marmo, vetro, acciaio, plastica, leghe leggere e materiali compositi. Nel 2004, Elmag (conosciuta con i marchi Superfici e Valtorta) porta al gruppo il suo prezioso know-how nella finitura e verniciatura dei prodotti in legno, plastica, vetro e carta. Nel 2006, si inseriscono nel gruppo Sergiani (azienda leader nella produzione di presse e sistemi di pressatura), oltre a due realtà di grande tradizione come Casadei Macchine (noto nelle macchine per l'artigiano) e Delmac Group (specializzato in impianti di lavorazione del legno pannello e massello (parquet)). Nel 2008, SCM Group risente della crisi internazionale, ma reagisce prontamente con un piano industriale di rilancio e investimenti per 30 milioni di Euro in tecnologie e capitale intellettuale. Nel 2009, accede Rem (azienda abile nella produzione di centri di lavoro verticali per la foratura e l'inserimento della ferramenta) e nasce il sodalizio commerciale Casadei - Busellato.



figura 1.5: showroom SCM sede di Rimini (2017)

Infine, riferendoci all'attuale Consiglio di Amministrazione (CDA) SCM Group, vediamo:

- Adriano Aureli, Presidente Onorario.
- Giovanni Gemmani, Presidente.
- Andrea Aureli, Amministratore Delegato.
- Linda Gemmani e Alfredo Aureli, Consiglieri di Amministrazione.

1.3 Dimensioni e risultati del gruppo

SCM Group è il più grande gruppo italiano specializzato nella produzione di macchine per la seconda lavorazione del legno e secondo a livello mondiale. Ad oggi, grazie a una forte politica di espansione internazionale, SCM conta 20 filiali estere, di cui 9 in Europa, 6 nel Nord America, 3 in Asia, 1 in Sud America, 1 in Medio Oriente e 3 principali poli produttivi in Italia, per un totale di 300.000 m² di superficie produttiva. Con più di 3.000 dipendenti, 1.000 tecnici assistenza e oltre 350 distributori e agenti, il gruppo SCM vanta la più importante rete distributiva del settore e un eccellente servizio di assistenza post-vendita. Il frutto del costante impegno aziendale è dimostrato dagli ottimi risultati conseguiti nel 2015, anno nel quale SCM ha raggiunto un fatturato superiore ai 500 milioni di Euro (in aumento del 10% rispetto al 2014), un margine operativo lordo di 56 milioni di Euro, un utile netto di 17 milioni di Euro e debito azzerato. Con una quota export pari al 90%, il 2015 ha visto straordinari risultati anche sul mercato italiano con una crescita del 28% del business macchine. Nello stesso anno, il fatturato delle sole macchine da legno è stato superiore a 380 milioni di Euro, incrementato maggiormente nell'area Europa, con un aumento del 23% rispetto al 2014 e un numero di macchine vendute pari a 17.000.

Il 2016 è stato un anno altrettanto allettante, infatti SCM Group chiude l'annata passata con un fatturato di circa 600 milioni di Euro e, a tal proposito, il Corriere della Sera, riprendendo un articolo de "Il Sole 24Ore" (li 27 Dicembre 2016, Milano), dichiara¹:

“ SCM Group chiuderà un 2016 in crescita, raggiungendo i 600 milioni di Euro di fatturato, contro i 513 milioni dell'esercizio precedente, e una solida posizione finanziaria. [...] L'Asia è stata, senza dubbio, una delle aree dove il gruppo ha conseguito risultati più significativi. [...] Altri mercati importanti rimangono gli Usa e l'Europa, che hanno registrato un incremento significativo.”

1.3.1 Brand del gruppo

Il gruppo SCM progetta tecnologie adatte sia per la grande industria sia per l'artigiano e, durante il suo percorso di crescita, ha acquisito le migliori aziende specializzate nelle tecnologie di lavorazione del processo produttivo che gli hanno permesso di raggiungere la leadership del settore. Nell'ambito delle macchine e sistemi per la lavorazione del legno, SCM Group, opera attraverso i brand: Gabbiani (sezionatrici), Stefani (bordatura e squadra-bordatura), Morbidelli (centri di lavoro di foratura e fresatura per il pannello), SCM (centri di lavoro per il massello), Routech (centri di lavoro speciali per l'edilizia in legno), Celaschi (squadratrici e profilatrici), Dmc (levigatrici e calibratrici), Superfici (sistemi di finitura e verniciatura), Sergiani (pressatura), Mahros (soluzioni di movimentazione e automazione), Cpc (sistemi di assemblaggio e imballaggio), Minimax (macchine semi-professionali).

Nell'ambito della lavorazione di materiali plastici, compositi, pietra e vetro, SCM Group opera attraverso il brand CMS.

Infine, il gruppo si affida al marchio SCM Fonderie per i settori delle fusioni in ghisa, a Steelmec per le lavorazioni meccaniche e la carpenteria, a ES per i componenti elettromeccanici e quadri elettrici e ad Hiteco per gli elettromandri.



figura 1.6 a: acquisizioni e diversificazioni SCM Group fino al 2008

¹ rif. http://www.corriere.it/notizie-ultima-ora/Economia/Scm-Group-incrementa-fatturato-600-mln-2016-quota-export/27-12-2016/1-A_036917120.shtml?refresh_ce-cp

1.3.2 Panoramica dei prodotti (Wood Industry)

SCM Group S.p.A. vede Berloni, Swedwood (Ikea), Ferretti, Boing, Airbus, etc. tra i suoi molteplici clienti mondiali e da quasi 60 anni offre un'ampia gamma di macchine, da quelle standard per la falegnameria fino ai sistemi integrati per la produzione industriale di arredi ed elementi per l'edilizia in legno. Inoltre, attraverso aziende dedicate, oggi il gruppo produce anche macchinari per la lavorazione della plastica, della pietra, del vetro e dei materiali compositi. In figura 1.3c è stata mostrata una panoramica delle tecnologie SCM Group nella Wood Industry.

1.4 Strong Reasons Why: i pilastri SCM Group

Con grande attenzione rivolta ai suoi valori (Passione, Tecnologia e Performance), SCM Group basa il suo lavoro e la sua filosofia d'impresa su alcuni pilastri che ne rappresentano la chiave del successo:

- **Grande specializzazione:** Il gruppo produce la più ampia gamma di soluzioni e tecnologie per l'artigiano, l'industria del mobile, del serramento e dell'edilizia in legno, coprendo la totalità delle funzioni del processo. A questa straordinaria offerta, SCM Group affianca la progettazione di sistemi e linee integrate, vero fiore all'occhiello del gruppo, realizzate per soddisfare le esigenze specifiche delle grandi compagnie industriali nel mondo.
- **Servizio assistenza:** Altro elemento di unicità è la capacità di affiancare il cliente offrendo un eccellente servizio di assistenza pre- e post-vendita. Attraverso un network di assistenza internazionale, il quale conta su un team di oltre 1.000 tecnici, si garantisce un puntuale servizio in tutto il mondo che è frutto del know-how maturato da SCM nei suoi 65 anni di storia (la più longeva del settore). Inoltre, tale longevità si pone come garanzia di una relazione a lungo termine con i clienti, nonché di una durevolezza degli impianti offerti.
- **Ricerca e sviluppo:** L'innovazione tecnologica è uno degli asset principali del gruppo, il quale investe ogni anno almeno il 5-7% del fatturato in R&D. Una cifra notevole per offrire ai clienti soluzioni performanti e tecnologicamente punti di riferimento per il mercato. In più, SCM Group può vantare 500 brevetti registrati e più di 500 ingegneri che lavorano per garantire la creazione di impianti capaci di evolvere e anticipare i rapidi mutamenti del mercato. L'utilizzo di un evoluto sistema di PLM (Product Life-Cycle Management) permette la razionalizzazione della progettazione (attraverso un rigoroso processo di sviluppo di prodotto) e l'individuazione di piattaforme/ moduli funzionali comuni. Oltre a ciò, lo sviluppo applicativo dei nuovi prodotti si avvale di centri di competenza centralizzati:

- CSR (Consorzio Studi e Ricerche): sviluppa studi e sperimentazioni concernenti l'ottimizzazione vibro-acustica, sicurezza, interazione uomo-macchina, efficienza energetica, polverosità e fluidodinamica. Il Csr è un Laboratorio Altamente Qualificato, omologato dal MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca).
- Dmc high-tech (Laboratorio di ricerca): progetta e realizza soluzioni innovative per l'uso delle macchine ad abrasivo flessibile nel legno e in altri settori.
- CRIF (Centro di Ricerca per l'Industria Fusoria): fornisce servizi di sperimentazione, ricerca, certificazione e consulenza nell'ambito delle produzioni fusorie in ghisa e altre leghe.

Infine, per ciò che riguarda le proiezioni sul breve termine degli investimenti in R&D, in un articolo di A. Polazzi del 17 marzo 2016, Andrea Aureli (A.D. di SCM Group) chiarisce²:

“Per il triennio 2016-2018, l’obiettivo è continuare ad investire fortemente in R&D per soddisfare ogni richiesta di mercato. Grazie ad un’organizzazione di specialisti [...] stiamo sviluppando soluzioni tecnologiche avanzate ed estremamente competitive”.

- La formazione: l'orientamento formativo verso i giovani, sia di livello tecnico-progettuale che universitario, è uno degli asset che da sempre impegna SCM Group. Da questo presupposto, nascono le partnership con l'Università Cattolica di Milano (Master in International Management) e con Unimore (Master in Adaptive Manufacturing), dirette a formare tecnici qualificati nella progettazione e conduzione di macchine e impianti industriali. Inoltre, SCM è tra i fondatori e fornitori esclusivi della tecnologia per la lavorazione del legno nel CTL (Centro Tecnologico del Legno), polo formativo per i professionisti del settore in Val Poschiavo (Svizzera), e collabora con alcuni eccellenti centri di formazione in Europa, quali l'IFT (Institut für Fenstertechnik) di Rosenheim (Germania).

Infine, tra i punti di forza, sono da citare le persone SCM Group che fanno propria la sfida del cambiamento e che condividono i valori di passione, tecnologia e performance con il gruppo aziendale.

² rif. <http://www.newsrimini.it/2016/03/gruppo-scm-presenta-il-bilancio-fatturato-oltre-i-500-milioni-di-euro/>

2. Il Taylorismo



figura 2.1: F. W. Taylor (Germantown, 1856 – Filadelfia, 1915)

2.1 Generalità

Il termine Taylorismo indica un mutamento nell'organizzazione della produzione industriale e prevede una ripartizione scientifica dei carichi di lavoro. Con il passare del tempo, l'espressione ha assunto un significato più vasto, infatti si intende un'idea che indica tutti gli aspetti di un lavoro organizzato secondo criteri ripetitivi, parcellari e standardizzati, dove la mancanza di discrezionalità e di contenuti intelligenti è vista come una condizione necessaria per ottenere una resa produttiva più intensa e uniforme. In questi termini, ogni attività del ciclo produttivo è parcellizzata e ridotta alle sue componenti minime, ciascuna delle quali viene assegnata a un lavoratore. La successione continua di tali singole attività, stabilita in base a un ritmo di lavoro anch'esso scientificamente determinato, permette una produzione di qualità ai minimi costi per l'azienda, giacché consente al lavoratore di distribuire, in modo più equilibrato, le proprie energie nel corso della giornata lavorativa. A questo punto, spiegato il concetto nei suoi minimi termini, proseguiamo cercando di rispondere a una domanda ovvero se nel contesto attuale (di informatizzazione e automazione) del lavoro, servano ancora le tecniche di analisi dei metodi e dei tempi proposte da F. W. Taylor nei primi del '900.

Prima di tutto, non è da dimenticare che lo studio di queste pratiche ha un valore storico e metodologico, finalizzato a una migliore comprensione dell'evoluzione delle tecniche di studio del lavoro e ai processi di meccanizzazione; assunto che, però, non risponde alla richiesta sull'utilità dell'utilizzare tali strumenti. Banalmente, osservare il lavoro degli operai e rilevare la presenza dei principi fondamentali suggeriti dall'autore (uso di metodi razionali e omogenei da parte dei lavoratori, uso di strumenti standard e ottimali rispetto al compito da svolgere e omogeneità dei tempi nell'esecuzione dello stesso compito) potrebbe dare alcune risposte più soddisfacenti. Nel

lavoro di cantiere, si rilevano spesso casi di mancata applicazione dei principi di Taylor che portano entropia nei processi e inefficienza nel lavoro, citiamo:

- ridondanza di operazioni inutili per posizionamento errato di attrezzi e materiali,
- raro utilizzo delle due mani contemporaneamente da parte degli operatori, ma spesso sequenzialmente,
- utilizzo di attrezzi impropri per effettuare le operazioni o di attrezzi differenti per la stessa operazione,
- posture e movimenti differenti nell'esecuzione di operazioni simili,
- tempi diversi per eseguire le medesime operazioni e percezione di una mancanza del controllo dei tempi.

Altri esempi derivano dalle officine meccaniche, dove si rilevano notevoli differenze nelle dotazioni di attrezzi di operatori con la stessa mansione, posture improprie nell'esecuzione di attività e scarsa attenzione ai tempi di esecuzione che porterebbe conseguenze al lato cliente. Inoltre, perfino negli uffici pubblici si rilevano disomogeneità dei metodi di lavoro tra operatori differenti, connessa spesso a operazioni ridondanti, e una scarsa attenzione ai tempi, manifestata in prontezze di risposta molto diverse tra operatori che svolgono la stessa mansione. Nelle organizzazioni di servizi, dove il contributo del lavoro umano è spesso alto, l'attenzione ai metodi e ai tempi di lavoro non è soltanto finalizzata a migliorare l'efficienza, ma produce effetti diretti sul servizio beneficiato dal cliente, generando impatto significativo sull'efficacia. Detto ciò, tutte queste considerazioni portano a vedere come, ancora oggi, persista l'utilità e la necessità di utilizzare principi e metodi proposti dalla scuola classica sulla Organizzazione Scientifica del Lavoro, in quanto consentirebbero una attenzione maggiore verso il miglioramento dell'efficienza ed efficacia delle pratiche lavorative. In secondo luogo, va sottolineato come l'utilizzo opportuno delle suddette tecniche consenta di conseguire buoni risultati per rendere più salubre e sicuro il lavoro delle persone, con impatto significativo anche in termini ergonomici delle postazioni lavorative (Gilbreth). Inoltre, la presenza di soluzioni meccanizzate e automatizzate è spesso uno stimolo all'utilizzo di metodi e attrezzi razionali, oltre che a una maggiore attenzione ai tempi e al livello di servizio offerto. Per concludere, sembra doveroso ricordare sempre l'inadeguatezza dell'applicazione rigida e generalizzata delle logiche che stanno dietro un certo concetto e che potrebbero portare verso incomprensioni e conseguenze negative non trascurabili. Infatti, la possibilità di pervenire a un razionale controllo del tempo e dei metodi dipende sempre dall'insieme di condizioni di certezza - incertezza che regnano nell'ambiente organizzativo in un dato momento (misurabilità degli

obiettivi, standardizzazione dei processi, qualità delle competenze, natura dell'input, ...) . A questo scopo, facciamo uso di una citazione di William B. Ouchi, il quale dichiara³:

“Nelle organizzazioni postmoderne, il problema è quello di scoprire quell'equilibrio di socializzazione e misurazione che consente a una particolare organizzazione di conseguire la cooperazione fra i suoi membri nel modo più efficiente”.

Nel senso che è utile riscoprire la grande lezione dell' Organizzazione Scientifica, che imposta il lavoro all'ottimizzazione degli indici aziendali, ma necessita far attenzione a non cadere nell'ideologia e nella retorica dei numeri, perché noi siamo uomini e non macchine.

2.2 Origini

L'ingegnere americano Frederick Winslow Taylor è considerato il padre dell'organizzazione scientifica del lavoro. Di agiata famiglia borghese, Taylor fu costretto, causa malattia agli occhi, a interrompere gli studi da avvocato ed entrare come apprendista in una piccola officina meccanica di Filadelfia. Nel 1878, egli entrò alla Midvale Steel Co. (ove divenne ben presto capomastro) e riuscì in tre anni a far raddoppiare il rendimento delle macchine, vincendo la resistenza degli operai. Fu in questo periodo che ebbe inizio la sua lunga serie di accurati esperimenti nel campo della tecnica meccanica e dell'organizzazione del lavoro. Contemporaneamente, riuscì a laurearsi in ingegneria e nel 1890, divenuto ingegnere capo, lasciò la Midvale Steel Co. per la Manufacturing Investment Co. . In seguito, Taylor fece un'altra importante esperienza industriale alla Bethlehem Steel Co. e che, grazie a lui, divenne uno dei maggiori centri di metallurgia americana. Congedato nel 1901, decise allora di darsi alla consulenza in America ed Europa, fino alla morte avvenuta nel 1915.

Nella sua famosa opera intitolata “The Principles of Scientific Management” (“L'Organizzazione Scientifica del Lavoro”), Taylor sviluppa un approccio sistematico al problema della razionalizzazione dell'organizzazione aziendale, elaborando un set coerente di criteri normativi e regole pratiche in cui viene inquadrata tutta l'organizzazione aziendale, al fine di massimizzarne la produttività:

- One best way: sequenza di movimenti attuata dagli operai per arrivare al massimo rendimento con il minimo sforzo,
- Selezione scientifica della manodopera: ricerca dell'operaio giusto al posto giusto per ottenere così il massimo rendimento,

³ Ouchi W., 1981, Theory Z: how american business can meet Japanese challenge, Addison-Wesley

- Scomposizione dei cicli produttivi : l'estrema divisione del lavoro riduce le competenze dei lavoratori, ma permette di controllare maggiormente il ciclo di lavoro,
- Cronometrica: con il cronometro venivano misurati i tempi di lavoro con lo scopo di individuare ed eliminare le perdite,
- L'allenatore: gli operai dovevano seguire l'esempio del lavoratore che produceva al meglio, terminando nel minor tempo possibile,
- Pianificazione anticipata delle mansioni: si radunavano le conoscenze operaie e si convogliavano alla direzione che, a sua volta, le trasformava in ordini scritti. Il monopolio della conoscenza permetteva alla direzione di controllare anticipatamente le fasi del ciclo produttivo e renderlo, così, indipendente dal lavoratore. L'operaio non doveva più pensare, ma solo eseguire ("il principio dell'operaio burocrate"). Quello che emergeva era, quindi, una distinzione tra chi organizzava il lavoro e chi lo eseguiva (manager versus esecutore).

2.3 Varie sfaccettature del modello scientifico

F. W. Taylor fu un ingegnere impegnato in innovazioni tecniche, perciò non è proprio corretto considerarlo un sociologo. Eppure, a causa del carattere scientifico che volle imprimere al management e al lavoro umano, divenne uno dei personaggi più citati nella sociologia del lavoro e dell'industria. Per capire il vero significato della sua opera, è indispensabile tener presente che l'autore si trovò a operare in una fase dell'economia industriale americana segnata da un profondo contrasto tra le potenzialità materiali di sviluppo e l'arretratezza dell'organizzazione produttiva delle fabbriche. Egli fu tra i primi a cogliere questa contraddizione in un contesto di rapida espansione industriale, favorita dal progresso tecnologico e dalla forte immigrazione che segnò in modo particolare gli Stati Uniti a cavallo tra il XIX e XX secolo.

Spesso, al fenomeno del taylorismo si associa quello del fordismo, cioè l'organizzazione di fabbrica che, agli inizi del '900, venne concepita da Henry Ford per le sue industrie automobilistiche (Ford Motor Co.). In realtà, il fordismo applica il criterio della standardizzazione unicamente al lavoro operaio e alla catena di montaggio, non investendo anche il settore del management. Questo suggerisce uno sviluppo delle teorie tayloriste da parte di H. Ford, ma con un'applicazione pratica differente da quella di Taylor.

Un successivo tentativo di modificare il modello taylorista, pur mantenendone la rigida struttura organizzativa, è stato proposto nel corso degli anni '70 dal presidente della Toyota, Taiichi Ohno. Quest'ultimo ha teorizzato una pianificazione del lavoro di fabbrica nota in occidente come

“modello giapponese”, in altre parole il mondo della Lean Production (TPS – Toyota Production System).

Per evidenziare ulteriormente l'importanza detenuta dal concetto introdotto da Taylor nell'ambiente aziendale, diciamo che, ancora oggi, l'organizzazione scientifica del lavoro di Taylor è significativa perfino nello studio dei problemi della gestione delle risorse umane (HR), poiché ne rappresenta il primo modello compiuto di gestione del personale. Infine, stupisce anche l'attualità di alcuni aspetti della teoria, in particolare la necessità di formare la manodopera e di instaurare rapporti di collaborazione tra operai e direzione.

2.4 Principi dell'organizzazione scientifica del lavoro

In un'industria, Taylor riconobbe che fosse doveroso attuare un sistema di produzione aspirante al massimo con il minimo della fatica e del tempo (il concetto di efficienza). Di fatto, l'ideatore intendeva cancellare tutti gli sprechi di energia e di tempo (tempi morti), limitando i movimenti degli operai al minimo indispensabile. Per strutturare ciò, ideò i quattro principi cardine del metodo scientifico:

- Studio scientifico dei migliori metodi di lavoro.

Il I principio è il più noto, infatti, comprende tutte le prescrizioni che portano a decomporre il flusso naturale del lavoro manuale e a ricomporlo secondo criteri stabiliti dall'esterno (Task Management). La forza innovativa di questo principio è, quindi, da ricondursi alla rigida separazione tra progettazione ed esecuzione del lavoro, che non provocò soltanto una dequalificazione assoluta e indifferenziata del lavoro operaio, ma favorì anche la formazione di una larga fascia di addetti macchine (operai semi-qualificati capaci di alimentare le macchine, metterle in moto e arrestarle). Taylor è ben consapevole che il Task Management scatenerà l'opposizione della manodopera, perciò, per far accettare il nuovo metodo, propone una politica di alti salari che si oppone al cottimo (forma di retribuzione calcolata in base alla quantità di lavoro effettivamente fornito). Nel cottimo, il lavoratore è stimolato a fare più in fretta, invece, nell'Organizzazione Scientifica del Lavoro, il lavoratore deve eseguire rigorosamente quanto prescritto con premi di rendimenti per chi esegue con rigore i metodi previsti.

Secondo l'autore, gli step da percorrere per implementare efficacemente il metodo sono:

- selezionare un gruppo di lavoratori (10-15 operai) che siano particolarmente abili nel lavoro che s'intende riorganizzare. Dopodiché, il loro lavoro va analizzato in ogni singolo movimento in rapporto al tempo, alla posizione fisica, alla frequenza d'uso degli strumenti manuali, etc. .

- individuare ed eliminare i movimenti falsi, inutili e dettati da pigrizia, ricomponendo, così, il comportamento lavorativo montando i singoli movimenti, risultati più razionali. Poi, standardizzare tutti gli utensili e le attrezzature in base a rapporti ottimali tra peso, forma, frequenza d'uso, etc., fissando un tempo ottimale di esecuzione del lavoro che tenga conto delle pause fisiologiche. Questo servirà per addestrare il gruppo selezionato dei lavoratori sperimentali.
- accertata la possibilità dei lavoratori di eseguire il lavoro riorganizzato e per un tempo prolungato, lo si diffonde al resto dell'officina.

Lo scopo del metodo scientifico è di ottenere un lavoro standardizzato, sia in termini quantitativi sia qualitativi, con un rendimento doppio/ triplo rispetto a quello ottenuto con i modelli passati. Il ritmo ottimale del lavoro è quello per cui un lavoratore, al termine della giornata, avverte il bisogno piacevole di riposarsi, senza però sentirsi spossato e con un ulteriore vincolo che egli possa mantenere quel ritmo a lungo negli anni senza logorarsi (concetto di ergonomia). Il I principio comprende, perciò, le prescrizioni che portano a ricomporre il lavoro umano in base ai nuovi principi e che costituiscono la formulazione originaria della misurazione Tempi e Metodi, accolta nelle industrie odierne.

• Selezione e addestramento scientifico della manodopera.

Il II principio sostiene che l'assunzione della manodopera e la sua assegnazione ai vari lavori devono rispettare criteri rigorosamente scientifici, cioè seguendo il principio universale de "l'uomo giusto al posto giusto". I presupposti sono che ogni uomo è di prima categoria per qualche genere di lavoro, non v'è nessun uomo che possa svolgere ugualmente bene ogni lavoro e non c'è nessun uomo che non sappia essere di prima categoria in qualche attività. Per tale ragione, sono i tecnici dell'organizzazione scientifica del lavoro che devono pervenire a un'allocazione razionale dei ruoli lavorativi. Infatti, Taylor è convinto che per ogni tipo di lavoro sia possibile trovare le persone più adatte in base a criteri attitudinali, applicati da un ufficio apposito che abbia il compito di assumere e addestrare la manodopera diretta. L'istituzione dell'ufficio per la selezione e l'addestramento scientifico della manodopera risponderebbe allo scopo di eliminare una delle maggiori fonti di instabilità e di arbitrio all'interno delle imprese, oltre all'abitudine di dare carta bianca ai capireparto. Di fatto, il II principio porta, come immediata conseguenza, alla nascita di una nuova figura aziendale (quadro tecnico intermedio con funzioni di staff) che avrebbe poi giocato un ruolo chiave nelle grandi aziende del XX secolo.

• Sviluppo dei rapporti di stima e di collaborazione tra direzione e manodopera.

Il III principio denota che le suddette profonde innovazioni non possono avvenire per imposizione gerarchica, ma ricercando il consenso dei diretti interessati. Vi è però una difficoltà non trascurabile

del come sia possibile ottenere il consenso da persone cui si chiede di lavorare più intensamente, con maggiore disciplina e con minori margini di discrezionalità. In primis, Taylor suggerisce che ciò sarebbe reso possibile da un aumento della retribuzione e, in secondo luogo, mediante una direzione del personale capace di ascoltare i dipendenti e di ottenerne fiducia tramite equità garantita dai criteri scientifici della sua azione. L'autore polemizza contro l'uso del cottimo e al posto del quale propone un premio di rendimento basato su criteri opposti, cioè anziché pagare la produzione in più rispetto a una quota minima stabilita, Taylor suggerisce la possibilità di dare un premio ai lavoratori che seguono fedelmente tutte le prescrizioni ovvero fornendo alla fine della giornata esattamente la quota di produzione calcolata dall'Ufficio Programmazione. In caso contrario, il premio sarà decurtato in proporzione alla quota di produzione mancante. Questo metodo rispecchiava la convinzione dell'ingegnere secondo cui l'efficienza produttiva nasce più dal rispetto delle regole, piuttosto che dall'iniziativa individuale. Di fatto, Taylor è consapevole che l'incentivo economico da solo non è sufficiente, perciò insiste lungamente sulla necessità che i dirigenti sviluppino comunicazioni e contatti con i propri sottoposti. Inoltre, i canali di comunicazione individualizzati devono servire a evitare che i lavoratori si rivolgano al sindacato per farsi tutelare in caso di conflitto. Taylor era contrario al sindacato e si batteva contro ogni vincolo che l'azione sindacale avrebbe potuto imporre alla libertà dell'impresa nella gestione scientifica del personale. Egli si rassegnò all'esistenza del sindacato solo negli ultimi anni della sua vita, raccomandando però che l'azione sindacale non invadesse il campo dell'organizzazione del lavoro, la quale doveva rimanere prerogativa esclusiva della direzione aziendale.

- Uniforme distribuzione del lavoro e delle responsabilità tra amministrazione e manodopera.

Il IV principio intende affermare che l'efficienza di un'impresa non dipende soltanto dalla razionalizzazione del lavoro operaio in officina (ristrutturazioni interne), ma anche dalla radicale riorganizzazione dell'intero apparato direttivo aziendale. In altri termini, il taylorismo non consiste soltanto in un nuovo modo di lavorare dell'operaio, ma in un nuovo modo di comandare. Di norma, nelle fabbriche tradizionali, vi era scarsità di personale dirigente, cosicché i pochi capi erano sovraccaricati di lavoro di vario genere, tanto da non riuscirlo a terminare nei tempi previsti. Per questo motivo, i dirigenti cercavano di superare le difficoltà scaricando parte dei compiti sui propri sottoposti, ma questi, a loro volta, dovevano già svolgerne di altri. Si generava, così, una struttura gerarchica di tipo militare e l'unico modo per risolvere il problema era organizzare l'azienda in modo da restringere l'arco delle responsabilità affidate ai singoli soggetti. Secondo Taylor, le mansioni e le responsabilità dei lavoratori, dei quadri e dei manager devono essere chiarite e definite. Data la difficoltà di reperire persone dotate di conoscenze ed esperienze in tutti i campi e per evitare che i capi siano oppressi da numerose ed eterogenee mansioni, l'azienda deve essere

organizzata con una rigorosa pianificazione dei compiti, cosicché si restringa l'arco delle responsabilità affidate ai singoli soggetti. Questo comporta la moltiplicazione dei quadri intermedi, l'individuazione degli specifici campi di competenza e l'ancoraggio delle prestazioni a norme e procedure prestabilite dalla direzione. Si passa, perciò, da una direzione di tipo gerarchico puro (militare) a un management funzionale, in cui i sottoposti non fanno riferimento a un solo capo, ma a una pluralità di superiori, ciascuno dei quali si occupa di un aspetto particolare del lavoro. Nasce, perciò, una poderosa burocrazia di fabbrica, concepita come strumento di efficienza e di conformità alle direttive del vertice, comprendente otto diverse figure di capi, ciascuna con compiti diversi e in cui la massima dirigenza interviene soltanto nei casi eccezionali ovvero dove non è prevista competenza a livello inferiore. Le otto figure che Taylor predilige a presidio delle diverse mansioni aziendali sono addetto alle schede di istruzione (1), addetto ai cicli e agli ordini di lavoro (2), addetto alla velocità di esecuzione (3), addetto ai tempi e ai costi (4), addetto alla manutenzione (5), addetto ai rapporti disciplinari (6), caposquadra (7) e ispettore (8).

2.4.1 Metodo scientifico super partes

Dall'esposizione dei suoi quattro principi fondamentali, l'Organizzazione Scientifica del Lavoro appare come una raccolta di dottrine e ricette di tipo organizzativo – manageriale, volta ad affermare la supremazia dell'organizzazione aziendale su ogni componente umana che vi lavora. La legittimazione di tale primato risiede nel ricorso alla scienza e nel postulato dello “One Best Way”, cioè esiste sempre un'unica soluzione ottimale per ogni problema ed è raggiunta solamente usufruendo di metodi scientifici di indagine. La ricerca dello “One Best Way” non garantirebbe solo una maggiore efficienza alla soluzione ottimale, ma ne fornirebbe anche una superiorità politica, poiché la fa apparire super partes grazie alla sua scientificità. Di fatto, tutti devono adeguarsi alle norme e ai limiti dettati dalla scienza:

- gli operai nell'esecuzione materiale della produzione,
- i tecnici nell'analisi dettagliata delle procedure lavorative e nella ricerca dei possibili miglioramenti produttivi,
- i dirigenti e proprietari devono piegarsi alle prescrizioni scientifiche, le quali stabiliscono i limiti oltre i quali non è possibile richiedere super-prestazioni alle macchine o sforzo eccessivo alla manodopera (mod).

Siamo di fronte a una versione idealizzata dell'organizzazione scientifica del lavoro che, tuttavia, risponde perfettamente alla convinzione di Taylor che la scienza sia neutrale e che una sua rigorosa applicazione possa portare verso benefici per le persone. Taylor, a questo proposito, osserva⁴:

“L'uomo che si trova alla testa dell'azienda è sottoposto, come l'operaio, alle regole sviluppate attraverso migliaia di esperimenti e alle norme eque. Il codice delle leggi è giusto e quelle questioni, che con gli altri sistemi sono oggetto di giudizio arbitrario e perciò possono portare a disaccordi, sono state oggetto del più accurato e attento studio al quale hanno preso parte sia il lavoratore che la direzione, portando alla soddisfazione di entrambe le parti”.

Infine, da sottolineare è il profondo processo di burocratizzazione cui il taylorismo sottopone le fabbriche. Si tratta di un processo ambivalente che, da un lato, vede la crescita della burocrazia di fabbrica come lo strumento più efficace per garantire il completo controllo della direzione su tutto il processo produttivo, dall'altro che la precisazione di norme universali fornisce la certezza di un diritto ovvero il limite massimo dello sfruttamento.

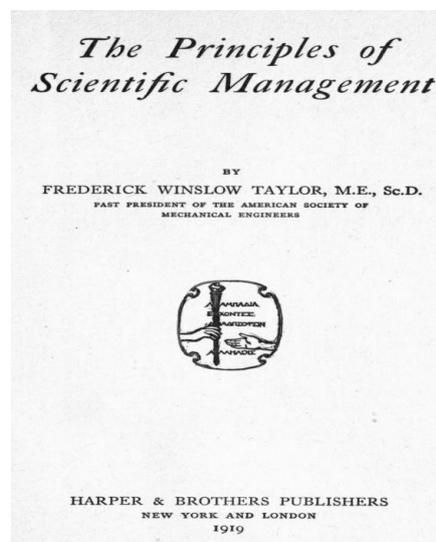


figura 2.2: “The Principles of Scientific Management” di F. W. Taylor, 1919

⁴ Bonazzi G., 2016, Storia del pensiero organizzativo, 14° edizione, Franco Angeli.

3. Benchmarking dei sistemi di analisi nel settore machinery

3.1 Ricerca dei metodi disponibili in letteratura

Lo scopo ultimo del progetto in SCM Group è istituzionalizzare un metodo che permetta di migliorare i processi evidenziandone le attività non a valore aggiunto e consentendone la loro eliminazione/ riduzione. Tenendo sempre presente questo obiettivo, si è andati a effettuare delle ricerche sui vari strumenti che vengono utilizzati nel mondo e nel contesto aziendale in questione, studiandoli nel dettaglio e analizzandone la procedura suggerita. Dopo alcune ricerche e cercando di dare sempre una struttura ai vari elementi trovati, si sono esplosi i seguenti:

- Design For Assembly (DFA);
- Approccio scientifico di Taylor con supporto di Gilbreth;
- Metodo del F.A.R.E.;
- Single Minute Exchange of Die (S.M.E.D.);
- Failure Mode and Effects (Criticality) Analysis (FMEA-FMECA);
- Lean Six Sigma (D.M.A.I.C.);

I metodi proposti sono quelli che non sono stati immediatamente scartati (come invece è stato fatto per il metodo P.A.P.S.A. (puro brainstorming)) e saranno, perciò, oggetto di discussione dei prossimi paragrafi per andare a valutarne la praticabilità, la coerenza e le criticità rispetto al quadro dell'azienda in esame: SCM Group S.p.A. (sezione Wood Industry).

3.2 Esperienza sul campo in SCM Group

Rispetto al contesto aziendale, per essere in grado di valutare la coerenza e i vantaggi/ svantaggi dei vari metodi presenti in letteratura, occorre essere a conoscenza del background SCM Group. Questa conoscenza non può prescindere dal contatto diretto con il suo campo produttivo, con gli addetti e con la sua filosofia di lavoro. Per questo motivo, ci si è immersi nell'ambiente SCM Group con presentazioni e visite effettuate nelle varie Unità Tecnologiche italiane (U.te). L'approccio conoscitivo si è svolto in due step successivi: osservazione dall'alto e osservazione nel dettaglio, cioè prima si è esaminato il contesto SCM in macroscopico, poi ci si è focalizzati nel particolare delle sue varie unità elementari costituenti.

Per un primo contatto con l'ottica globale dell'Organizzazione, sono state mostrate delle presentazioni da parte dei Lean Manager incaricati, i quali hanno descritto in dettaglio il metodo lavorativo, i pilastri, la struttura e il mondo del Lean Thinking applicato a SCM Group. Da questa prima analisi, si evince che SCM Group è una realtà fortemente in linea con il mondo della Lean Production e ben strutturata in ogni suo contesto. In particolare, si è osservato come, grazie all'approccio Lean applicato alle varie strutture, ci siano stati miglioramenti in produttività (pz/turno) e rendimenti ($T_{\text{standard}}/T_{\text{consuntivo}}$), con intervallo di oscillazione dal +10% al +40%.

Il risultato raggiunto durante gli anni è sempre posto ben in vista degli operatori, infatti girando per la produzione dell'Headquarter riminese, si notano vari grafici dove, ad esempio, si mostra il miglioramento in termini di riduzioni del numero dei malfunzionamenti rilevati post-vendita dal 2011 al 2014.

L'applicazione delle linee guida della Lean al gruppo industriale (modificate in base al contesto di applicazione in esame) è stato, perciò, il passo precedente alla riduzione in dettaglio degli sprechi nelle varie stazioni/ unità fondamentali. Lo step successivo, quindi, sarà quello di focalizzarsi sulle varie funzioni e attaccare gli sprechi, gli errori e le non conformità del processo. In particolare, il progetto presente si concentra sull'attività Metodi (Time & Methods) e cerca di stabilire un criterio per ridurre/ eliminare quelle attività non a valore presenti nei vari ambiti produttivi aziendali, investiti dalla Funzione Industrializzazione.

Successivamente, per quanto riguarda il contatto diretto con Produzione, Uffici Tecnici, Miglioramento Industriale, Industrializzazione e il restante personale, si sono svolte numerose visite sul campo in alcuni degli stabilimenti produttivi (U.te legno) di SCM Group presenti sul suolo italiano: U.te di Rimini (Headquarter, RN), U.te di Villa Verucchio Mare (RN), U.te di Villa Verucchio Monte (RN), Minimax (RSM) e U.te di Thiene (VI). In primis, è stato presentato il background dell'Unità Tecnologica di Rimini (Headquarter di SCM Group), dove sono state visitate le varie linee di produzione e messi in evidenza i vari metodi/ strumenti di lavoro. Dopo varie visite al plant produttivo, si evince che il lavoro risulta ben strutturato e coerente con le logiche Lean. Il contesto riminese tratta prodotti (macchine e impianti per la lavorazione del legno) di media-grande dimensione (dal Massello di circa 5x1 m ai Centri di lavoro di circa 15x4 m), assemblati in 3 linee produttive, 2 linee di pre-montaggi e piazzole per Foratrici, Massello e Centri di Lavoro complessi. Come Tecnologie di prodotto si hanno, quindi, Centri di lavoro, Foratrici e Massello con un medio - alto contenuto di varianti e speciali. La seconda U.te presentata è stata quella di San Marino (Minimax, RSM). Si è visitato l'ambiente di produzione, gli strumenti di lavoro e i prodotti imballati pronti per essere spediti. Minimax serve clienti artigiani con macchine semi-professionali, di piccola dimensione e con basso contenuto di varianti e speciali di prodotto, per la maggior parte

esportate nei paesi dell'Est Europa. L'ambiente produttivo rivela la presenza di 5 linee distribuite su 2 livelli: al piano terra si trattano tecnologie di prodotto come Macchine Classiche, Toupie, Seghe e Levigatrici, mentre al superiore troviamo Bordatrici e Foratrici. Fatta eccezione delle dimensioni dello stabilimento e di alcuni dettagli organizzativi, il plant sammarinese non si discosta dagli altri presentati. In seguito, si sono visitati i due stabilimenti produttivi situati in Villa Verucchio (RN). Per quanto riguarda la U.te di Villa Verucchio Monte, si parla di un contesto più stabilizzato e con minori criticità, infatti tratta prodotti con basso contenuto di varianti e speciali. Questo porta al background benefici in termini di organizzazione del lavoro, ma ovviamente non le preclude dagli ordinari problemi aziendali. Dopo varie visite sul campo, si è potuto enucleare che il lavoro risulta, anche per questo contesto, ben strutturato e coerente con le logiche Lean. I prodotti trattati sono di piccola - media dimensione e le tecnologie di prodotto vedono macchine Levigatrici, Foratrici, Seghe Classiche e Bordatrici, distribuite in 5 linee di assemblaggio, 1 di premontaggio più alcune piazzole per prodotti più complessi. Invece, per ciò che concerne la U.te di Villa Verucchio Mare, si parla di un plant che tratta prodotti di grande dimensione e con alto contenuto di varianti e speciali. Le tipologie di tecnologia trattate sono Sezionatrici, Levigatrici, Movimentazione e Presse, le quali vengono assemblate in 2 linee cadenzate, 2 linee prive di TKT (Takt Time) e diverse piazzole per tecnologia. Infine, si è visitato lo stabilimento produttivo di Thiene (VI). La U.te di Thiene mostra uno sfondo simile agli altri plant presentati, infatti comprende assemblaggio di prodotti (macchine e impianti per la lavorazione del legno) di media e di grande dimensione, con un alto contenuto di varianti e speciali nelle varie configurazioni di prodotto finito, i quali vengono assemblati in 5 linee produttive e alcune piazzole che comprendono, tra le altre tecnologie di prodotto, Bordatrici e Foratrici.

Di fatto, quanto descritto porta a dedurre come si possa pensare di generare un metodo universalizzato e standardizzato per le U.te presentate sul suolo italiano, in quanto, a parte casistiche ordinarie particolari, i plant risultano avere background, prodotti e metodiche che sono, in linea di massima, simili tra loro. Oltre a ciò, occorre definire il parametro fondamentale per la prima selezione in merito alla coerenza, vantaggi e svantaggi dei metodi con il contesto aziendale SCM.

In SCM Group, siamo nel caso di linee di assemblaggio manuale (a cadenza fissa, cioè macchine introdotte a intervalli regolari, secondo TKT definito) di macchine e attrezzature per la lavorazione del legno, ad alta ripetitività di operazioni. Nel background SCM, l'utilizzo delle linee di assemblaggio manuale è favorito da buoni volumi di prodotto, da articoli con caratteristiche di modularità (gruppi operatori), dalla suddivisione in pacchetti delle varie tipologie/ configurazioni di tecnologia e dalla difficoltà di automatizzare alcune operazioni in linea. Inoltre, grazie anche alla suddivisione delle macchine in pacchetti in base al proprio tempo di lavoro (figura 3.1b: macchina

complessa (tondo) = 1 pacchetto; macchina media (rettangolo) = 1/2 pacchetto; macchina semplice (triangolo) = 1/3 pacchetto), è possibile realizzare linee “single o mixed model”, cioè, rispettivamente, linee seriali con medesime o differenti tipologie di tecnologia.

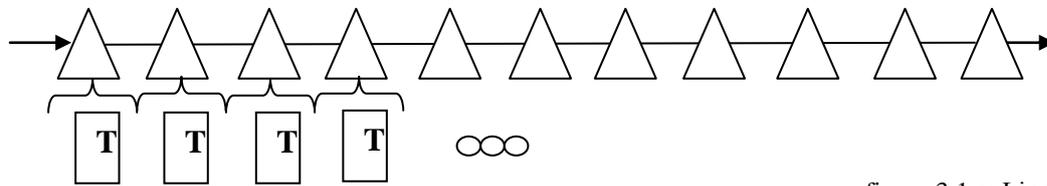


figura 3.1 a: Linea “Single Model”

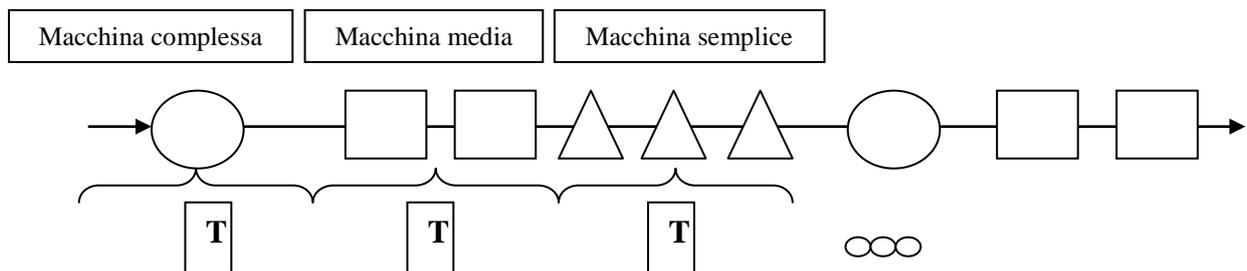


figura 3.1 b: Linea “Mixed Model”

Nell’immagine seguente (figura 3.2), si mostra un esempio di linee di assemblaggio “single model” nello stabilimento sammarinese (Minimax). Inoltre, si può notare il sistema di movimentazione delle macchine in linea, le quali sono collegate tra loro tramite catena di traino metallica e adagate su piane mobili.



figura 3.2 : linea di assemblaggio di seghe-toupie in Minimax (RSM)

3.3 Benchmarking dei vari strumenti di analisi

Dopo la fase di contatto e conoscenza del contesto aziendale di SCM Group, si è in grado di definire quali termini si possono ritenere corretti e coerenti con le varie metodologie di lavoro e l'ambiente aziendale. Tenendo conto dell'obiettivo del progetto e dei parametri SCM Group analizzati nel paragrafo antecedente, si va compiere una selezione più stringente dei vari metodi trovati in letteratura. Questi vengono descritti in termini applicativi, per poi valutarne i vantaggi e svantaggi in termini SCM Group e quantificarne, così, la coerenza con l'obiettivo in una scala di punteggio da Non Coerente a Coerente.

Obiettivo: <u>“Istituzionalizzare, in SCM Group, una metodologia che permetta di migliorare i processi, evidenziandone le attività non a valore aggiunto e consentendone la loro eliminazione/ riduzione.”</u>				
Metodologia	Come viene implementato	Aspetti chiave per applicazione in SCM Group	Aspetti critici per applicazione in SCM Group	Coerenza con obiettivo
1. Design For Assembly	<p>1) <u>Indagine preliminare</u>: <i>definire, enumerare e nominare i componenti del sistema;</i> <i>individuare e specificare in dettaglio le giunzioni;</i> <i>definire (se presenti) sotto-assemblati significativi.</i></p> <p>2) <u>Sviluppo diagramma a blocchi</u>: <i>tracciare struttura gerarchica del sistema tramite grafico di supporto, con livello di dettaglio adeguato alla comprensione ed analisi;</i> <i>definizione sottosequenze di assemblaggio dei sottosistemi e sequenza di assemblaggio.</i></p> <p>3) <u>Analisi assemblabilità AS-IS</u>: <i>calcolo dei tempi di assemblaggio (T_a), numero minimo delle parti e indice di efficienza (DFAindex):</i> <i>$-T_a = \#_{componenti} * (T_h + T_i)$</i> <i>con $T_i =$ tempo inserzione e $T_h =$ tempo di handling</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Adatto alle attività in fase di progettazione (ufficio tecnico) per migliorare le condizioni di assemblaggio di un prodotto e risparmiare in tempo - Buon livello di dettaglio e conoscenza del processo/ prodotto (know-how) - Adatto al contesto di linee di assemblaggio manuali ad alta ripetitività delle operazioni - Dati quali – quantitativi - Presente condivisione dei risultati - Metodo strutturato 	<ul style="list-style-type: none"> - Medio - alta complessità di applicazione - Necessità di know-how meccanico 	Coerente

<p>Design For Assembly</p>	<p>-$DFA_{index} = (t_{min} * \#_{min, comp}) / T_a$; 4) <u>Sviluppo modifiche</u>: ridurre il numero di componenti, facilitarne la manipolazione/ inserzione e modificare tipologie e posizioni della giunzione. 5) <u>Analisi del riprogettato (TO-BE)</u>: ripetere step 3 sul nuovo progetto. 6) <u>Confronto e valutazione risultati</u>: Valutazione incidenza dei singoli interventi migliorativi sul T_a, confronto T_a e DFA_i tra AS-IS e TO-BE (a parità di $\#_{parti}$) e (se ritenuto opportuno) analisi dei costi associati: $C_a = T_a * C_{h,mod}$. 7) <u>Report della valutazione</u>: trascrizione della valutazione per condividerla con i vari process owners.</p>			
<p>2. Approccio di Taylor (supportato da Gilbreth)</p>	<p>1) <u>Selezione campo d'applicazione</u>: definizione dell'oggetto di studio (cause di inefficienza → 4M: Materials, Men, Machines, Movements). 2) <u>Mappatura del processo</u>: capire qualitativamente dove risiede il problema e le sue cause scatenanti. -movimentazione: analisi del tipo, cioè se ci sono minuterie, attrezzature, componenti o informazioni non prettamente efficienti dal punto di vista dell'ottimizzazione (es: spaghetti chart per valutare i movimenti dell'operatore in stazione). -rilavorazioni/errori: analisi del processo ponendosi domande con approccio critico, partendo dalle fasi finali (supplier,</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Adatto alle fasi di lavoro in linea per ridurre i tempi di assemblaggio - Adatto al contesto di linee di assemblaggio manuali ad alta ripetitività delle operazioni - Buon livello di dettaglio e conoscenza del processo/ prodotto (know-how) - Versatilità del metodo - Dati quanti – qualitativi - Presente condivisione dei risultati - Metodo strutturato 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessità di esperienza sul campo - necessità di know-how meccanico 	<p>Coerente</p>

<p>Approccio di Taylor (supportato da Gilbreth)</p>	<p><i>collaudo, ...) per poi risalire a monte al fine di capire le radici del problema. Inoltre, individuare le non conformità da eliminare.</i></p> <p><i>-ergonomia: analizzare le caratteristiche ergonomiche del processo di lavoro e dell'operatore, andando a correggere i dati moltiplicandoli con classi di coefficienti, in base al contesto. Inoltre, ridurre al minimo gli sforzi non adatti a un lavoro in sicurezza/ salute e controllare che possa essere adatto come attività prolungata nel tempo. Infine, controllare che il lay-out sia corretto per un lavoro efficiente.</i></p> <p><i>-ottimizzazione: cercare di incrementare la velocità di montaggio di un'operazione attraverso la ricerca delle soluzioni da implementare sul campo.</i></p> <p>3) <u>Esame e sviluppo metodi:</u> <i>analisi critica coinvolgente le attività e fasi improduttive, ponendosi domande circa lo scopo, il luogo, la sequenza, la persona e la modalità.</i></p> <p><i>Esempio:</i></p> <p><i>i) qual è lo scopo dell'operazione?</i> <i>Necessaria?...</i></p> <p><i>ii) dove è svolta l'operazione? Luogo adatto? ...</i></p> <p><i>iii) quando è eseguita? Anticiparla? ...</i></p> <p><i>iv) chi esegue l'operazione? Qualcuno potrebbe eseguirla meglio (Skills Check)? ...</i></p> <p><i>v) come è eseguita? Il materiale è adatto? La macchina? ...</i></p>			
--	---	--	--	--

<p>Approccio di Taylor (supportato da Gilbreth)</p>	<p>4) <u>Registrazione e riesame</u>: descrizione della nuova configurazione (planimetria del posto di lavoro e schema movimenti) con report delle soluzioni potenziali, propedeutico al checking, mantenimento delle condizioni e comunicazione.</p> <p>5) <u>Inserimento e mantenimento (disciplina)</u>: Implementazione e conservazione del nuovo metodo, strettamente correlate con coinvolgimento (concurrent engineering), addestramento e consenso dei diretti interessati alla riconfigurazione (process owners).</p>			
<p>3. Metodo del F.A.R.E.</p>	<p>1) <u>Focalizzare il campo di azione</u>: definire in dettaglio l'area di intervento, delimitandone confini operativi in cui l'attività deve muoversi.</p> <p>2) <u>Analizzare l'area in esame</u>: generazione di un'istantanea dell'area e analisi con approccio Kaizen per individuarne gli sprechi e raccoglierne i dati (tools: spaghetti chart, Muda check-list, flow chart di processi e operazioni, Tciclo operatori, Lead Time, ...).</p> <p>3) <u>Risolvere e ragionare</u>: brainstorming per generare più idee possibili per poi convergere verso un'unica soluzione, condivisa e attuabile. Segue una verifica della fattibilità attraverso simulazioni verosimili e che permettano rapidi feedback significativi.</p> <p>4) <u>Eseguire il</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Adatto al contesto di workshop multidisciplinare - Alta versatilità del metodo - Dati quanti – qualitativi 	<ul style="list-style-type: none"> - Similitudine con il precedente metodo - Minore struttura metodo - Minore livello di dettaglio - Simil brainstorming (basso carattere scientifico in analisi) 	<p>Coerente, ma minor variabile scientifica rispetto al precedente</p>

<p>Metodo del F.A.R.E.</p>	<p><u>miglioramento:</u> <i>passaggio dalle soluzioni al piano d'azione con implementazione del miglioramento adottato, valutazione degli indici, report per condivisione risultati e lista TO-DOs per nuove attuazioni.</i></p>			
<p>4. Single Minute Exchange of Die (S.M.E.D)</p>	<p>1) <u>Separazione Inside e Outside Exchange of Die:</u> <i>enucleare e separare le operazioni di cambio attrezzatura perché le IED sono da svolgere necessariamente a macchina ferma.</i></p> <p>2) <u>Inversione IED con OED:</u> <i>adottare misure efficaci per evitare sprechi di tempo.</i></p> <p>3) <u>Standardizzazione funzionale:</u> <i>cercare di appropriarsi delle logiche di standardizzazione e modularità in fase di progetto.</i></p> <p>4) <u>Adozione dei morsetti funzionali:</u> <i>cercare metodi di serraggio alternativi che facciano risparmiare in tempo di operazioni interne.</i></p> <p>5) <u>Utilizzo dime di montaggio:</u> <i>utilizzare oggetti che riproducano spazature, profili di oggetto o l'oggetto stesso, per semplificare il montaggio.</i></p> <p>6) <u>Operazioni in parallelo:</u> <i>cercare di svolgere le operazioni in tempi mascherati quando è possibile, aumentando anche il numero di operatori che ivi lavorano in parallelo.</i></p> <p>7) <u>Eliminazione aggiustamenti:</u> <i>eliminazione soggettività e</i></p>	<p>- Tecnica utile alla riduzione dei tempi di lavoro con migliorie a basso costo</p>	<p>- Adatto maggiormente a un contesto di officina meccanica (T_{set-up})</p> <p>- Dati qualitativi</p> <p>- Bassa versatilità del metodo in termini di contesto di applicazione</p>	<p>Non coerente al contesto SCM</p>

<p>Single Minute Exchange of Die (S.M.E.D)</p>	<p><i>dipendenza dei tempi dalle persone, rendendo i set-up intrinsecamente sicuri ed elementari oppure eliminando l'aggiustamento superfluo.</i></p> <p>8) <u>Adozione della meccanizzazione:</u> <i>cercare di automatizzare alcune operazioni per un risparmio in tempo.</i></p>			
<p>5. FME(C)A</p>	<p>1) <u>Analisi della struttura:</u> <i>generazione diagramma a blocchi per definire gerarchia tra i componenti e strutturare il sistema.</i></p> <p>2) <u>Analisi della funzione:</u> <i>specificazione delle funzioni di ogni elemento con successivo dettaglio dei guasti a carico degli stessi (negazione della funzione, effetti o cause).</i></p> <p>3) <u>Divisione dei blocchi per modalità:</u> <i>divisione dei blocchi per modalità di causa o effetto (solitamente: livelli più alti → effetto, livelli più bassi → cause), aiutandosi con tools come il diagramma di Ishikawa.</i></p> <p>4) <u>Quantificare il grado di priorità:</u> <i>calcolare $RPN=S*O*D$ con $S = severity$ (magnitudo effetto) $O = occurrence$ (frequenza guasto) $D = detection$ (rilevabilità guasto)</i></p> <p>5) <u>Azioni correttive:</u> <i>individuazione responsabilità, tempistiche, azioni correttive e obiettivi per definizione di action plan e aumento affidabilità.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contenimento spese di testing e nuove prototipazioni - Riduzione riparazioni in garanzia e richiami - Dinamicità del documento - Aumento conoscenza prodotto e multidisciplinarietà - Possibilità di utilizzo come database storico 	<ul style="list-style-type: none"> - Adatto più a contesti di controllo qualità, manutenzione e fasi prototipali (pre-serie) - Alta soggettività degli indici - Complessità, esperienza e approssimazioni - Bassa versatilità del metodo - Onerosità elevata - Approccio statistico (alti volumi) 	<p>Non coerente</p>
<p>6. Lean Six Sigma</p>	<p>1) <u>Definire gli obiettivi di progetto:</u> <i>capire quali sono i target, sia dal punto di vista del</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dati quali – quantitativi - Presente 	<ul style="list-style-type: none"> - Adatto più ad analisi macroscopica dei processi 	<p>Non coerente</p>

(DMAIC)	<p><i>saving economico sia della qualità. Inoltre, definire gli ambiti interessati, le risorse necessarie, i dati da analizzare (Value Stream Mapping) e il planning di lavoro (Gantt).</i></p> <p>2) Misurare i dati di processo: <i>quantificare i dati di processo per poi analizzarne la variabilità e le opportunità di miglioramento (Ishikawa Diagram, Pareto, ...).</i></p> <p>3) Analizzare il raccolto : <i>individuare le vere cause della bassa performance, qualità e sprechi, dando forma alle informazioni rilevate (SPC-Statistic Process Control).</i></p> <p>4) Incrementare la performance: <i>identificazione di un ventaglio di soluzioni potenziali per il problema in oggetto, concentrandosi sulle cause significative e facendo accurate considerazioni sui costi da sostenere e sui benefici ottenibili (Priority Matrix, Design of Experiment).</i></p> <p>5) Controllare il processo: <i>definire una serie di azioni sistematiche e verifiche periodiche da svolgere da parte dei process owners, per rafforzare e mantenere i miglioramenti nel tempo (Carte di Controllo).</i></p>	condivisione dei risultati	<ul style="list-style-type: none"> - Onerosità elevata - Adatto maggiormente a contesti “alti volumi”, per avere un controllo statistico significativo - Approccio statistico (alti volumi) 	
----------------	--	----------------------------	--	--

La lista dei vari strumenti a disposizione, stilata durante la fase di benchmarking e poi rifinita, sarà commentata e analizzata dal Team di Progetto che, posteriormente, sarà supportato da un consulente esterno esperto in Tempi e Metodi. Il consulente, prendendo atto delle proposte descritte, supporterà il Team nella scelta del nuovo modello da istituzionalizzare.

A questo punto, analizzate le strutture degli strumenti, la coerenza con l'obiettivo e i vantaggi e svantaggi in termini SCM Group degli stessi, il Project Team ha deciso di portare avanti i soli primi due metodi proposti ovvero quelli a punteggio di coerenza più elevato:

- Design for Assembly (DFA);
- Metodo scientifico tradizionale di Taylor con supporto di Gilbreth;

Si è deciso di scartare il metodo del F.A.R.E. perché simile in applicazione al metodo tayloristico, ma minore struttura e rilevanza in termini di coerenza con l'obiettivo. Inoltre, si è deciso di portare avanti entrambi gli strumenti (Design for Assembly e approccio scientifico), poiché si sono costatati essere complementari in termini di fasi di implementazione. In altre parole, il Design for Assembly risulta coerente con l'obiettivo e adatto all'utilizzo in fase di progettazione (Area Tecnica)/ revisione del progetto di un certo prodotto (Contesto Produzione Serie), invece l'approccio scientifico di Taylor risulta coerente con l'obiettivo e adatto all'utilizzo in fase di produzione/ assemblaggio del pezzo in linea (Area Produttiva). Questo porta quindi alla scelta di entrambi i metodi come candidati alla soddisfazione delle necessità del progetto e, posti in successione, per ora risultano la potenziale proposta (in termini di strumenti operativi) del Project Team di SCM Group.

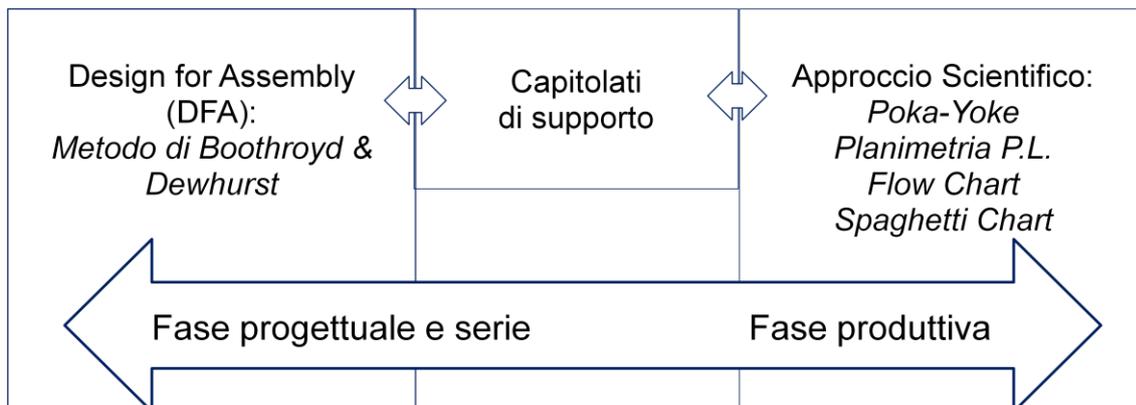


figura 3.3: schema concettuale fasi implementazione delle due metodologie scelte

3.3.1 Design for Assembly

Per iniziare, si sono descritte in modo sintetico le tipologie, le caratteristiche e gli schemi di lavoro cruciali per l'analisi di un assemblaggio manuale in linea:

- OPERAZIONI DI ASSEMBLAGGIO:
 - Afferraggio e orientamento della parte,
 - Accoppiamento e collegamento,
 - Ispezione e assestamento,
 - Riparazione (se necessaria).

- **ATTRIBUTI DI ASSEMBLAGGIO:**
 - Tempo e costo per unità da assemblare,
 - Costo macchina per unità da assemblare,
 - Tasso di produzione (o qualità).
- **TIPOLOGIE DI ASSEMBLAGGIO:**

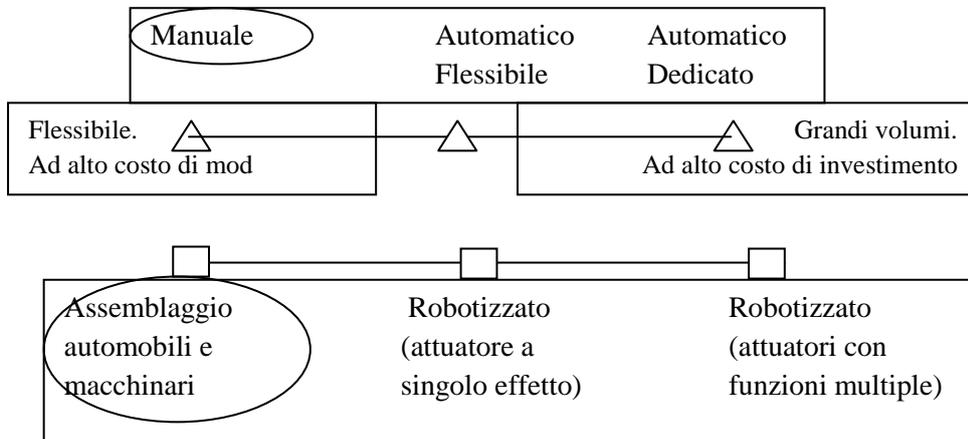


figura 3.4: tipologie di assemblaggio, con focus quadro SCM Group

- **GRAFICO DEI COSTI DI ASSEMBLAGGIO:**

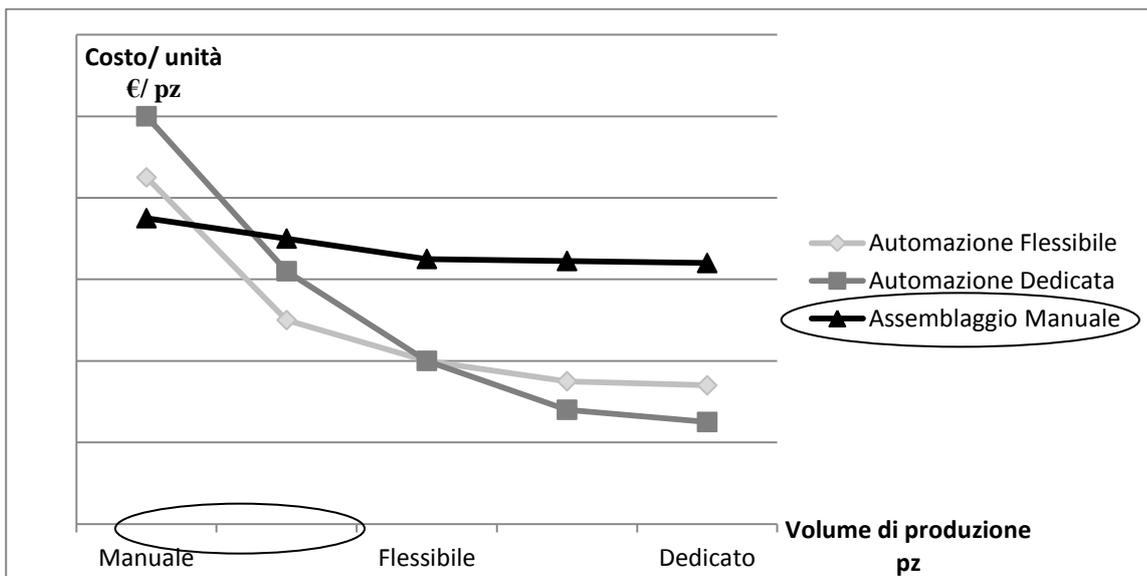


figura 3.5: grafico costo unitario – volume, con focus quadro SCM Group

- **SCHEMA DI LAVORO:**

I. Analisi del sistema.

- Preparare una lista delle parti e dei sottoinsiemi,

Esempio:

- Un corpo centrale,
- Un pistone,
- Uno stop per pistone,
- Una molla,

- *Un coperchio,*
- *Due viti.*
- Preparare una lista degli elementi di fissaggio e delle macchine necessarie,
 - Esempio:*
 - *Un cacciavite piatto,*
 - *Un afferraggio per il corpo centrale.*
- Preparare una sequenza di assemblaggio,
 - Esempio:*
 - *Posiziona il corpo centrale sull'attrezzaggio,*
 - *Inserisci il pistone,*
 - *Posiziona lo stop del pistone,*
 - *Deposita la molla,*
 - *Posiziona il coperchio e allinealo affinché si possano inserire le viti,*
 - *Posiziona e serra le viti.*

II. Analisi critica del progetto.

- Stima del tempo di assemblaggio: il calcolo del tempo di assemblaggio si effettua con il metodo di Boothroyd & Dewhurst o con il metodo Hitachi, i quali utilizzano tabelle per stimare le tempistiche necessarie ai ragionamenti successivi, poiché giacendo in fase di progetto non si è ancora in grado di cronometrare/ calcolarne i tempi effettivi,
- Identificazione delle parti critiche/ immodificabili: l'individuazione degli elementi su cui lavorare richiede l'identificazione del numero minimo di parti strettamente necessarie (sistema ideale),
- Definire l'efficienza dell'assemblato: la valutazione dell'efficienza consiste nel confronto tra il tempo di assemblaggio del sistema corrente e quello del sistema ideale.

III. Miglioramento del progetto:

- Cercare di ridurre T_{handling} e $T_{\text{insertion}}$,
- Verificare i benefici in tempo e costo delle modifiche selezionate.

Oltre ad essere preferito in fase di progetto per le sue caratteristiche, il DFA non considera parametri di lay-out per la riduzione dei tempi di assemblaggio e per l'ottimizzazione dell'efficienza, parametri che, tuttavia, non investono direttamente l'interesse dell'Ufficio Tecnico piuttosto del personale dell'Industrializzazione.

3.3.1.1 Metodo di Boothroyd e Dewhurst

I. Analisi del sistema.

- Preso possesso delle liste delle parti, sottoinsiemi ed elementi di fissaggio (ciclo di lavoro), si è in grado di iniziare con l'analisi critica al progetto in esame.

II. Analisi critica del progetto.

- Ipotesi di partenza:
 - le parti sono in un contenitore orientate random,
 - il montaggio è manuale con inserimento di un elemento per volta,
 - il montaggio è di tipo top-down (parti montate dall'alto verso il basso con asse di inserimento verticale),
 - la sequenza è ottimizzata sulla base di un solo operatore per assemblaggio.
- Fasi per lo studio completo del sistema:
 - A. Stima del tempo di assemblaggio
 - B. Analisi delle parti riducibili
 - C. Studio dell'efficienza

A. Stima del tempo di assemblaggio

- Il tempo di assemblaggio di una parte è la somma del suo tempo di manipolazione con il suo tempo di inserimento nel sistema.
- Il tempo di assemblaggio totale è dato dalla somma dei tempi di assemblaggio delle singole parti.
- Il tempo di manipolazione (handling time) della parte è definito dal tempo di prelievo e orientamento del pezzo, in modo che sia pronto per l'inserimento (varia da 1.13s a 10s), ed è in funzione della simmetria del pezzo, del suo spessore e peso.
- Il tempo di inserimento (insertion time) della parte è definito dal tempo necessario per inserire e fissare la parte (varia da 1.5s a 12s) ed è in funzione della sua facilità di inserimento, alloggiamento e delle modalità di fissaggio.
- Se non c'è la visione chiara di dove inserire il componente, l'operatore deve affidarsi principalmente al senso tattile per individuare e assicurare la parte nella corretta posizione (es. difficoltà di inserimento e fissaggio di una vite in una flangia posta al lato opposto dell'operatore).

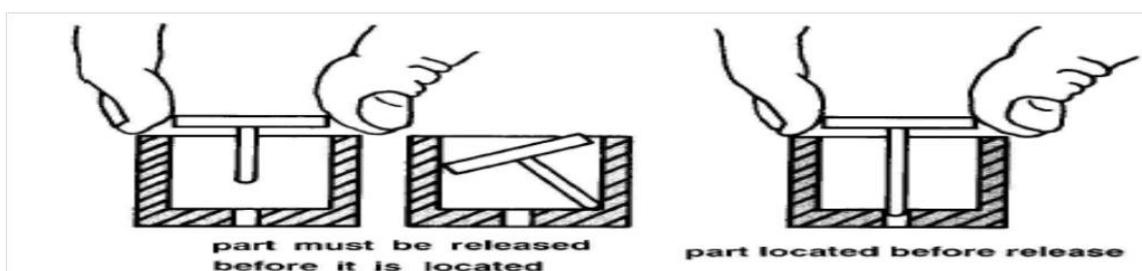


Figura 3.6: confronto tra inserimento vite in flangia ostacolato e facilitato

A.1 Analisi dei vari parametri per andare a calcolare i tempi di handling e insertion in tabella

- Primary symmetry ($\alpha \in [0;360]$): simmetria di rotazione di un pezzo rispetto a un asse ortogonale alla direzione di inserimento.

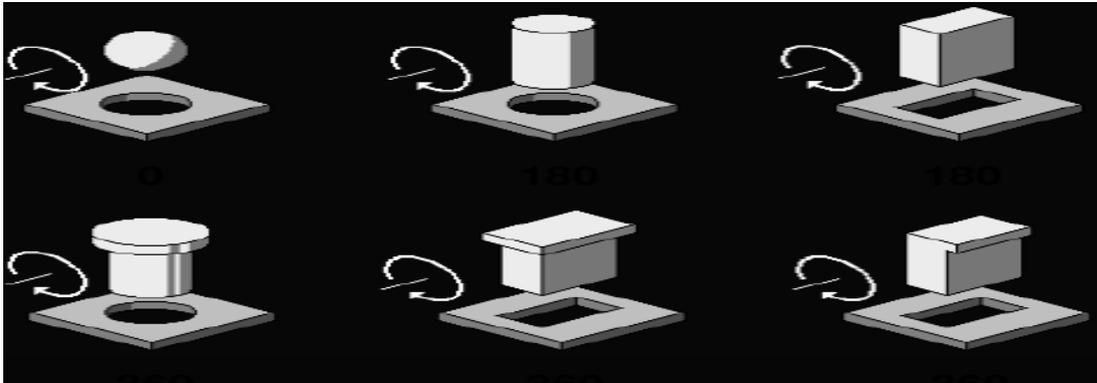


figura 3.7 a: asse di rotazione per simmetria α

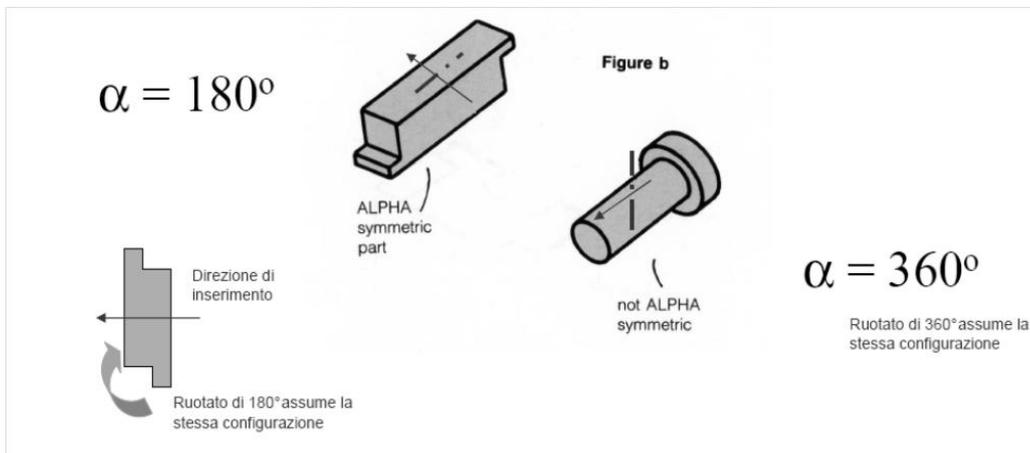


figura 3.7 b: esempio di valori di α

- Secondary symmetry ($\beta \in [0;360]$): simmetria di rotazione di un pezzo rispetto alla direzione di inserimento.

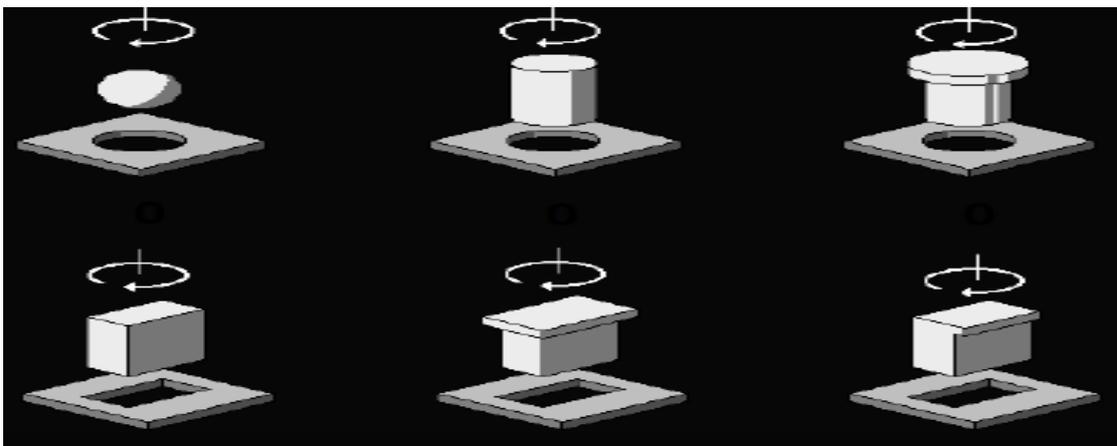


figura 3.8 a: asse di rotazione per simmetria β

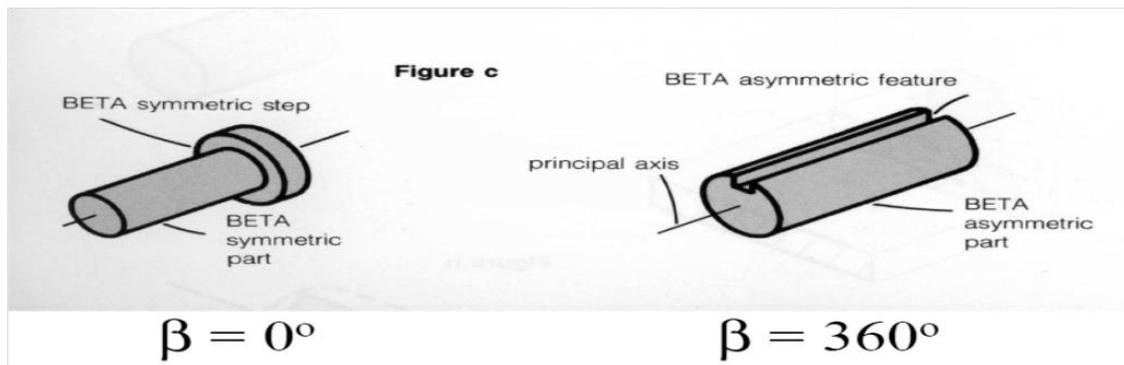


figura 3.8 b: esempio di valori di β

- Valutazione della simmetria complessiva ($\alpha + \beta$), dimensioni e grandezze della parte.

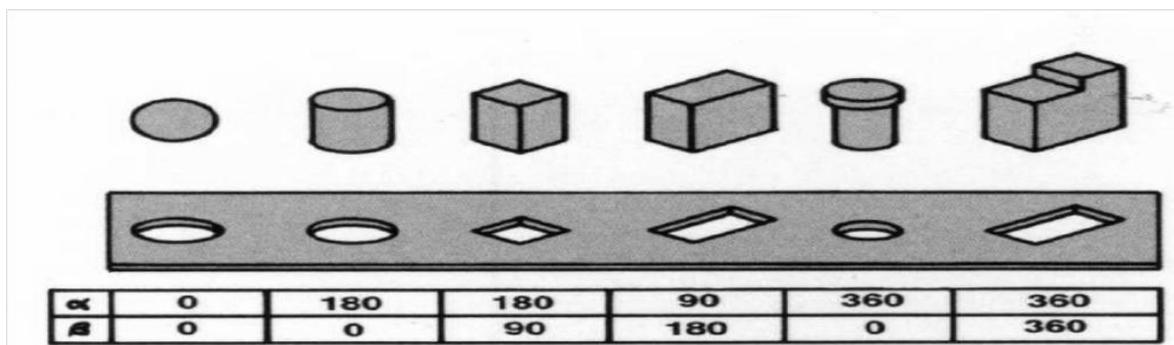


figura 3.9: esempio di vari valori di accoppiamento α e β

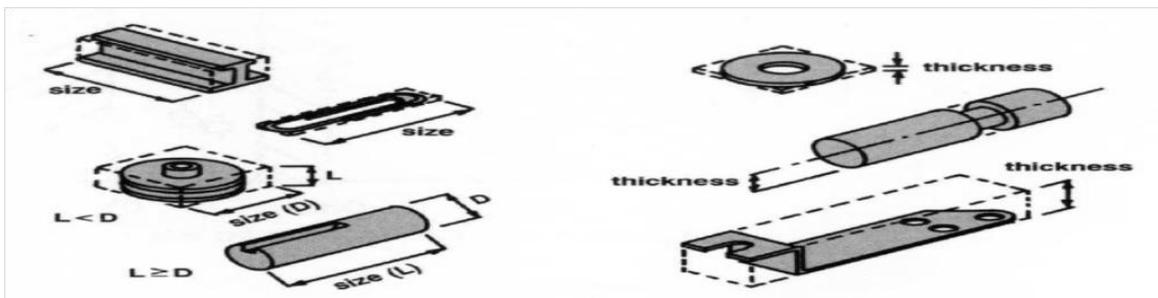


figura 3.10: esempio parametri di misura degli involucri nelle varie forme

- Descrizione dei parametri in tabella per il calcolo del tempo di inserimento e di movimentazione:

- Per riga (tabella handling time):

il primo parametro descrive la proprietà dei componenti rispetto al fissaggio, il secondo parametro (giacente tra il precedente e i numeri di intestazione delle righe) descrive la facilità di raggiungimento della posizione del componente.

- “One Hand” significa che il componente può essere afferrato, manipolato e orientato agevolmente con una sola mano senza l’ausilio di utensili.
- “One Hand with Grasping Aids” significa che il componente può essere manipolato e orientato agevolmente con una sola mano, però deve essere afferrato con l’ausilio di un utensile.
- “Two Hands” il componente deve essere afferrato con due mani poiché è

flessibile o è incastrato con altri componenti nel contenitore dove è immagazzinato. Una volta preso può essere movimentato con una mano.

- “Two Hands or assistance required for large size” significa che il componente necessita l’uso di tutte e due le mani o richiede l’intervento di due persone o di attrezzatura meccanica a causa del peso e/o delle dimensioni.

- Per colonna (tabella handling time):

il primo parametro descrive la facilità di posizionamento e allineamento del componente, il secondo parametro (giacente tra il precedente e i numeri delle colonne) descrive la resistenza all’inserimento del componente.

- Valutazione del volume di involuppo: l’involuppo è quella forma geometrica che racchiude il componente in esame e ha le dimensioni massime di ingombro del componente stesso. Si hanno due tipologie di classificazione in base alla forma dell’oggetto in esame:
 - Inviluppo cilindrico: definendo L = lunghezza e D = diametro del componente, qui ricadono le forme a disco ($L/D < 0,8$), a cilindro corto ($0,8 \leq L/D \leq 2$) e a cilindro lungo ($L/D > 2$).
 - Inviluppo rettangolare: definendo A = dimensione massima, B = dimensione intermedia e C = dimensione minima del componente, qui ricadono le forme piatte (flat: $A/B \leq 3$ e $A/C > 4$), prismatiche (block: $A/B \leq 3$ e $A/C \leq 4$) e allungate ($A/B > 3$).

Detto questo, ai fini dell’analisi DFA, il componente è caratterizzato da due dimensioni significative: Size e Thickness, le quali corrispondono rispettivamente alla lunghezza massima e spessore per gli involuppi rettangolari oppure alla lunghezza e il diametro per quelli a involuppo cilindrico.

- Per riga (tabella insertion time):

- “Part Added but Not Secured” significa che il componente è stato aggiunto, ma non è stato fissato definitivamente. Il componente, quindi, dopo essere stato inserito, non è stabile e per il suo fissaggio definitivo sono necessari uno o più componenti assemblati successivamente.
- “Part Secured Immediately” significa che il componente è stato aggiunto e fissato contemporaneamente, ad esempio una vite. Il componente, oltre a se stesso, può fissare anche altre parti.
- “Part Secured by Separated Operation” significa che il componente prima viene posizionato e successivamente sarà fissato tramite un’operazione separata. Ad esempio,

un disco metallico che deve essere saldato per punti, prima è preso e posto sotto la saldatrice, poi l'operatore aziona la macchina che ne realizza il fissaggio definitivo.

- Per colonna (tabella insertion time):

- Per operazioni separate:

- THREADED FASTENING: si riferisce a ogni fissaggio meccanico, di viti o dadi, che richieda una rotazione maggiore di 360°:

- avvitamento manuale con utensile di potenza autoalimentato,
- avvitamento manuale con utensile di potenza,
- avvitamento manuale con utensile (cacciavite),
- avvitamento manuale con chiave fissa,
- avvitamento manuale senza attrezzi.

- SNAP-FIT e PUSH-FIT: Queste sono operazioni che richiedono un semplice movimento per completare il fissaggio definitivo di un componente. Si distinguono i fissaggi di tipo "snap-fit", in cui sono presenti degli elementi geometrici che si accoppiano a scatto, e quelli di tipo "push-fit", in cui il collegamento avviene per mezzo di una semplice pressione uniforme.

- PRESS o INTERFERENCE FITS: Queste sono operazioni che richiedono una notevole forza verticale per completare il fissaggio definitivo di un componente. In generale, si ipotizza che tale operazione sia realizzata da una pressa ad azionamento manuale o automatico e si assume che la pressa sia nelle immediate vicinanze dell'operatore.

- RIVETING o STAKING: Queste sono operazioni di fissaggio di tipo meccanico che, durante l'accoppiamento degli elementi, provocano una significativa deformazione plastica. Si assume che le macchine per rivettare o per la chiodatura siano nelle immediate vicinanze dell'operatore e facilmente manovrabili.

- BEND, CRIMPING o TWIST TABS: Queste sono operazioni di fissaggio di tipo meccanico che, durante l'accoppiamento degli elementi, provocano una significativa deformazione plastica. In generale, sono riferite a linguette o elementi di componenti in lamiera metallica.

- SPOT WELDING: Questa categoria rappresenta operazioni di fissaggio definitivo di tipo elettromeccanico. Durante l'accoppiamento degli elementi, agiscono una forza e una corrente elettrica che provocano una saldatura localizzata.

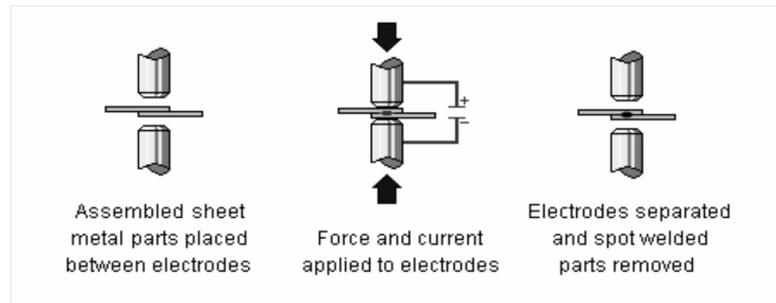


Figura 3.11: esempio di spot welding

- **SOLDERING:** Questa operazione di fissaggio definitivo include il tempo per eseguire una semplice saldatura realizzata con un utensile adeguato e aggiunta di materiale d'apporto. Il tempo di acquisizione dell'utensile e il suo riposizionamento dopo l'uso sono considerati una volta sola, anche per ripetute operazioni.
- **ELECTRICAL CONNECTION:** Questa categoria include numerose operazioni di fissaggio per elementi conduttori di elettricità:
 - Friction, Quick and Bayonet Connector;
 - Screw, Snap, Two Screw and Spring Clip Connector;
 - Wire Wrap;
 - Wire, Fork Lug and Ring Lug with Screw;
 - Wire, Ring Lug with Nut;
 - Solder Connection.
- Per difficoltà di inserimento:
- Quando l'operatore non può raggiungere agevolmente con le mani l'area di inserimento del componente, l'accesso è ostruito. Si distinguono due casi: componente inserito a mano e componente inserito con utensile.
 - Per i componenti inseriti a mano: ci deve essere un adeguato spazio per le mani o le dita dell'operatore. Si ipotizza che, per inserire piccoli componenti, dovrebbe essere disponibile un gioco di almeno 15 mm tra il componente e la superficie adiacente. Per componenti piccoli in cui è richiesto l'utilizzo della mano, lo spazio disponibile dovrebbe essere di almeno 127 mm. Per componenti più grandi afferrati con la mano lungo la larghezza, lo spazio tra due superfici adiacenti dovrebbe essere: larghezza pezzo + 44.5 mm per parti afferrate con una mano e larghezza pezzo + 76.2 mm se il componente richiedesse due mani.
 - Per componenti inseriti e fissati con un utensile: è necessario che sia previsto lo spazio per l'utensile e per il movimento della mano. Nel caso di un movimento di

polso, come ad esempio per l'uso di un cacciavite, lo spazio disponibile per la torsione del polso dovrebbe essere approssimativamente 140 x 140 mm, invece per il fissaggio con una chiave sono necessari circa 254 mm.

- Un componente si considera non facile da allineare e posizionare se il suo inserimento nell'assemblaggio non è definito da specifiche caratteristiche di posizionamento e se l'accoppiamento non è facilitato da ben progettate caratteristiche geometriche, quali smussi, svasature o similari. Più precisamente, si dovrebbe considerare che esistono difficoltà di allineamento se:

- ambedue i bordi non sono smussati e $D - d < 0.08D$,
- un bordo è smussato e $D - d < 0.01D$,
- ambedue i bordi sono smussati e $D - d < 0.003D$.

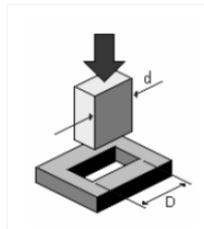


figura 3.12: esempio di misura per i fianchi D e d

- Una resistenza significativa che si può incontrare durante l'inserimento di un componente può essere determinata da diversi fattori: giochi troppo piccoli che provocano incastri o inceppamenti, scanalature o filetti di vite che determinano agganciamenti oppure inserimento che deve vincere forze significative (superiori a 5 Kg).
- Si considera come resistenza all'inserimento anche la situazione in cui è necessario avvitare una vite autofilettante in un elemento di plastica, legno, etc., in cui non è presente la filettatura. La resistenza durante l'inserimento è riferita alla forza necessaria per avvitare la vite e generare la sede filettata, ma non alla coppia di serraggio per fissare definitivamente la vite.
- La difficoltà di posizionamento/ allineamento di una parte è relativa alla situazione in cui, ad esempio, per inserire correttamente un componente è necessario posizionare e allineare molteplici features geometriche. Questo richiede ripetute registrazioni e regolazioni durante l'inserimento della parte. Questa categoria comprende anche il caso in cui è necessario l'uso di un attrezzo per realizzare l'inserimento del componente. Esempi di operazioni in cui l'inserimento presenta questa difficoltà possono essere:

- il posizionamento di un cavo con un connettore a lama (fastom) in un terminale elettrico dove ne sono già collegati altri. Qui è necessario preparare lo spazio tra gli altri cavi elettrici per inserire il suddetto.
- l’inserimento di una porta sui cardini, la quale potrebbe richiedere lo utilizzo del martello per battere sugli spigoli e aiutarne l’inserimento.
- Quando un componente, dopo l’inserimento, si dovrà allineare, premere o tenere, si è in presenza di una difficoltà definita “mantenere in posizione”. La causa è l’instabilità della parte o il consentire le operazioni successive. Perciò, è richiesto l’holding-down quando il componente deve essere tenuto in posizione poiché altrimenti cadrebbe per effetto della gravità, di urti o di vibrazioni. La classificazione come holding-down dovrebbe essere sempre applicata a quelle parti che, qualora leggermente sollecitate, non mantengono la loro orientazione e posizione.

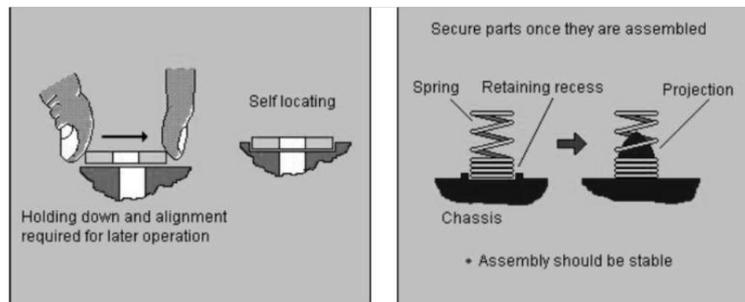


figura 3.13: esempio di un “mantenimento in posizione” e auto-posizionamento

- Per assemblare componenti di grandi dimensioni, dopo l’acquisizione dall’area di stoccaggio, può essere necessario posarli, rimanipolarli e, quindi, riafferrarli prima dell’inserimento. Un esempio potrebbe essere un pannello metallico di un mobile che deve prima essere movimentato (secondo il lato lungo) nell’area di montaggio e poi riafferrato (secondo il lato corto) per inserirlo nelle cerniere di scorrimento.
- Durante l’inserimento, il peso e le dimensioni di un componente possono richiedere uno sforzo da parte dell’operatore che deve sostenere la parte mentre la allinea e la inserisce correttamente. Questa difficoltà si verifica quando è necessario inserire un componente a una profondità ≥ 300 mm oppure alcuni esempi possono essere lunghi alberi da inserire completamente, grandi schede elettroniche da inserire su slitte in cui devono scorrere per più di 300 mm, etc. .

A.2 Alcuni accorgimenti progettuali per un assemblaggio accelerato (riferimenti sia a handling time che insertion time):

- Prediligere l’utilizzo di sistemi autobloccanti.

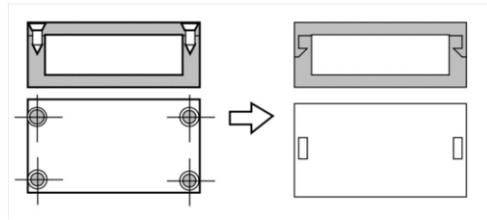


figura 3.14: esempio di transizione all'utilizzo di sistemi autobloccanti

- Minimizzare le taglie extra della minuteria (ad esempio le taglie extra dei bulloni) per ridurre elementi a stock, oltre a eliminare la confusione/ entropia nell'assemblaggio.

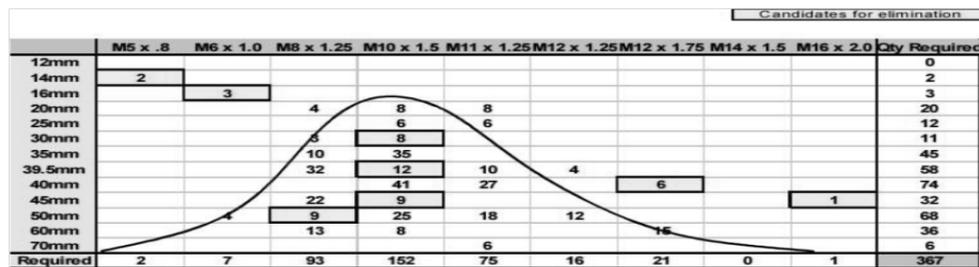


figura 3.15: esempio probabilità di utilizzo dimensioni standard bulloni per una certa operazione

- Selezionare il sistema di fissaggio meno dispendioso e complesso.

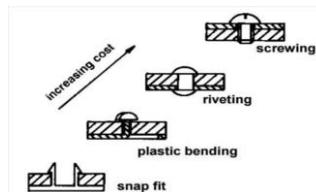


figura 3.16: scelta del sistema di fissaggio meno dispendioso e complesso

• Domandarsi sempre “*Quante mani occorrono per afferrare il componente? E' necessaria assistenza all'afferraggio? Effetto della simmetria sul componente? Parte facilmente allineabile? Si può migliorare la situazione? ...*”

- NEST or TANGLE: componenti che si aggrovigliano/ incastrano facilmente quando sono nel contenitore di stoccaggio e immagazzinati alla rinfusa (molle a spirale a testa aperta). Per la loro separazione sono necessarie due mani in modo da applicare una forza di separazione o specifici movimenti di sbloccaggio.
- FLEXIBLE: componenti che si deformano durante la loro manipolazione e non sono in grado di mantenere la propria forma sotto il loro stesso peso (cinghie in gomma).
- STICK TOGETHER: componenti che si attaccano tra loro quando contenuti nel Bin di stoccaggio alla rinfusa (parti autoadesive senza protezione). Generalmente richiedono due mani per essere staccati.

- **FRAGILE:** componenti che richiedono attenzione particolare per manipolazione e lunghi tempi di assemblaggio (parti in vetro sottile).
- **SLIPPERY:** componenti che scivolano facilmente dalle mani, dita o attrezzi di presa per la loro forma o condizione superficiale (sfere oliate di cuscinetto).
- **SHARP:** componenti che presentano rischi per l'operatore e devono essere manipolati con attenzione (tranciati da lamiera senza sbavatura).
- **HEAVY, BULKY or LARGE SIZE:** componenti pesanti, voluminosi, difficili da prendere, maneggiare o controllare per le loro grandi dimensioni (stampati pesanti). Generalmente richiedono due mani per il controllo, trasporto e manipolazione corretta.
- **TWEZERS:** componenti che necessitano di pinzette o piccoli utensili per essere manipolati, causa loro dimensioni (componenti con dimensione massima <2mm). Qui, necessita tener conto della difficoltà di manipolazione e del tempo necessario per acquisire l'utensile e riposizionarlo a operazione completata.
- **GRASPING TOOLS or MAGNIFICATION:** componenti che necessitano di pinze di presa dedicate o di ingrandimenti ottici per la loro manipolazione (parti bollenti). E' necessario tener conto delle difficoltà di manipolazione e del tempo per acquisire il tool e riposizionarlo ad attività completata.
- **CRANE:** componenti che necessitano di tipologie di gru (carroponte) per essere manipolati, causa le loro dimensioni o peso eccessivo.

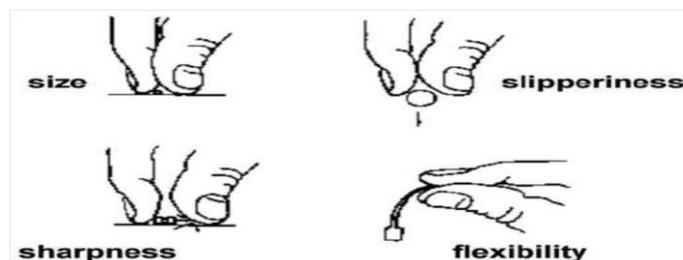


figura 3.17 a: caratteristiche componenti in termini di manipolazione



figura 3.17 b: caratteristiche componenti in termini di manipolazione (grasping)

- Sfruttare le simmetrie per evitare riposizionamenti e agevolare il lavoro.

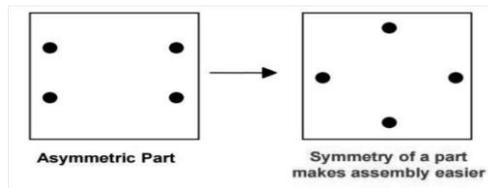


figura 3.18: esempio di struttura simmetrica

- Eliminare le possibilità di ingarbugliamento o impaccamento dei componenti.

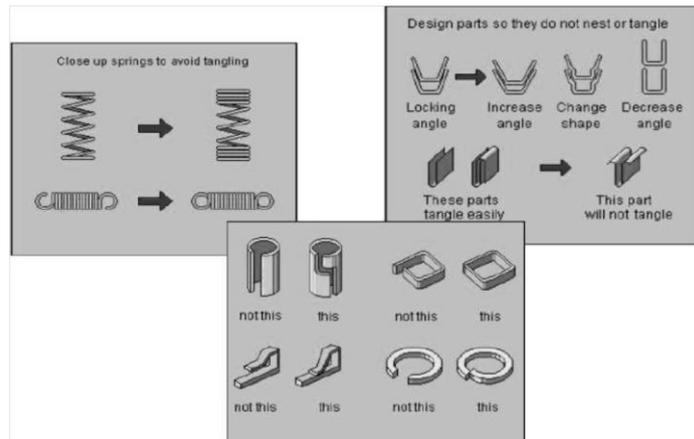


figura 3.19: opzioni che evitano problemi quando i componenti giacciono nel Bin

- Rendere le parti facilmente inseribili e fornire adeguata visibilità.

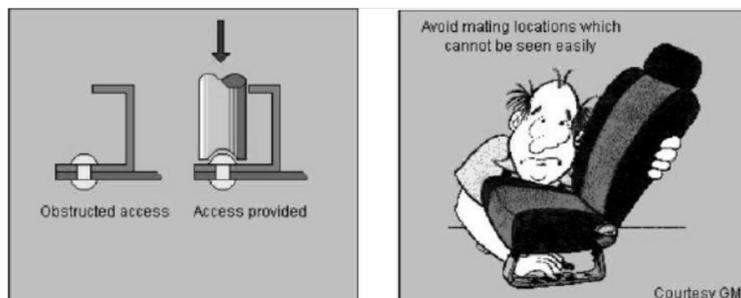


figura 3.20: esempio di modifica per semplicità inserimento e visibilità non adeguata

- Evitare rilavorazioni come forature, ri-orientazioni, piegature, smussature, ...

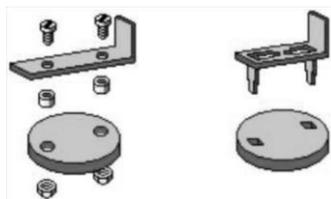


Figura 3.21: esempio di cambio struttura per evitare avvitarmento delle viti e bulloni

- Sulla base delle simmetrie e delle dimensioni, si stabiliscono i tempi associandoli a codici binari.

MANUAL HANDLING – ESTIMATED TIMES (seconds)

Key:

ONE HAND

ONE HAND with GRASPING AIDS

TWO HANDS for MANIPULATION

TWO HANDS required for LARGE SIZE

		parts are easy to grasp and manipulate					parts present handling difficulties (1)						
		thickness > 2 mm		thickness ≤ 2 mm			thickness > 2 mm		thickness ≤ 2 mm				
		size > 15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	size < 6 mm	size > 6 mm	size ≤ 6 mm	size > 15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	size < 6 mm	size > 6 mm	size ≤ 6 mm		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
parts can be grasped and manipulated by one hand without the aid of grasping tools	$(\alpha + \beta) < 360^\circ$	0	1.13	1.43	1.88	1.69	2.18	1.84	2.17	2.65	2.45	2.98	
	$360^\circ \leq (\alpha + \beta) < 540^\circ$	1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38	
	$540^\circ \leq (\alpha + \beta) < 720^\circ$	2	1.8	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	2.9	3.38	3.18	3.7	
	$(\alpha + \beta) = 720^\circ$	3	1.95	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4	
parts can be grasped and manipulated by one hand but only with the use of grasping tools	$\alpha \leq 180^\circ$	$0 \leq \beta \leq 180^\circ$	4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7
		$\beta = 360^\circ$	5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8
		$0 \leq \beta \leq 180^\circ$	6	4.8	8.05	5.55	8.8	6.8	9.55	7.55	9.8	8	9
		$\beta = 360^\circ$	7	5.1	8.35	5.85	9.1	7.1	9.55	7.85	10.1	9	10
	parts need tweezers for grasping and manipulation	parts can be manipulated without optical magnification	parts are easy to grasp and manipulate	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			parts present handling difficulties (1)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		parts require optical magnification for manipulation	parts are easy to grasp and manipulate	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			parts present handling difficulties (1)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
parts present no additional handling difficulties	$\alpha \leq 180^\circ$	size > 15 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		6 mm ≤ size ≤ 15 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	$\alpha = 360^\circ$	size > 6 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		size ≤ 6 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
parts present additional handling difficulties (e.g. sticky, delicate, slippery, etc.) (1)	$\alpha \leq 180^\circ$	size > 15 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		6 mm ≤ size ≤ 15 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	$\alpha = 360^\circ$	size > 6 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		size ≤ 6 mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
parts severely nest or tangle or are flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)	$\alpha \leq 180^\circ$	size > 15 mm	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7
		6 mm ≤ size ≤ 15 mm	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7
	$\alpha = 360^\circ$	size > 6 mm	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7
		size ≤ 6 mm	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7
two hands required for grasping and transporting parts	parts can be handled by one person without mechanical assistance	parts do not severely nest or tangle and are not flexible	part weight < 10 lb	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			parts are heavy (> 10 lb)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		parts are easy to grasp and manipulate	parts are easy to grasp and manipulate	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			parts present other handling difficulties (1)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	parts severely nest or tangle or are flexible (2)	parts are easy to grasp and manipulate	parts are easy to grasp and manipulate	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			parts present other handling difficulties (1)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		parts need special tools for grasping and manipulation	parts are easy to grasp and manipulate	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			parts present other handling difficulties (1)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

figura 3.22 a: tabella per il calcolo del tempo di movimentazione, G. Boothroyd, P. Dewhurst, W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, Marcel Dekker, 2002, chap.3

- Sulla base delle modalità di inserimento (trattenere per posizionare, serrare, ...), si definiscono i tempi associandoli a codici binari.

MANUAL INSERTION— ESTIMATED TIMES (seconds)

Key:

 PART ADDED but NOT SECURED

 PART SECURED IMMEDIATELY

 SEPARATE OPERATION

figura 3.22 b: tabella per il calcolo del tempo di inserimento, G. Boothroyd, P. Dewhurst, W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, Marcel Dekker, 2002, chap.3

- Il tempo di assemblaggio di una parte è dato da $T_{handling} + T_{insertion}$ tale che:

$$T_{ass,tot} = \sum_i \#_i (T_{han} + T_{ins})_i \text{ con } i = \text{parti}$$

B. Analisi delle parti riducibili

L'analisi delle parti riducibili vede la potenziale riduzione del numero dei componenti (integrazione), facilitazione di manipolazione/ inserzione degli stessi, modifiche delle tipologie e posizionamento delle giunzioni.

- Il suo scopo è di eliminare le parti definite “non critiche” ovvero non strettamente necessarie.
- Per individuare queste parti occorre chiedersi:
 - “*Che cosa accadrebbe se una parte fosse guasta o mancante?*”
 - “*Due singole parti sono sostituibili con una sola?*”
- Le parti “critiche” sono quelle che, secondo Boothroyd & Dewhurst:
 - hanno un moto relativo,
 - sono di materiale diverso rispetto alle altre parti,
 - devono essere smontabili necessariamente.

Prendendo come esempio una pompa pneumatica (figura 3.23 a), andiamo a effettuare una veloce applicazione della stima del tempo di assemblaggio (secondo Boothroyd & Dewhurst) e della valutazione delle parti riducibili. Prendendo possesso della lista dei vari componenti e operazioni (ciclo di montaggio), andiamo a calcolarci il richiesto usufruendo delle tabelle in precedenza mostrate.

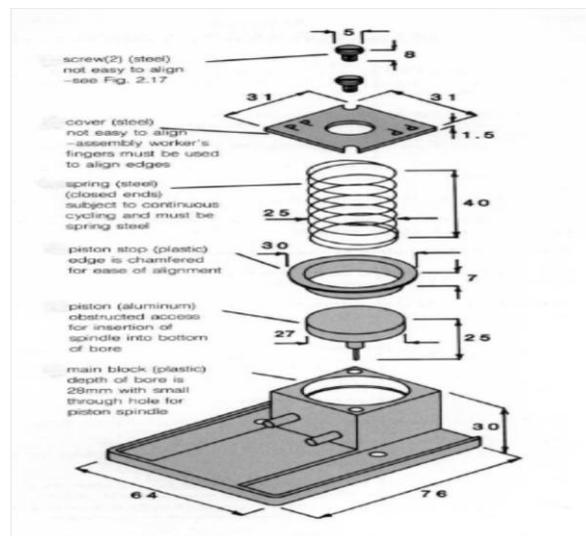


figura 3.23 a: struttura pompa pneumatica (AS-IS)

calcolo tempo di assemblaggio totale							
N° parte	Nome parte	Quantità (n)	Codice per T _{handling}	T _{handling} [s]	Codice per T _{insertion}	T _{insertion} [s]	T _{assemblaggio, tot, parte} (T _{assemblaggio} *n) [s]
1	Basamento	1	30	1,95	00	1,50	3,45
2	Pistone	1	10	1,50	10	4,00	5,50
3	Stop del	1	10	1,50	00	1,50	3,00

	<i>Pistone</i>						
4	<i>Molla</i>	1	05	1,84	00	1,50	3,34
5	<i>Cover</i>	1	12	2,36	08	6,50	8,86
6	<i>Vite</i>	2	11	1,80	39	8,00	19,60
						T assemblaggio, tot [s]	43,75

<u>valutazione parti critiche e non critiche</u>							
N° parte	Nome parte	Quantità	Collegamento a	Moto Relativo	Materiale Diverso	Smontare per manutenzione	Candidato per eliminazione
1	Basamento	1	---	---	---	---	---
2	Pistone	1	Basamento	Si			NO
3	Stop del Pistone	1	Basamento	No	No	Si	NO
			Pistone	Si			NO
4	Molla	1	Basamento	Si			NO
			Pistone	Si			NO
			Stop del Pistone	Si			NO
5	Cover	1	Basamento	No	No	Si	NO
			Pistone	Si			NO
			Stop del Pistone	No	No	No	SI
			Molla	Si			NO
6	Vite	2	---	---	---	---	SI

• Ogni componente si esamina rispetto agli elementi collegati e basta un “Si” come risposta a una delle tre domande per escludere l’eliminazione del pezzo (il pezzo è da considerarsi critico). Una tripletta di “No”, invece, proporrebbe l’eliminazione del pezzo (il pezzo è da considerarsi non critico).

Un esempio si può sviluppare considerando la pompa pneumatica sopra descritta, infatti lo stopper del pistone non ha moto rispetto alla cover, non è fatto di diverso materiale rispetto alla cover e non deve essere smontabile per manutenzione. Detto ciò, si propone di eliminare i due componenti evidenziati in tabella attraverso l’accorpamento degli stessi in nuova struttura per la cover.

Sostanzialmente, lo stop del pistone e le viti necessarie al fissaggio cover - basamento della pompa sono eliminate tramite una nuova configurazione che, in linea di principio, vede saldatura dello stop del pistone alla cover e fissaggio a incastro (snap-fit) della stessa cover nel basamento. In più, si sono proposti nuovi materiali per alcuni componenti, cercando, così, di ridurre persino il costo di produzione della pompa pneumatica.

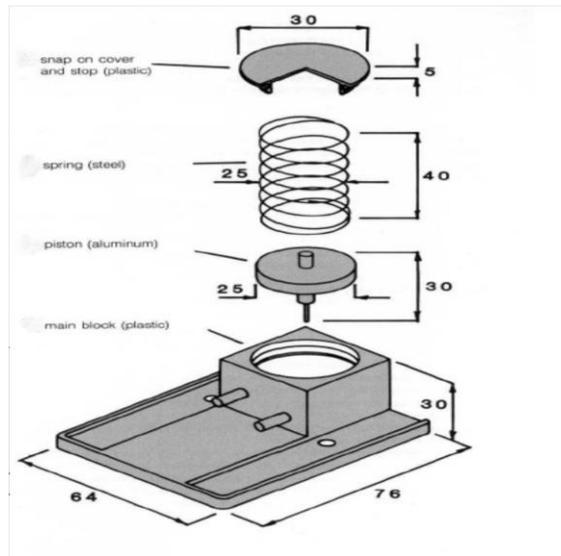


figura 3.23 b: struttura pompa pneumatica (TO-BE) eliminati componenti non critici

C. Studio dell'efficienza

- Se il progetto fosse nelle sue condizioni ottimali, si avrebbe un numero di componenti massimo pari a quello dei componenti critici.
- L'ottimizzazione di un assemblato si realizza ottimizzando l'efficienza, cioè:
 - riducendo le parti non critiche,
 - riducendo i tempi di manipolazione e assemblaggio,
 - ridurre la varietà delle parti,
 - progettare componenti che si auto-allineano e auto-posizionano,
 - assicurare adeguato accesso e visione chiara,
 - progettare componenti che non si possono installare in modo errato (Poka-Yoke Approach),
 - assicurare un'agevole manipolazione,
 - minimizzare l'esigenza di orientazioni ripetute,
 - massimizzare la simmetria dei componenti.
- Il DFA_{index} è un parametro che indica, unicamente dal punto di vista dell'assemblaggio, quanto il progetto in esame sia vicino al "progetto ideale".
- Il "progetto ideale" ha le seguenti caratteristiche:
 - Contiene il numero minimo teorico di componenti stabiliti durante l'analisi,
 - I componenti non presentano difficoltà di montaggio, perciò si assume che il tempo medio di assemblaggio per ogni elemento sia pari a 2.93 s (generalmente approssimato a 3 s), cioè il T_{min} è posto pari a 3 secondi.

• Definiamo l'efficienza di un assemblato come il rapporto tra il tempo di assemblaggio del sistema ideale e quello effettivo:

$$DFA_{index} = (T_{min} * \#_{min, parti}) / T_{ass, reale}$$

• Per il “progetto ideale” si ipotizza che tutti i componenti e gli utensili siano facili da raggiungere e il tempo ottimale (T_{min}) di 3 s rappresenta il tempo necessario per montare uno spinotto in un foro, nel caso in cui:

- lo spinotto è facile da raggiungere e può essere preso e orientato agevolmente con una mano,
- ha simmetria $\alpha = 180^\circ$ e simmetria $\beta = 0^\circ$,
- è facile da inserire ed è immediatamente fissato con uno scatto che richiede una piccola forza incidente.

Continuando con lo stesso esempio precedente della pompa pneumatica (figura 3.23 a) e avendo effettuato il ricalcolo del tempo di assemblaggio del caso TO-BE (figura 3.23 b), si ha:

calcolo tempo di assemblaggio pompa pneumatica modificata							
N° parte	Nome parte	Quantità (n)	Codice per $T_{handling}$	$T_{handling}$ [s]	Codice per $T_{insertion}$	$T_{insertion}$ [s]	$T_{assemblaggio, tot, parte}$ ($T_{assemblaggio} * n$) [s]
1	Basamento	1	30	1,95	00	1,50	3,45
2	Pistone	1	10	1,50	00	1,50	3,00
3	Molla	1	05	1,84	00	1,50	3,34
4	Cover	1	10	1,50	30	2,00	3,50
$T_{assemblaggio, tot}$							13,29

La sola modifica in struttura porta l'efficienza, calcolata con il metodo B & D e considerando il tempo ideale totale pari a 12 s, da un 29% (AS-IS) a un 90% (TO-BE).

Si è deciso di non riportare il metodo Hitachi, in quanto finalizzato a stesso obiettivo e scartato dal Team per minor rilevanza e precisione nel calcolo del tempo, benché sia più rapido in applicazione del metodo di Boothroyd e Dewhurst.

3.3.1.1.1 Applicazione DFA su componenti SCM

A questo punto, il Team di Progetto ha deciso di applicare il metodo di Boothroyd & Dewhurst del DFA su componenti SCM. Questa applicazione è finalizzata a verificare la funzionalità e la praticabilità del metodo in azienda attraverso una sua applicazione su gruppi da montare in macchine SCM. Inoltre, serve per fornirne un esempio pratico agli addetti che sia atto a chiarirne il processo da seguire in fase di re-engineering.

In questo elaborato, si mostrano due tra i vari esempi (in Excel) che sono stati proposti all'Ufficio Tecnico per la validazione (con risposta positiva) delle varie caratteristiche tecnico – meccaniche e,

successivamente, per la verifica di risparmio in costo/ tempo delle modifiche applicate. Da evidenziare è che vengono mostrati i soli componenti cardine alle modifiche, in quanto le parti di un qualsiasi macchinario in disegno tecnico sono molteplici e considerarle tutte porterebbe onerosità in analisi e grande mole dati, non utili alla finalità di questo paragrafo.

Detto ciò, si mostreranno frammenti di un assieme barra pressore di bordatrici (figura 4.24 a) e gruppo tendicinghia pneumatico 2 cilindri (figura 4.24 e), seguiti da bozze di disegno dei TO-BE (figura 4.24 c1 e figura 4.24 g) generate dal Project Team in fase di analisi.

A) Assieme ruota gommata – longherone di una macchina bordatrice:

- *LISTA DEI SOTTOINSIEMI e PMG:*
 - *100x Vite M8 Zinc. (1),*
 - *100x PMG - Ruota gommata con cuscinetto interno (2),*
 - *100x Boccola/ distanziale (3),*
 - *1x Piastra metallica (barra pressore/ longherone) con fori filettati (4).*
- *SEQUENZA DI ASSEMBLAGGIO:*
 - *Posiziona piastra metallica (barra pressore) nell'attrezzaggio,*
 - *Posiziona la vite nella ruota gommata,*
 - *Posiziona la boccola nel filetto della vite che fuorisce dal retro della ruota,*
 - *Posiziona e mantieni in posizione l'accoppiamento vite- ruota –boccola allineato al foro della piastra metallica,*
 - *Serra l'accoppiamento nella piastra con avvitatore.*

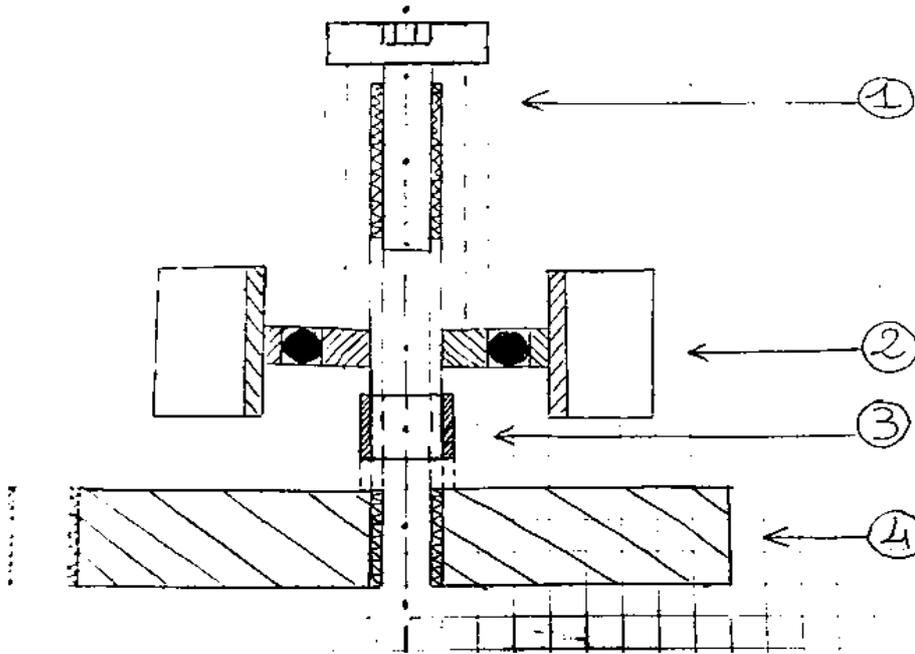


figura 3.24 a: bozza di parte di disegno tecnico AS-IS

AS-IS						
# Parte	Nome Parte	Qtà	t di Movimentazione componente	t di Inserimento componente	t di assemblaggio componenti (t ass. componente * qtà)	
1	Vite	100	1,5	10,5	1200	
2	Assieme rullo-cuscinetto	100	1,5	5,5	700	
3	Longherone	1	3	2	5	
4	Boccola	100	1,43	1,5	293	
	Qtà totale	301		T tot,ass [s]	2198	2923,34 ritmo 100

figura 3.24 b1: applicazione metodo B & D su AS-IS

# Parte	Nome Parte	Qtà (n)	con collegamento a	MOTO RELATIVO	MATERIALE DIFFERENTE	SMONTO PER SERVICE/MANUT.	CRITICO?
1	pressore	1	...	...	...	...	SI
2	rullo	100	pressore	si	/	/	SI
3	vite	100	assieme rullo- cuscinetto interno	no	no	no	NO
			pressore	no	no	no	NO
4	boccola	100	vite	no	no	no	NO
			pressore	no	no	no	NO
			assieme rullo- cuscinetto interno	no	no	no	NO

figura 3.24 b2: analisi critica dei componenti su AS-IS

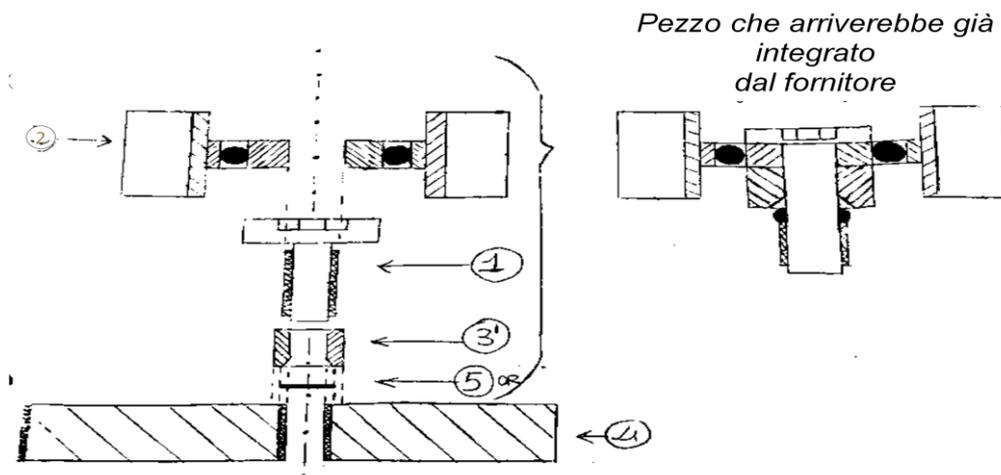


figura 3.24 c1: bozza modifica componenti per aumento efficienza assemblaggio secondo B & D

TO-BE									
# Parte	Nome Parti	Qtà (n)	Cod. Tabella Movimentazione	t di Movimentazione	Cod. Tabella Inserimento	t di Inserimento	t di assemblaggio parte	alfa + beta	
1	componente commerciale (rullo+vite+boccola+OR)	100	10	1,5	48	10,5	1200	360 + 0 = 360°	
2	barra pressore	1	91	3	30	2	5	360 + 360° = 720°	
		101				T_{tot,ass} [s]	1205	1603	

figura 3.24 c2: applicazione metodo B & D su TO-BE

Prima di tutto, si sono calcolati i tempi della configurazione AS-IS, la quale vede una piastra metallica (forata con filettatura), ruote di gomma (atte ad accompagnare con precisa direzione una trave di legno da lavorare in macchina) , una vite M8 (per fissare la ruota) e una boccola utilizzata come distanziale (per la battuta in piastra e per permettere la libera rotazione del rullo gommato) . Successivamente, si è effettuata l'individuazione dei pezzi critici, cercando un supporto al ragionamento in modo da individuare cosa è possibile ottimizzare e cosa invece è indispensabile. Le inefficienze sono state rilevate negli accoppiamenti ruota – vite – distanziale, che causerebbero un valore di efficienza (secondo B & D) pari a circa 10%.

Nel montaggio necessiterebbe, in primis, comporre il pezzo integrato (vite – ruota – boccola), trattenerlo cosicché non si scomponga prima del fissaggio (holding down) e poi fissarlo con avvitatore in piastra. L'operazione di assemblaggio di questi pezzi non è effettuata internamente a SCM, ma avviene presso fornitori italiani approvvigionati e pagati dall'azienda e che, qualora si riuscisse a far arrivare la merce già integrata, apporterebbero una diminuzione delle tempistiche di assemblaggio che si tradurrebbe in risparmi in costo orario per l'azienda.

In prima battuta, si è pensato ad una integrazione dei componenti tramite una vite a disegno (al posto della vite zincata M8 e del distanziale) che venisse fissata al rullo gommato tramite deformazione della parte metallica della ruota o con colle. L'idea derivava da un pezzo già presente in azienda, ovvero dei cuscinetti radiali simili al componente in esame, che venivano montati su altre macchine per una simile funzione di accompagnamento del prodotto. Tuttavia, questa soluzione risultava costosa e complessa (soprattutto perché l'esagono per avvitare la nuova vite diventava troppo piccolo e poteva portare a spanare la stessa), in più doveva essere proposta al fornitore cinese e ordinata direttamente in grande quantità (decine di migliaia di pezzi), cosa che non avrebbe assicurato un grande vantaggio in costo né un'assicurazione che il pezzo venisse generato in modo preciso e corretto sin da subito. Successivamente, si è proposta una soluzione meno radicale e invasiva, cioè si è pensato di inglobare 3 pezzi in 1 tramite un banale inserimento di un O-ring, ovvero un anello in gomma che abbia la sola funzione di integrare i componenti suddetti. Attraverso varie simulazioni in operativo, si è notato che l'Or scoppiava al fissaggio, difetto non così negativo in quanto l'Or non sarebbe più servito dopo che il pezzo fosse montato in piastra, tuttavia si poteva cercare una soluzione ancora più ottimizzante. A questo scopo, si è pensato di cambiare la forma interna della boccola, effettuandole uno smusso interno (svasatura a 45° di 1 - 1,5 mm) che avrebbe avuto la funzione di contenere l'Or al suo interno, cosicché non scoppiasse durante il fissaggio ma sparisse dentro la boccola. Composto il pezzo in attrezzatura e parlato con l'Ufficio Tecnico, si sono inviate le foto al fornitore cinese per un preventivo e una verifica della praticabilità della soluzione, con risposta positiva. La proposta ha portato a ordinare viti, boccole,

Or e ruote gommata direttamente dalla Cina (prima solo ruote gommate), apportando un risparmio in costo che veniva in parte risucchiato dall'aggiunta dell'Or, dalla svasatura della nuova boccola e dal piccolo surplus in tempo di assemblaggio dal fornitore cinese. In ogni caso, questa soluzione ha apportato grossi risparmi in tempo al fornitore italiano (preso il tempo effettivo si ha un passaggio da un $T_{ASIS} = 60\text{min}$ a $T_{TOBE} = 45\text{ min}$, ovvero un ΔT di circa 15 min/ pz) e perciò in costo a SCM (circa 5000 €/ aa considerando una produttività annua di 500pz per VVMonte e 101pz per Thiene di macchine che montano tale assieme). Per concludere, una così piccola modifica (figura 3.24 d), posta in evidenza con lo strumento del DFA, ha portato l'azienda a risparmi notevoli e soli benefici (maggiori dettagli dei costi in paragrafo 3.3.1.1.2).

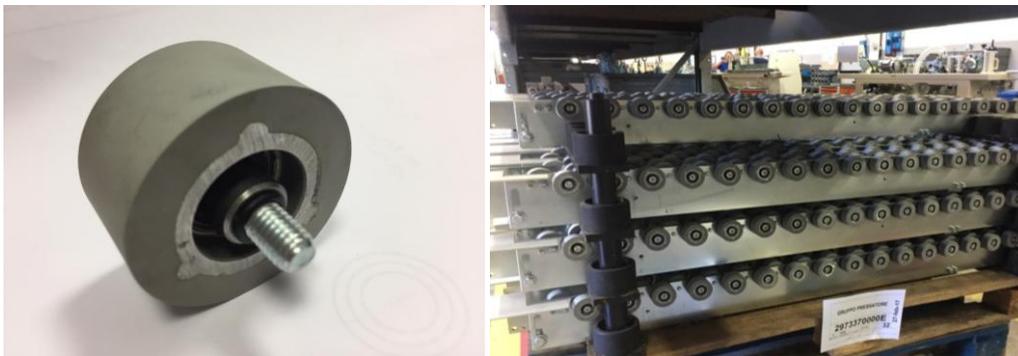


Figura 3.24 d : TO-BE ruota gommata modificata ed assieme barra pressore

B) Gruppo tendicinghia pneumatico 2 cilindri:

- Viti (3) e bulloneria (1, 2, 4, 5, 18),
- Guida pattini (7) e pattino (8),
- Cilindro pneum. (9) e cerniera (10),
- Piastra supporto cilindro (14),
- Piastra guida (15),
- Piastra sostegno cilindro (16).

- **LISTA DEI SOTTOINSIEMI:**

- 1x Piatto tendicinghia 2 cilindri (12),
- 1x Piastra interfaccia perno tendicinghia (13),
- 1x Perno flangiato per tendicinghia (17),
- 1x Rullo per tensione cinghia (11),
- 2x Cuscinetto radiale (6),
- Kx Minuteria (3, 2, 5, 4, 1, 18),
- 1x Guida pattini (7),

- 2x Pattino(8),
- 2x Cilindro pneum. (9),
- 2x Cerniera (10),
- 1x Piastra supporto cilindro (14),
- 1x Piastra guida Bosch (15),
- 1x Piastra sostegno cilindro (16).
- **SEQUENZA DI ASSEMBLAGGIO (con focus sulle parti delle modifiche):**
 - Posizionare la piastra 13 nell'attrezzaggio,
 - Inserire la minuteria nel piatto 12 e serrarli nella piastra 13,
 - Inserire la minuteria nel perno flangiato e serrarli nella 13,
 - Inserire e bloccare nel perno i cuscinetti radiali e rullo.

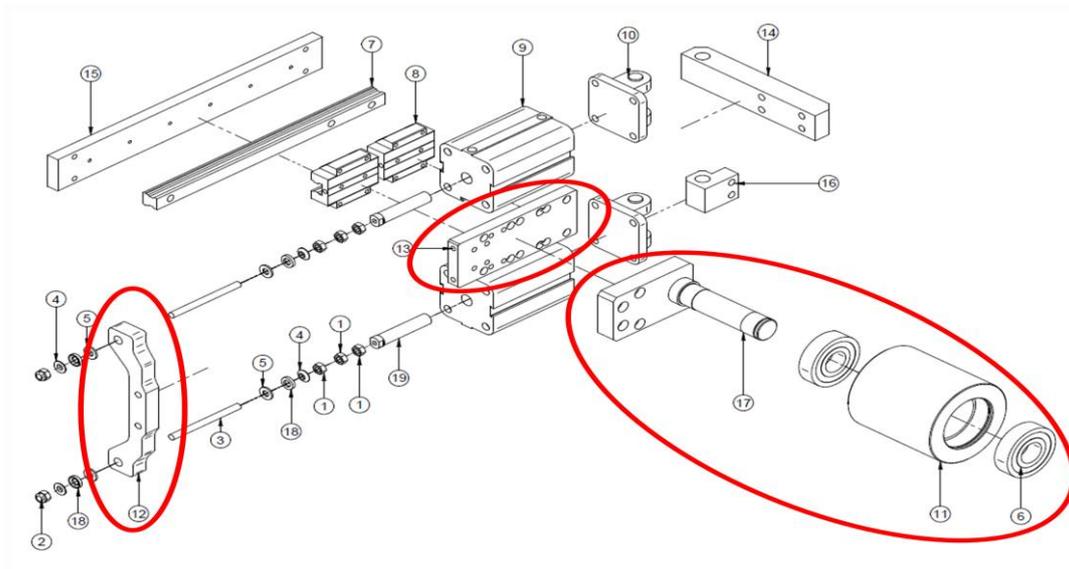


figura 3.24 e: parte di disegno tecnico AS-IS

AS-IS								
# Parte	Nome Parte	Qtà (n)	Cod. Tabella Movimentazione	t di Movimentazione [s]	Cod. Tabella Inserimento	t di inserimento [s]	t di assemblaggio parte [s]	alfa + beta
13	piastra interfaccia perno	1	30	1,95	00	1,5	3,45	720°
12	piatto per t.cinghia	1	30	1,95	08	7,5	9,45	720°
17	perno flangiato per t.cinghia	1	30	1,95	18	9	10,95	720°
11	ruzzo per t. cinghia	1	10	1,5	00	1,5	3	360°
6	cuscinetto rad.	2	10	1,5	00	1,5	6	360°
3	viti	40	11	1,8	39	8	392	360°
1	dado	6	10	1,5	38	6	45	360°
2	dado autof	2	10	1,5	38	6	15	360°
4	rondella	4	00	0,13	01	0,5	2,52	180°
5	rosetta piana	4	01	1,13	00	1,5	10,52	180°
7	guida pattini	1	03	1,95	38	6	7,95	720°
8	pattino	2	02	1,8	03	2	7,6	540°
9	cilindro pneum	2	01	1,5	38	6	15	410°
10	cerniera	2	02	1,8	38	6	15,6	540°
14	piastra supp. cil.	1	03	1,95	38	6	7,95	720°
15	piastra guida Bosh	1	02	1,8	38	6	7,8	540°
16	piastra sostegno cil.	1	03	1,95	38	6	7,95	720°
		72				T _{tot,ass.} [s]	567,74	755

figura 3.24 f1: applicazione metodo B & D su AS-IS

N.B. = Per semplicità, nel conteggio del tempo di assemblaggio, sono stati considerati i soli componenti critici alle modifiche (non tutti quelli presenti in disegno)								
# Parte	Nome Parte	Qtà (n)	con collegamento a	MOTO RELATIVO	MATERIALE DIFFERENTE	SMONTO PER SERVICE/MANUT.	CRITICO?	
12	piatto per t.cinghia	1	....	NO	NO	SI	SI
13	piastra interfaccia perno	1	piatto per t.cinghia	NO	NO	NO	NO	
17	perno flangiato per t.cinghia	1	piastra interfaccia perno	NO	NO	NO	NO	
11	ruzzo per t. cinghia	1	perno flangiato per t.cinghia	SI	...	...	SI
6	cuscinetto rad.	2	perno flangiato per t.cinghia	SI	...	...	SI
		6						

considerati nell'analisi per modifiche: NO

figura 3.24 f2: analisi critica componenti su AS-IS

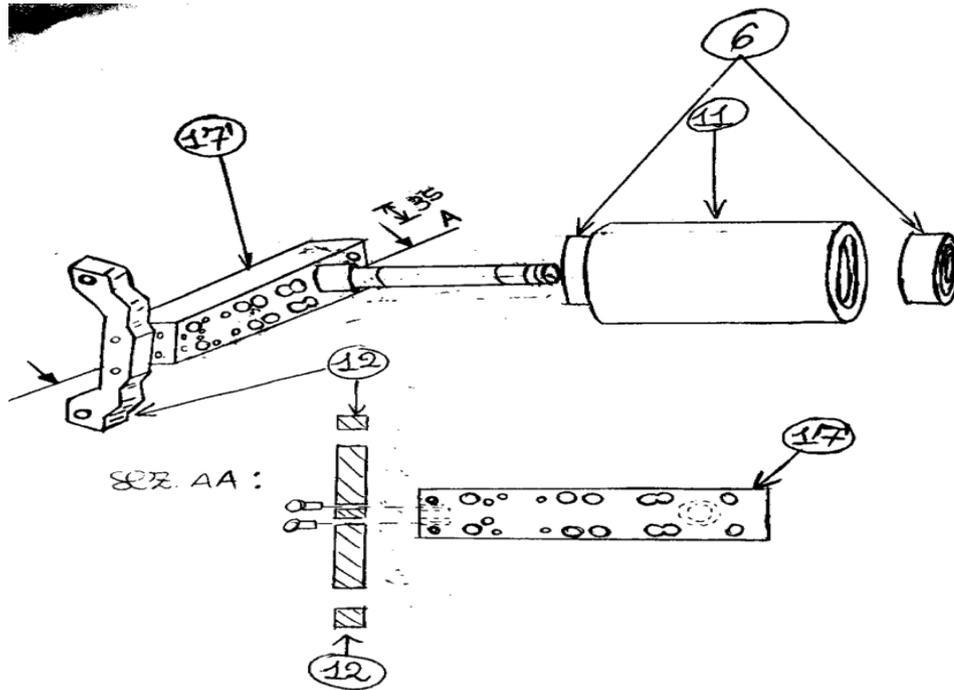


figura 3.24 g: bozza modifica componenti per aumento efficienza assemblaggio secondo B & D

TO-BE									
# Parte	Nome Parte	Qtà (n)	Cod. Tabella Movimentazione	t di Movimentazione [s]	Cod. Tabella Inserimento	t di Inserimento [s]	t di assemblaggio parte [s]	alfa + beta	
17'	piastra interfaccia perno	1	30	1,95	00	1,5	3,45	720°	
12	piatto per t. cinghia	1	30	1,95	08	7,5	9,45	720°	
11	rullo per t. cinghia	1	10	1,5	00	1,5	3	360°	
6	cuscinetto rad.	2	10	1,5	00	1,5	6	360°	
3	viti	36	11	1,8	39	8	352,8	360°	
1	dado	6	10	1,5	38	6	45	360°	
2	dado autof	2	10	1,5	38	6	15	360°	
4	rondella	4	00	0,13	01	0,5	2,52	180°	
5	rosetta piana	4	01	1,13	00	1,5	10,52	180°	
7	guida pattini	1	03	1,95	38	6	7,95	720°	
8	pattino	2	02	1,8	03	2	7,6	540°	
9	cilindro pneum	2	01	1,5	38	6	15	410°	
10	cerniera	2	02	1,8	38	6	15,6	540°	
14	piastra supp. cil.	1	03	1,95	38	6	7,95	720°	
15	piastra guida Bosh	1	02	1,8	38	6	7,8	540°	
16	piastra sostegno cil.	1	03	1,95	38	6	7,95	720°	
		67			T totass. [s]		517,59	688	ritmo 100

figura 3.24 h: applicazione metodo B & D TO-BE

Il ragionamento è da intendersi simile al precedente esempio (figura 4.24 a, b, c1, c2) . In particolare si sono integrati 2 componenti (13 e 17 in 17') ovvero proponendo la saldatura del perno direttamente sulla piastra 17' ampliata in spessore. La modifica si è ipotizzata essere senza aggravio di costo dettagli paragrafo 3.3.1.1.2), in quanto è bastato aumentare lo spessore della piastra brunita da 20 mm a 35 mm eliminando però il precedente superfluo componente 17 e le viti per fissarlo.

3.3.1.1.2 Analisi costi e benefici delle modifiche

Come si è anche potuto constatare dagli esempi sopra riportati, l'applicazione del metodo DFA ha portato grandi risultati che hanno riguardato interventi in tutti gli stabilimenti SCM italiani (nel primo esempio si mostra un componente trattato negli stabilimenti di VVMonte e Thiene, nel secondo esempio un componente di VVMare) . La sua efficacia è stata rilevata soprattutto in termini di approccio e focus su aspetti critici e tecnici, consolidando la scelta dello stesso come supporto importante per il miglioramento aziendale. Inoltre, si è deciso che l'applicazione dell'approccio suggerito dal Design For Assembly sarà gestita tramite "DFA Work-Shop" (di 1 - 2 giorni) a cui parteciperà un Work-Team di analisi composto da Ufficio Tecnico, Industrializzazione e Miglioramento Industriale di una singola U.te .

Detto questo, andiamo ad analizzare i dettagli in termini di risparmio tempi e costi delle modifiche (stimati ed arrotondati), trovate utilizzando l'approccio proposto dal Design for Assembly.

1. Per ciò che concerne il primo assieme barra pressore (figura 3.24d), si riportano delle tabelle che esprimono in modo quantitativo e sintetico i risparmi ottenuti:

<u>T_{as-is}</u> , effettivo, macchina	<u>T_{to-be}</u> , effettivo, macchina	<u>ΔT min.</u> Effettivo. macchina	<u>ΔT h.</u> Effettivo, macchina	<u>€/h MOD</u> fornitore italiano	<u>Δ€ t.</u> macchina	<u>Δ€ t. aa</u> lordo su base budget 2017
60 min	45 min	15 min	0,25 h	N/D €/h	N/D €/macch.	5000 €/aa
<u>Δ€ t. aa lordo su</u> <u>base budget 2017</u>		<u>Incremento €</u> <u>modifica struttura, aa</u>		<u>Saving netto €/aa</u> <u>su base budget 2017</u>		
5000 €/aa		-15000 €/aa		20000 €/aa		

figura 3.24 i: saving netto e lordo della modifica a barra pressore

In sostanza, andando a controllare i tempi dal fornitore italiano, si è stimato che, nella condizione AS-IS, il fornitore necessitava di 60 minuti per prelevare, comporre ed avvitare i 100 pacchetti (assieme vite- ruote gommate- distanziale) nella barra pressore. Invece, con la modifica apportata e la rilevazione in tempo effettuata nella condizione TO-BE, il fornitore

necessitava di 45 minuti, segnalando perciò un risparmio di 15 minuti per ogni montaggio barra. Perciò, considerando il costo MOD pagato da SCM per il lavoro da tale fornitore (35€/ h), si ha un risultato di risparmio di 9 €/ macchina ca., che se rapportato ad una produzione annuale dimostra un saving lordo di 5000 €/ aa ca. . Inoltre, scegliendo di far integrare il pezzo direttamente dal fornitore cinese, modificando quindi la condizione in quanto prima il fornitore italiano forniva viti e distanziali ed il cinese il solo premontaggio di rullo gommato e cuscinetti, si è aggiunto un risparmio di circa 0,3 €/rullo, che se rapportato su base annua porta ad un risparmio sull’approvvigionato di circa 15000 €/ aa (con Δ costi di spedizione non significativi per Δ peso irrilevante). Infine, sommando i due risultati, si mostra un saving netto di 20000 €/ aa circa.

2. Allo stesso modo, riportiamo il risparmio suscitato dalla modifica al gruppo tendicinghia pneumatico a 2 cilindri (figura 3.24g):

<u>T_{as-is}</u> , effettivo, macchina	<u>T_{to-be}</u> , effettivo, macchina	<u>ΔT min.</u> Effettivo. macchina	<u>ΔT h</u> , Effettivo, macchina	<u>€/h</u> VVMare	<u>$\Delta \text{€ t}$</u> , macchina	<u>$\Delta \text{€ t, aa}$</u> lordo su base budget 2017
25 min	23,2 min	1,82 min	0,031 h	N/D €/h	N/D €/macch.	120 €/aa

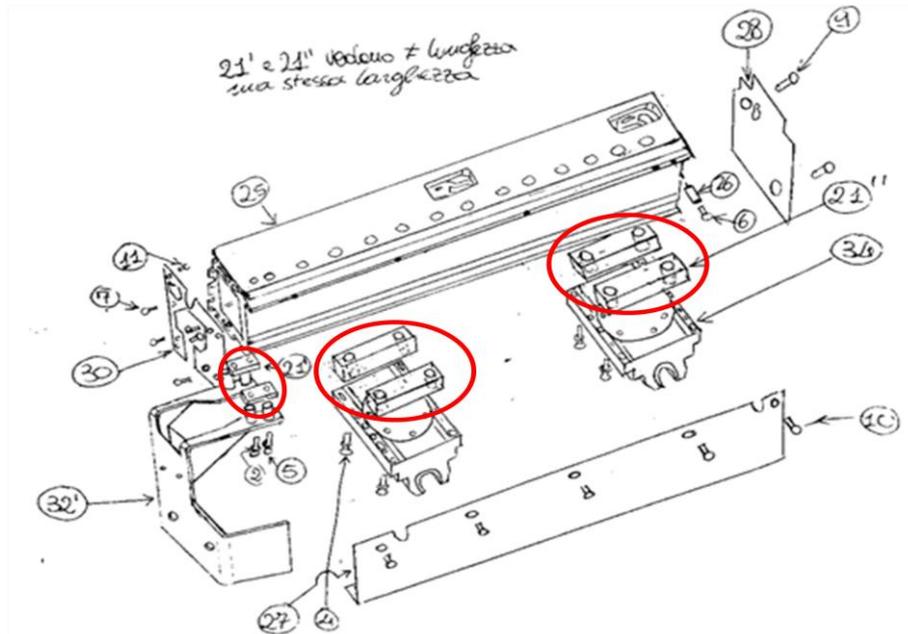
figura 3.24 l: saving netto della modifica gruppo tendicinghia

In questo caso il risparmio su base annua è di gran lunga inferiore alla prima modifica, causa quantità di macchine prodotte all’anno molto inferiore. Tuttavia se guardassimo il risparmio al pezzo (€/pz), noteremmo però quasi 2 € risparmiati per ogni gruppo tendicinghia in fase di assemblaggio. Per quanto riguarda l’incremento in costo della modifica strutturale, si è constatato essere nullo in quanto la richiesta di una nuova piastra brunita, più spessa di 15 mm, assorbirebbe in costo il risparmio dato dall’eliminazione dell’utilizzo di 4 viti ed un codice componente. Perciò, il saving in € risulta molto basso, ma se considerassimo anche l’eliminazione di un codice, la modifica si porrebbe come maggiormente vantaggiosa.

Per apportare completezza di analisi, si riportano sinteticamente i risparmi ottenuti dalle altre modifiche validate, comprendendo così anche gli stabilimenti di Rimini (Headquarter) e San Marino (Minimax).

3. Per Rimini: si sono rilevate delle criticità in analisi nel gruppo “barra flex” (figura 3.24m), in quanto risultava necessario porre nelle guide dell’estruso (barra) dei dadi quadri e guidarli fino a che non fossero allineati ai fori delle viti, dove veniva posteriormente fissato il

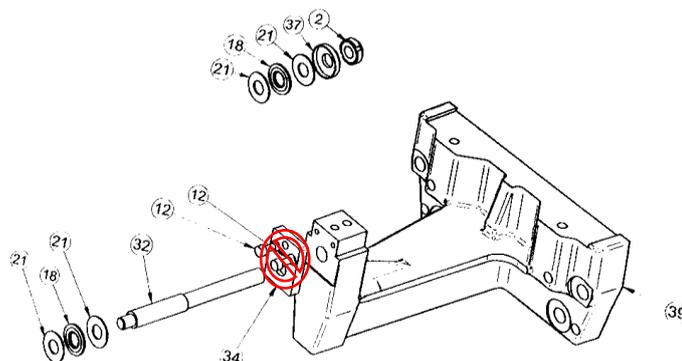
pattino. La modifica è stata di proporre l'acquisto di dadi rettangolari (in sostanza si chiede la fusione di 2 dadi quadri per formare una lastra, con stesso spessore, a due fori). Questa ha rilevato:



<u>T_{as-is}</u> <u>effettivo</u>	<u>T_{to-be}</u> <u>effettivo</u>	<u>ΔT</u>	<u>ΔTh</u>	<u>€/h</u> <u>Rimini</u>	<u>Δ€</u> <u>t. unità</u>	<u>Δ€ lordo</u> <u>t. aa</u>
20 min	15 min	5 min	0,083 h	N/D	N/D	5000 €/ aa
<u>Δ€ lordo t. aa</u>		<u>Incremento €</u> <u>modifica. aa</u>			<u>Saving netto</u> <u>€/aa</u> <u>su base budget</u> <u>2017</u>	
5000 €/ aa		4000 €/ aa			1000 €/ aa	

figura 3.24 m: disegno TO-BE e saving netto e lordo della modifica a barra flex

4. Per Minimax, VVMonte e Thiene: si sono rilevate criticità in analisi nella spalla del gruppo rulli pressori (figura 3.24n), dove si è proposto di eliminare un piastrino (e 2 viti di fissaggio) a supporto del corpo pomolo, in quanto superfluo. Questa modifica ha rilevato:



<u>Tas-is</u>	<u>Tto-be</u>	<u>ΔT</u>	<u>ΔT h</u>	<u>€/h VVMonte</u>	<u>Δ€ t. unità</u>	<u>Δ€ t. aa netto su base budget 2017</u>
60 s	41 s	19 s	0,0053 h	N/D €/h	N/D €/pz	150 €/aa

figura 3.24 n: disegno TO-BE e saving netto della modifica a gruppo rulli pressori

3.3.2 Approccio scientifico adattato al background attuale

- **OBIETTIVI DELLO STUDIO DEL LAVORO:**
 - Miglioramento del processo e delle procedure di lavoro;
 - Miglioramento del lay-out di stabilimento, reparti e postazione di lavoro;
 - Economia dello sforzo umano e riduzione della fatica non necessaria;
 - Miglioramento nell'uso dei materiali, macchine e mod;
 - Sviluppo di un migliore ambiente fisico di lavoro.
- **QUANDO APPLICARE I METODI:**

		<u>Grado di Ripetitività</u>		
		basso/nulla	medio	alto
<u>Operatore</u>	Interviene nel processo come controller	<i>Lo studio del lavoro non ha interesse</i>	<i>Non ha interesse</i>	<i>Non ha interesse</i>
	Interviene nel processo di trasformazione in abbinamento con le macchine	<i>Non ha interesse</i>	<i>È interessante</i>	<i>È molto interessante</i>
	Interviene nel processo di trasformazione solo manualmente	<i>Non ha interesse</i>	<i>È molto interessante</i>	<i>È indispensabile</i>

• FASI PER UN APPROCCIO TAYLORISTICO COMPLETO:

- A. Scegliere il lavoro da sottoporre allo studio,
- B. Raccogliere i dati e le informazioni necessarie allo studio,
- C. Esaminare criticamente i metodi attuali sotto il profilo tecnico - economico,
- D. Elaborare nuovi metodi e scegliere tra le varie alternative,
- E. Misurare gli sprechi in tempo tramite cronometro,
- F. Applicare il metodo proposto e sistamarlo in fase di attuazione,
- G. Verificare i risultati ottenuti dettandone una sintesi in foglio Excel.

A. Scegliere

La scelta del cantiere può essere dettata oppure indirizzata a quello con volume produttivo più alto. Per supportare il processo di scelta (qualora non fosse imposto) è usuale costruire una matrice di valutazione (Priority Matrix):

NxM Matrix	Peso P_i	<u>Cantiere</u> $j=1$	<u>Cantiere</u> $j=2$	<u>Cantiere</u> $j=3$	<u>Cantiere</u> $j=4$	<u>Cantiere</u> $j=5$
<u>Criterio</u> $i=1$	$X \%$	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}
<u>Criterio</u> $i=2$	$Y \%$	V_{21}	V_{22}	V_{23}	V_{24}	V_{25}
<u>Criterio</u> $i=3$	$Z \%$	V_{31}	V_{32}	V_{33}	V_{34}	V_{35}
Risultato	$X+Y+Z=100\%$	$\sum_i P_i V_{ij}$	$\sum_i P_i V_{ij}$	$\sum_i P_i V_{ij}$	$\sum_i P_i V_{ij}$	$\sum_i P_i V_{ij}$

N. B.:

- è bene che gli attributi vengano stabiliti da una sola persona, previa discussioni con gli altri coinvolti al progetto;
- è bene non avere attributi ambigui o che significhino circa la stessa cosa;
- è bene giudicare tutte le casistiche alternative con riferimento al medesimo criterio, cioè la tabella va riempita per righe per facilitare le comparazioni, invece di procedere per colonne e potenzialmente assecondare la tendenza ad avere una scelta preferita in valutazione;
- è bene coinvolgere, nella formulazione dei giudizi, le persone interessate al progetto o presenti nel Work-Shop indetto.

B. Raccogliere

Vi sono vari difetti da considerare e correggere, che derivano da fattori quali culturali, varianza nei processi, complessità ed errori umani. Per contrastare i difetti che derivano dai fattori culturali, si possono utilizzare metodologie che supportano il lavoro di gruppo, il commitment del management e l'allontanamento della paura al cambiamento. Per ridurre la varianza dei processi, si può utilizzare il controllo statistico (SPC) o il Design of Experiment (DoE). Per contrastare la complessità, sono di aiuto strumenti come la mappatura dei processi e il Design for X (insieme di strumenti di cui fa parte anche il Design for Assembly). In ultimo, per evitare che gli errori umani si ripercuotano sulla qualità dei nostri prodotti (dimenticanze, omesse lavorazioni, incomprensioni, errata identificazione, errori causati da mancanza di esperienza, ignoranza di regole e procedure, distrazione, comportamenti diversi permessi dalla mancanza di standardizzazione, comportamenti dettati dalla sorpresa davanti a un certo comportamento della macchina), si possono impiegare strumenti come il Poka-Yoke.

Con questa fase, si passa alla rilevazione dei fatti attraverso documenti tecnici di rilievo che permettono una puntuale e sintetica raccolta di tutte le informazioni necessarie allo studio. Sostanzialmente, si scompone il processo in unità elementari (movimentazioni, controllo, operazioni e soste) tramite la Flow Process Chart, per poi andarle ad analizzare, migliorare, ridurre o eliminare:

- le movimentazioni vanno ridotte al minimo, giacché sono attività che il cliente non è disposto a pagare e si rilevano grazie a strumenti come lo Spaghetti Chart,
 - il controllo va analizzato in termini di ciò che realmente vuole il cliente e, possibilmente, ridotto in termini di allargamento delle tolleranze,
 - le operazioni sono da moderare, modificare, eliminare (introduzione strumenti per ridurre il contenuto di lavoro, cambiare il sequenziamento o ribilanciamento (Kottas-Lau, CPM, PERT, ...), correggere la struttura, ...) oppure sono da evidenziarne/ prevenirne gli errori tramite strumenti come Poka-Yoke e studio della planimetria del P.L., per così apportare miglioramenti in produttività con conseguenze in riduzione di tempo e sforzo.
- Flow Process Chart: utilizzate per fotografare il posto di lavoro. L'ASME (American Society of Mechanical Engineering) la definisce come una rappresentazione grafica delle sequenze delle operazioni, trasporti, controlli, soste ed immagazzinaggi che si verificano nel processo o nello svolgimento di una procedura e contiene le informazioni ritenute utili per l'analisi, quali tempo richiesto e distanze da percorrere. In sostanza, la FPC è lo strumento con cui si suddivide il processo nelle sue unità elementari:

Operazione	Quando un oggetto è intenzionalmente sottoposto a mutamento di una delle sue caratteristiche fisico - chimiche,
-------------------	---

	viene montato assieme ad altro oggetto, preparato per un'altra operazione/ attività, trasporto, controllo o immagazzinaggio.
Controllo	Quando un oggetto è esaminato per identificazione o per verifica quali - quantitativa di una sua qualsiasi caratteristica.
Trasporto	Quando un oggetto è mosso da un posto a un altro (ad eccezione di spostamenti facenti parte o provocati in un'operazione oppure in un controllo dove l'operatore rimane nel suo P.L.) .
Sosta/ Attesa	Quando le condizioni non permettono/ non richiedono che sia compiuta l'azione prevista immediatamente dopo.
Magazzinaggio/ Sosta prolungata	Quando un oggetto è posto in custodia per impedirne un prelievo non autorizzato.

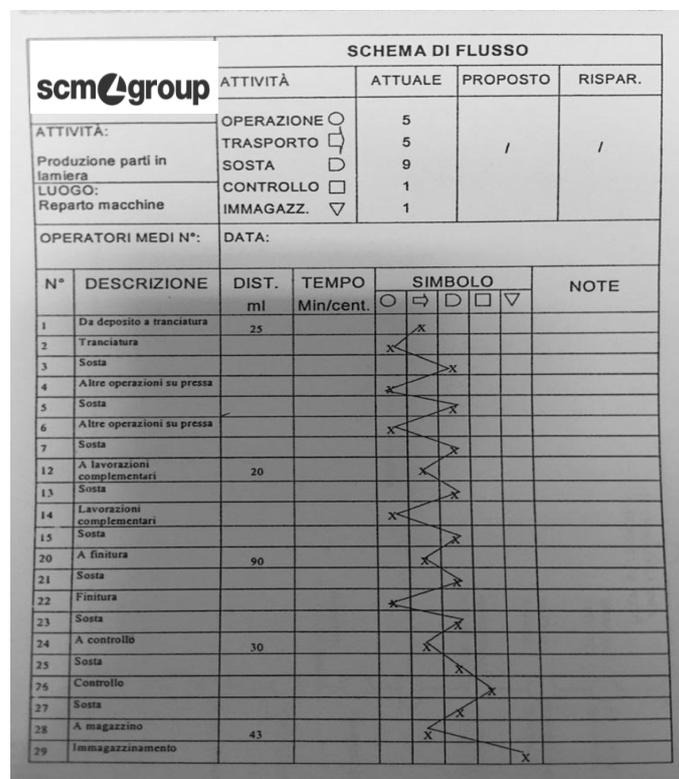


figura 3.25: esempio schema di flusso (FPC)

- Spaghetti Chart: rappresentazione grafica che traccia il percorso di un elemento, persona o attività durante un processo, utilizzando una linea continua e permettendo di identificare potenziali ridondanze e opportunità per accelerare il flusso di lavoro. Il nome deriva dalla forma ingarbugliata del diagramma che ne ricorda un piatto di spaghetti.



figura 3.26: esempio Spaghetti Chart LNL_3/4

- Step:
 1. Registrazione del processo dotandosi di carta e matita, oltre a richiedere spiegazioni all'operatore qualora si voglia far chiarezza sull'attività in esame.
 2. Partire dal primo processo usando frecce direzionali per tracciare il percorso sulla carta.
 3. Non lasciare fuori nessun movimento, nemmeno qualora si pensi sia un'eccezione. Infatti, molto spesso, le eccezioni avvengono più frequentemente di quanto si creda, perciò devono essere sempre catturate.
 4. Registrare il tempo trascorso per ogni attività.
 5. Segnare le aree dove il materiale sosta, è lavorato, trattenuto, ispezionato e prelevato.
 6. Registrare il nome delle persone coinvolte, gli orari, le date e altre informazioni rilevanti.
 7. Calcolare le distanze, i tempi, gli spostamenti, gli avvii e gli arresti necessari per fornire prestazioni di base.
 8. Generare un diagramma separato per mostrare lo stato ideale del flusso per ogni linea, cosicché si riducano/ eliminino le attività non a valore aggiunto. Il team dovrebbe, poi, tendere a tale ideale e il Project Manager dovrebbe rimuovere gli ostacoli che impedirebbero tale risultato.
- Poka-Yoke (“a prova di sciocco”): strumento della qualità partorito da Shigeo Shingo. L'approccio Poka-Yoke è basato sul fatto che sbagliare è insito nella natura umana e proprio per questo occorre stabilire dei meccanismi che impediscano di commettere errori o avvisino qualora si compiano (esempio di meccanismo Poka-Yoke è il cruscotto dell'auto che impedisce l'estrazione della chiave a motore ancora acceso). Tale strumento si adatta bene alle situazioni che vedono operazioni manuali con costante vigilanza da parte dell'operatore, azioni nelle quali sono richiesti aggiustamenti,

interventi per i quali è difficoltoso applicare il processo di controllo statistico, attività per le quali la formazione costerebbe molto e posti di lavoro dove c'è un alto turnover, con un conseguente ricambio di forze operative.

- La nascita del Poka-Yoke deriva da un caso reale di assemblaggio manuale di un interruttore a due molle. A volte, accadeva che l'operaio si dimenticasse di inserire una molla nell'interruttore, generando, così, un difetto nel prodotto che veniva rilevato solo dopo l'avvenuta consegna al cliente finale. In più, benché i responsabili aziendali avessero invitato il personale a prestare maggiore attenzione, i difetti continuavano assiduamente a presentarsi. Per tale motivo, Shigeo Shingo, ebbe l'idea del Poka-Yoke. L'ideatore invitò il responsabile a cambiare la procedura di montaggio, cosicché gli operai non pescassero più le due molle da una grande scatola, ma ne prendessero solo due per ogni interruttore e le posassero tutte su un piattino, il quale doveva restare vuoto al termine dell'assemblaggio. Alla fine del lavoro, se rimaneva una molla superstite, significava che l'operatore si era dimenticato di inserirla (segnale di errore), perciò poteva rimediare subito al problema ovvero prima che il prodotto raggiungesse il cliente.

- Lo strumento Poka-Yoke serve, quindi, per:

- prevenire l'errore.

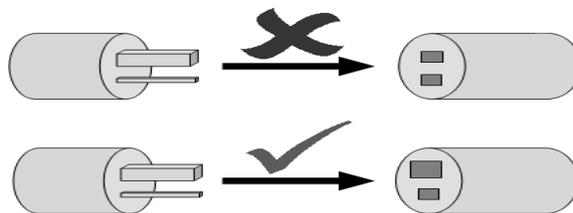


figura 3.27: approccio P-Y nell'inserimento di spine elettriche

- evidenziare l'errore commesso per ripararlo al più presto (un esempio sono le automobili dotate di un segnale acustico che ne segnala le luci accese a macchina spenta).
 - arrestare subito il processo cosicché non siano generati altri errori.
- Gli step suggeriscono:
 1. Identificare un'operazione/ processo sul quale vogliamo concentrarci, basandosi anche sul diagramma di Pareto (20 % cause generano 80% difetti),
 2. Usare strumenti per cercare di capire come occorre l'errore, ad esempio la tecnica "5Why",
 3. Scegliere il meccanismo Poka-Yoke adatto per prevenire il problema o per evidenziarlo (semplice, comprensibile ed economico),

4. Testare il metodo e verificare se funziona realmente,
 5. Formare l'operatore che dovrà utilizzarlo,
 6. Rivedere la performance e misurare il miglioramento ottenuto.
- La tecnica "5Why" può aiutare a identificare le cause principali delle cattive pratiche di sicurezza, oltre a segnalare aspetti comportamentali che sono possibili modificare.
 - *Come condurre l'analisi dei "5Why"?*
 - Per ogni incidente o pratica lavorativa non sicura si chiede al lavoratore di fornire una descrizione della situazione, cui segue la trascrizione della risposta. Questo contribuisce a stimolare anche la collaborazione.
 - Si chiede "perché" tale situazione si è verificata e se ne trascrive la risposta. A questo punto, si valuta se considerare la risposta come la causa ultima del problema oppure se continuare a iterare il processo. Se questa non lo è, allora si chiede nuovamente "Perché?".
 - Si itera chiedendo "Perché?" fino a cinque volte o più se necessario.

C. Esaminare

Fase di esame critico al metodo rilevato, attraverso una sequenza d'indagine che ripercorre le tappe che hanno portato all'attività osservata, per chiedersi se esistono possibilità migliori. L'indagine utilizza una serie di domande circa lo scopo, il luogo, la sequenza, la persona e le modalità, che sono proposte nel modo seguente:

- **SCOPO:** *Qual è lo scopo dell'operazione? È necessaria? Potrebbe essere abolita? Qual è la sua utilità? Serve a ottenere il risultato desiderato? Si potrebbe sostituire con un'altra operazione? Le tolleranze e le qualità sono troppo impegnative?*
- **LUOGO:** *Dove si fa l'operazione? È il posto più adatto? Si può avvicinare all'operazione che precede o che segue? I metodi e i mezzi di trasporto sono adatti? Le condizioni ambientali sono adatte? ...*
- **SEQUENZA:** *Quando si esegue l'operazione? È il momento più opportuno del ciclo? Si può avvicinare all'operazione che precede o che segue?*
- **PERSONA:** *Chi deve eseguire l'operazione? È la persona più adatta per esperienza, capacità, addestramento e carico di lavoro? Chi potrebbe eseguirla meglio?*
- **MODALITA':** *Come viene eseguita l'operazione? Il materiale è adatto? La macchina è adatta? Gli utensili e attrezzi sono quelli giusti? L'operazione può essere eseguita in modo più economico?*

D. Elaborare

Elaborazione del metodo attraverso le tecniche già inserite, per poi convergere in metodologie più dettagliate.

• Planimetria del posto di lavoro (Planimetria P.L.): documento dove si riporta il disegno in pianta della postazione di lavoro con attrezzatura, tool, contenitori, materiale e relativi elenchi. Necessita prestare attenzione alle regole da rispettare nella progettazione, nella scelta del posto di lavoro e negli attrezzi:

- i materiali e gli attrezzi devono essere collocati sempre nello stesso punto del piano e secondo la sequenza d'uso (metodo 5S).
- l'area di lavoro deve essere a un'altezza dal suolo tale che la mano si trovi in una posizione inferiore al gomito di qualche centimetro.
- l'ampiezza dell'area entro cui si muovono e operano le mani deve essere tale da non richiedere anche movimenti del tronco per raggiungere i punti estremi.
- La posizione degli attrezzi e dei materiali deve stare all'interno dell'arco di vista degli occhi, evitando la necessità di dover compiere rotazioni del capo.
- utilizzare (dove è possibile) dei sistemi di gravità per lo scarico dei pezzi.
- gli attrezzi devono essere dotati di adeguati manici e di interruttori ben posizionati, considerando che non tutte le dita sono agili nello stesso modo (indice e medio più agili delle altre oppure destrorsi con abilità mano destra più efficiente per sforzo, mobilità, ...).
- raggruppare due o più utensili in uno (quando è possibile).
- verificare che i vari indici dell'impianto siano conformi e stabiliti, per essere in coerenza con un lavoro in salute e sicurezza:

Temperatura	20 °C – 24°C (reparti lavoro manuale – uffici)
Umidità	30 – 70 % (inversamente proporzionale alla T)
Illuminazione	Naturale indiretta, artificiale diffusa e con assenza di riflessi
Rumore	Assente o inferiore a 60 dB senza percussioni
Esalazioni, Fumo e Polveri	Assenti
Colore	Gamme intonate secondo i lavori (verde chiaro, panna, beige, marrone, ...)
Rischio	Assente o eliminato in tutti i casi tramite protezioni (DPI) e secondo le vigenti norme di sicurezza

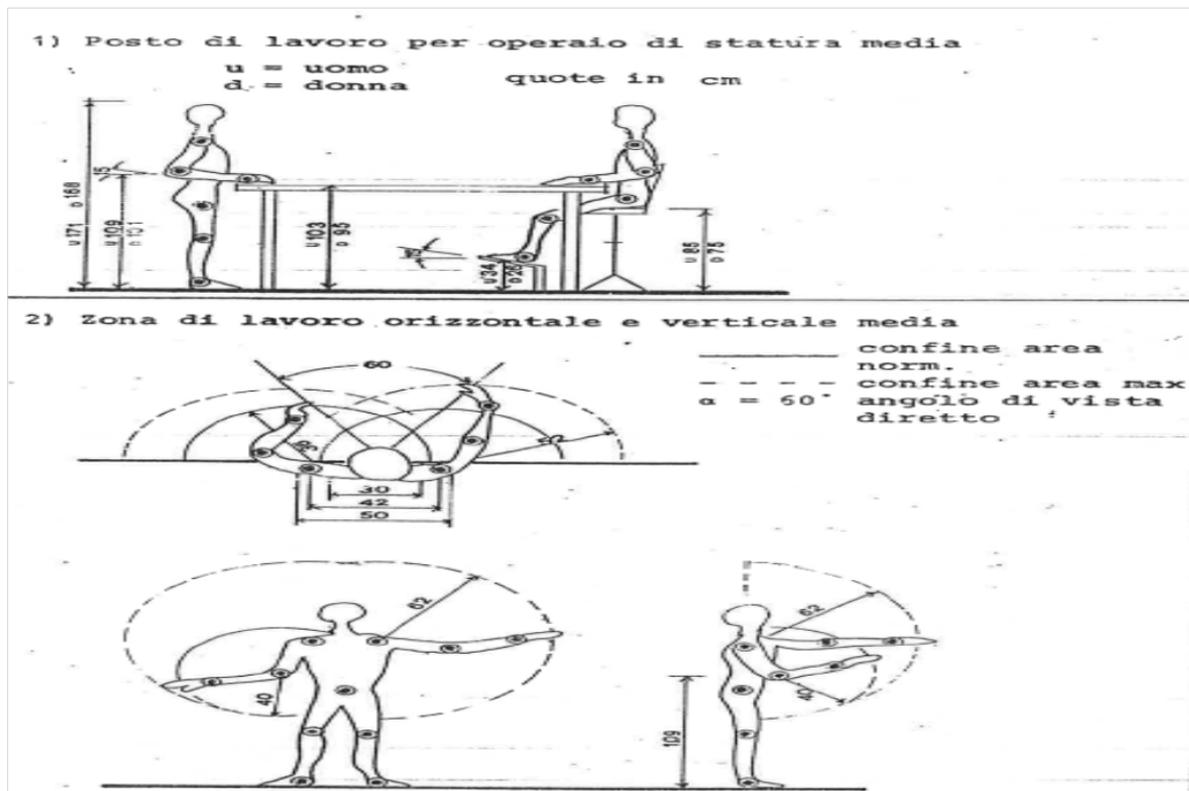


figura 3.28: parametri per approccio ergonomico

- Metodo 5S (standardizzazione lavoro): Il lavoro standardizzato permette lo sviluppo di un ritmo lavorativo costante e bilanciato, organizzato attraverso il TKT per seguire la stessa sequenza di lavoro ad ogni ciclo. Lo scopo è di garantire P.L. più serene e assicurare un alto livello di qualità e produttività, con accento sulla gestione tempestiva di ogni scostamento dallo standard. In particolare, uno standard è valido per tutti, viene periodicamente aggiornato attraverso la riduzione degli sprechi o l'eliminazione dei problemi e lavorare con standard ottimizzati significa un aumento del livello di qualità e produttività. Il metodo delle 5S (coniato da Toyota come acronimo di Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke) consente di standardizzare la gestione della P.L. per definire le regole e rispettare gli standard. Inoltre, spesso si sottostimano il valore che hanno sicurezza, ordine e pulizia nel posto di lavoro, ma il 30% dei difetti di qualità sono direttamente collegati a queste cause-radice.

- Step:

1. Seiri (Separare): identificare per ciascuna area di lavoro gli strumenti necessari per realizzare il prodotto e rimuovere altro materiale non necessario. In sostanza, si vede la ricerca di un oggetto come una potenziale perdita di tempo e, quindi, uno spreco.
2. Seiton (Ordinare): sistemare gli oggetti necessari che appartengono alla postazione. Tutti gli oggetti dovranno essere ordinati e contrassegnati nella loro

ubicazione specifica e questo renderebbe le attrezzature e i materiali estremamente visibili. Se gli oggetti non sono tanto importanti da avere un'etichetta, allora significa che non lo sono per rimanere nella stazione/ area di lavoro.

3. Seiso (Pulire): consiste nel mantenere l'ordine pulendo e raccogliendo gli oggetti periodicamente. L'area dovrebbe essere sempre ordinata, pulita ad ogni passaggio e niente dovrebbe mancare o essere fuori posto.
4. Seiketsu (Standardizzare): è collegata con la gestione della disciplina per rinforzare l'attività standard. Qualora le precedenti attività non diventino istituzionalizzate, le postazioni non saranno pulite e i lavoratori torneranno velocemente indietro ai vecchi metodi. Perciò, dovrebbe essere effettuato un audit regolare e formale e assegnate le valutazioni per area.
5. Shitsuke (Disciplina): si tratta della responsabilità del management di rinforzare l'importanza dei lavori di pulizia e di dimostrare la leadership mettendo in pratica i principi precedenti. Le persone sono più attente a ciò che fa il management rispetto a quello che dice.

E. Misurare

Analisi cronometrica, compiuta sul campo, per stimare/ quantificare l'effettivo spreco in tempo, in altre parole si tratta della fase di transizione dai metodi qualitativi al quantitativo.

F. Applicare

Applicazione e messa a punto sul campo del metodo proposto per verificarne la funzionalità e praticabilità sul campo. Se il feedback sarà positivo, si potrà dimostrare l'efficacia del nuovo metodo, correlata al coinvolgimento di più funzioni (concurrent engineering), addestramento e consenso dei diretti interessati alla riconfigurazione (process owners).

G. Verificare

Verifica dei risultati ottenuti, ad esempio costruendo una tabella Excel che ne dettaglia la sintesi e porti consuntivazione del rilevato.

ITEM	STD [h]	Cons old [h]	Obj [h]	Cons act [h]	η ante-attività [%]	η post-attività [%]	Saving % Obj su STD	Saving % su Cons = (Cons.act-Cons.old) / Cons.old	Saving % su STD = (Cons.act-STD) / STD	Saving % medio su Cons = $\frac{\sum_n(\text{Saving}^{\%} \text{ su Cons})}{\sum_n}$	Saving % medio su STD = $\frac{\sum_n(\text{Saving}^{\%} \text{ su STD})}{\sum_n}$

figura 3.29: format Excel sintesi dei risultati (piano di verifica risultati)

La tabella riporta i codici degli item con associati il tempo standard (STD), il tempo a consuntivo AS-IS (Cons.old), l'obiettivo in tempo da ottenere (Obj), il consuntivo TO-BE (Cons.act), i vari rendimenti ante e post attività T&M e i parametri sul saving (in %) ottenuti secondo le formule:

- Saving % su standard = $(\text{cons.act} - \text{STD}) / \text{STD}$
- Saving % su consuntivo = $(\text{cons.act} - \text{cons.old}) / \text{cons.old}$

Infine, sono proposte le due medie aritmetiche delle formule suddette, sommate e razionate per il numero complessivo (n) degli item presenti.

4. “SCM TIME and METHODS ENGINEER SYSTEM – Parte Metodi”

4.1 Generalità Tempi e Metodi

Il presente elaborato è stato sviluppato secondo due ottiche progressive:

- **Analisi** : nella prima fase si sono analizzate le metodologie a disposizione e cercata coerenza con l’ambiente aziendale (benchmarking), oltre alla ricerca delle informazioni relative al background attuale di SCM Group.
- **Progetto** : in questa seconda fase si cercherà di universalizzare, standardizzare, strutturare e migliorare il metodo in uso per progettare, assemblare e collaudare i pezzi riducendo gli sprechi.

Prima di procedere verso quella che sarà la proposta finale (progetto), si è ritenuto opportuno fare un veloce ripasso sul cosa è definito come analisi del lavoro, attività di Industrial Engineering e Tempi & Metodi.

L’Industrial Engineering è l’ente responsabile dell’analisi e dell’organizzazione del lavoro ovvero il set di tecniche che permettono di strutturare, standardizzare e organizzare le attività. L’analisi del lavoro è molto importante perché riguarda lo studio dei processi, dei metodi e dei tempi con fine ultimo di massimizzare la produttività/ rendimenti e, conseguentemente, ridurre tempo e sforzo.

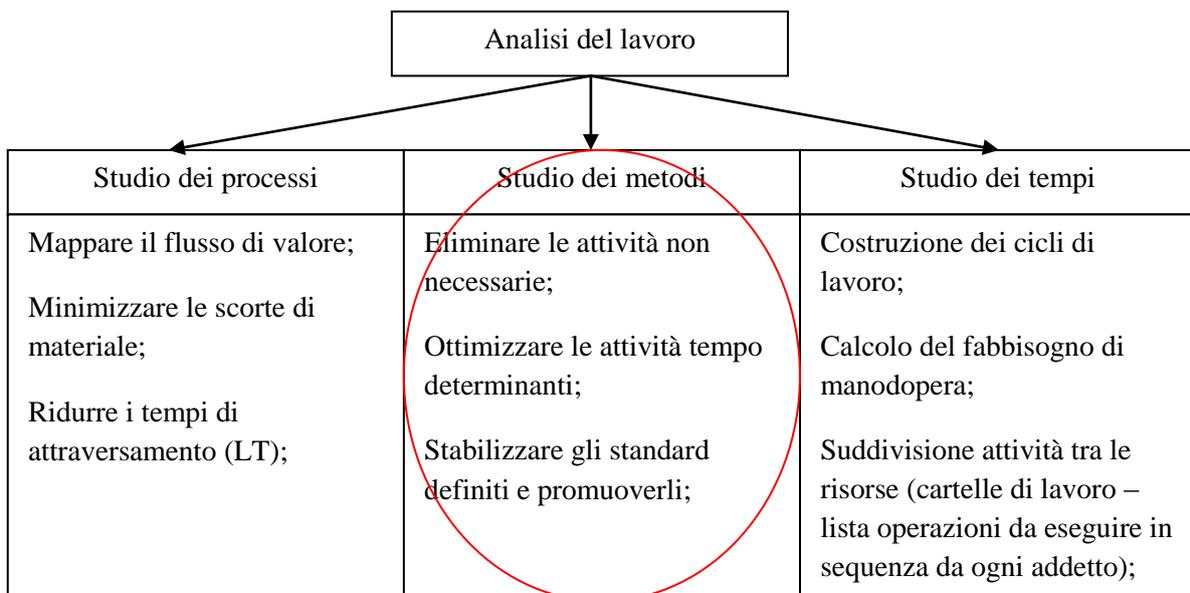


figura 4.1 a: Attività comprese nell’analisi del lavoro

Lo studio dei processi consiste nel mappare il flusso delle materie prime e dei semilavorati in azienda per individuare eventuali bottle-neck, ridondanze di operazioni (movimentazioni di materiale o controlli qualità) o scorte che costituiscono degli sprechi. Invece, lo studio dei metodi

consiste nel definire un modo di procedere razionale che permetta di raggiungere determinati risultati e nell'analisi delle differenti metodologie utilizzate e utilizzabili per svolgere un'attività, così da individuarne la più adatta in termini di efficacia ed efficienza. Infine, lo studio dei tempi consiste nel definire la dimensione con la quale si concepisce e si misura il trascorrere degli eventi e la realizzazione di un dato prodotto.

Riportiamo un riferimento al British Standard 3138-79 per spiegare sinteticamente cosa si intende per tempi e metodi⁵:

“L'espressione ‘tempi e metodi’ riporta alle attività di ricerca del miglior metodo, che nel rispetto delle condizioni di ergonomia e sicurezza, è funzionale all'esecuzione di uno specifico lavoro, e alla rilevazione del tempo necessario. Lo studio dei metodi è costituito dall'esame sistematico e critico del come le cose vanno fatte per ottenere miglioramenti”.

In particolare, nell'ambito della trattazione delle problematiche di engineering, lo studio dei tempi e metodi è finalizzato al:

- verificare la fattibilità in particolare dell'ambito di produzione e individuare il miglior metodo a fronte dei sistemi e macchine disponibili (o previsti);
- misurare i tempi necessari consentendo di verificare la coerenza del livello di produttività del lavoro con gli obiettivi di costo stabiliti.

Tralasciando la diretta correlazione con le logiche de “l'Organizzazione Scientifica del Lavoro”, i tempi e metodi (T&M) si basano su premesse di ergonomia che porta gli studi ergonomici ad essere una premessa necessaria alla prassi di T&M. L'ottica T&M è anche definibile come una tecnica di procedure che, avvalendosi di apporti interdisciplinari, studia i rapporti nel sistema uomo-macchina e ambiente per intercorrelarli in termini umani. Detto ciò, a seguito della presa di coscienza e dell'importanza delle valutazioni di ergonomia si sono sviluppate due scuole, precedentemente analizzate nel dettaglio:

- Taylor: privilegiava lo studio del tempo e, al fine di incrementare l'efficienza, focalizzava la necessità di eliminazione dei tempi assorbiti da operazioni inutili.
- Gilbreth: privilegiava lo studio dei metodi e, al fine di incrementare l'efficienza, focalizzava la necessità di definizione delle modalità di lavoro per eliminazione dei tempi assorbiti da operazioni inutili.

Queste due traiettorie (estremizzate) hanno portato allo studio del lavoro ovvero⁶:

⁵ Rif. British Standard BS 3138, 1979, Glossary of terms used in work study and organization and methods (O&M).

“l’analisi per comprendere le tecniche dello studio dei metodi e della misurazione del lavoro, impiegate per assicurare il miglior uso possibile delle risorse umane e materiali per al realizzazione di una attività specifica”.

- studio dei metodi: esame sistematico e critico del come le cose vanno fatte per ottenere miglioramenti.
- misurazione del lavoro: applicazione di apposite tecniche per la determinazione del tempo che un lavoratore qualificato dovrebbe impiegare per svolgere un lavoro con un certo livello di efficienza.

Per comprendere la complessità ed i contenuti operativi dello studio dei metodi è utile premettere la definizione di contenuto di lavoro di un prodotto o di un’attività ovvero la quantità di lavoro (h-uomo o h-macchina) che sarebbe necessaria per fabbricare il prodotto o svolgere l’attività qualora il progetto fosse perfetto, il procedimento e il metodo di fabbricazione - esecuzione fossero perfettamente messi a punto e non esistessero perdite di tempo imputabili a una qualsiasi causa (a parte il riposo). Il contenuto di lavoro è quindi il minimo irriducibile tempo di esecuzione e il livello di complessità dello studio dei metodi è alto e deve perciò essere caratterizzato dalla capacità di disaggregazione di più aspetti riconducibili a cause marcatamente differenti e all’individuazione delle relative azioni di correzione.

4.2 Proposta di gruppo

Conclusa la ricerca conoscitiva dei vari contenuti per effettuare le attività in ottica Tempi e Metodi (T&M), si è arrivati al punto in cui si hanno gli attrezzi sufficienti per riunirsi e dettare i cardini di una proposta che soddisfi l’obiettivo di progetto. Così, preliminarmente supportato da un consulente esterno, il Project Team si riunisce in un Work-Shop (“Work-Shop Metodi”) per allinearsi sugli argomenti ricercati e iniziare a riflettere sulla suddetta proposta. Dopo varie analisi degli strumenti, il Team di progetto ha deciso di validare (in via definitiva) DFA e Approccio Scientifico come approcci basic per effettuare le rilevazioni locali e i vari template da porre in mano ai progettisti e metodisti SCM.

Il concetto della nuova metodologia vedrà una rilevazione delle incongruenze più a monte della sola attività sul campo, infatti comprenderà tutte le fasi dello sviluppo di un nuovo prodotto-processo.

⁶ International Labour Office (ILO), 1958, www.ilo.org.

Sostanzialmente, si cerca di seguire la logica del “chi ben inizia è già a metà dell’opera”, cioè si intende proporre una filosofia che prevenga (a monte) le incoerenze prodotto-processo che susseguirebbero come problemi a valle (anticipazione dei vincoli cercando una logica di sistema piuttosto che funzionale). Si cerca questo approccio andando a strutturare un processo con attività svolte quanto più possibile in parallelo (concurrent engineering), il quale interesserà l’intervento di più attori distribuiti in varie fasi del percorso completo (Ufficio Tecnico, Qualità, Industrializzazione, Miglioramento Industriale, ...). Questo approccio è finalizzato a “prevenire il prevenibile” per poi curare ciò che non è stato o non si è potuto filtrare attraverso l’attività di miglioramento industriale, mansione delegata alla funzione di Industrializzazione. Una macro struttura di quello che si vorrà ottenere e implementare è sintetizzata nell’immagine successiva (figura 4.1b), che presenta anche le fasi principali ove utilizzare i metodi precedentemente analizzati.

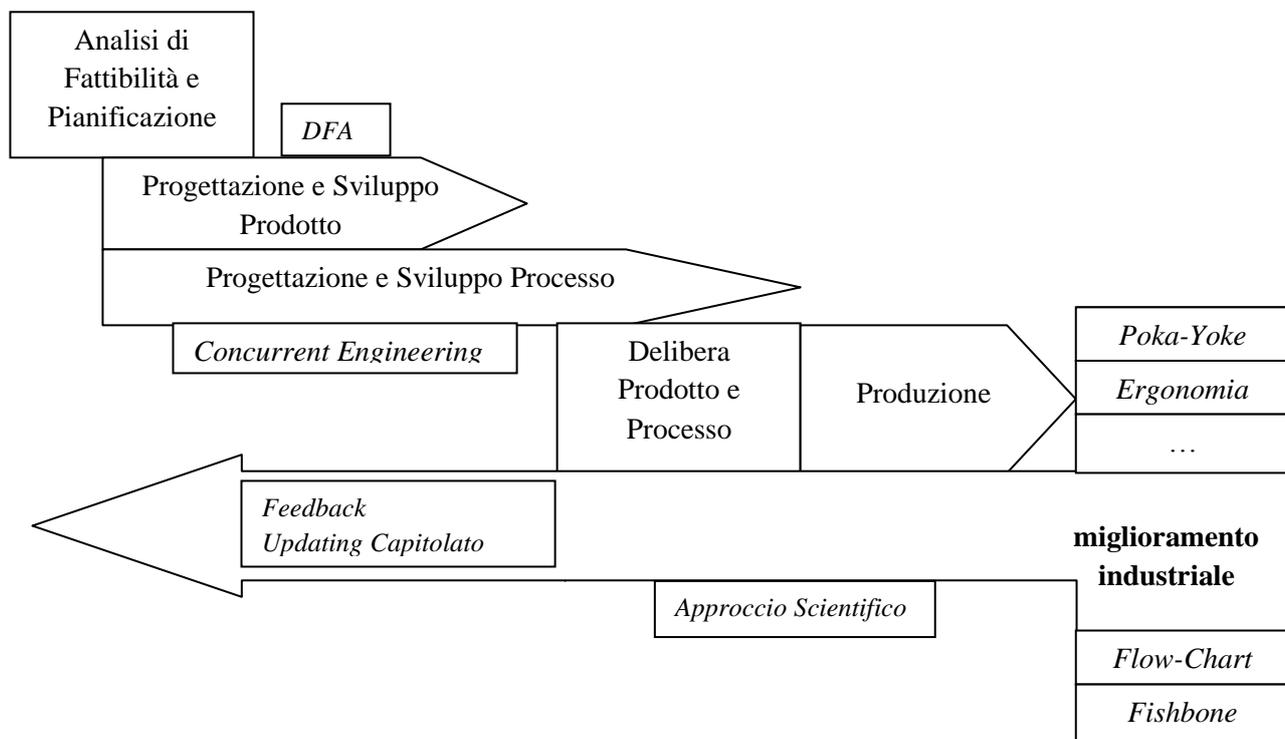


figura 4.1 b: Fasi principali di un processo di sviluppo nuovo prodotto- processo SCM

Per assurdo, questo orientamento alla collaborazione tra le funzioni renderebbe obsoleta (asintoticamente parlando) la stessa attività di miglioramento, la quale è di fatto uno spreco ovvero ha ragion d’essere soltanto quando le cose non vengono fatte perfettamente sin da subito.

Si è cercata una procedura che sia breve, concisa e composta dalla verifica della presenza di capitoli a supporto delle decisioni (storicizzazione delle informazioni cardine) e che risulterà allettante soprattutto per chi ha iniziato da poco ovvero ha poca esperienza riguardo le rilevazioni in

ottica Tempi e Metodi o, quantomeno, risulterà significativa per strutturarne i concetti base. Ovviamente, non sono esclusi gli attori che invece hanno esperienza nel campo, al contrario gli stessi saranno delegati all'updating continuo delle procedure e capitolati, qualora lo ritengano opportuno. Infatti, il documento sarà vivo e dinamico grazie proprio alla collaborazione richiesta e necessaria degli esperti del settore. La filosofia che sta dietro i vari ragionamenti sfrutta quelle che sono le ottiche Lean, cioè bisogna cercare di aver interesse solo per quello che è richiesto dal cliente e, per cui, sviluppare un metodo allineato alla propria percezione di mercato. Un'altra caratteristica importante è il concetto di standardizzazione che deve essere sempre applicato (quando è possibile) per arrivare a un risparmio universalizzato e attraverso la generazione di capitolati di prodotto e di processo (liste in ottica bottom-up che evidenziano le varie difficoltà, incongruenze e problemi derivanti dalla messa in produzione di una certa macchina o PMG e da consultare ogni qualvolta si effettui una progettazione/ verifica delle parti), si tenderebbe (nel lungo termine) perfino a una standardizzazione della progettazione.

Nella situazione attuale di SCM, le attrezzature di montaggio vengono progettate in fase avanzata di lavoro ovvero quando l'operatore sta già assemblando i pezzi in linea. Questo porta a pensare che la progettazione delle attrezzature di montaggio non sia considerata in fase di progetto e, inoltre, ne dimostrerebbe una leggera presenza dell'Industrializzazione nelle fasi prototipali. Solitamente, le attrezzature sono più critiche per elementi quali pre-montaggi (PMG) piuttosto che per le linee delle macchine, però anche per quest'ultime necessitano supporti per semplificare l'attività dell'operatore (staffa per misurare e regolare l'altezza di una piana) .

Con riferimento alle linee delle macchine, un esempio pratico può essere fatto relativamente ai carrellini KIT di postazione. Presa la linea A, che presenta macchine collegate da catena metallica che ne assicura il movimento secondo TKT, se si facesse un carrellino per minuteria o materiale KIT per ogni P. L., l'operatore sarebbe costretto a scavalcare la catena tutte le volte che il carrello è posto dalla parte opposta alla sua. Per questo, una buona logica sarebbe di duplicare i carrellini (porli sia a destra che a sinistra della linea) ponendoci dentro solo i componenti che occorrono per il lavoro, cioè facendo attenzione nel porre, nel carrellino a sinistra, le sole cose che servono per il lavoro sul lato sinistro della macchina e, nel destro, il solo materiale che occorre sul lato destro. Ovviamente, per far questo necessita sapere sin da subito quali siano le operazioni che si effettuerebbero nei vari lati del prodotto, cosa che viene testata nelle fasi precedenti alla produzione in serie (come quella di prototyping) .

Inoltre, riguardo alle postazioni di lavoro dei PMG, si nota che esse sono costruite non tanto considerando l'aspetto ergonomico del lavoro, bensì sembrano postazioni molto spaziose con strumenti disposti non troppo vicini all'operatore, cosa che apporterebbe minor efficienza

all'attività lavorativa. Questo è un altro segnale che prova che non v'è metodo per ogni opera presente in azienda, piuttosto alcune sembrano progettate, messe in opera e poi migliorate “quando si ha tempo”.

I PMG necessitano, come per gli altri prodotti, considerazioni dello stesso tipo riguardo al metodo. Il concetto di metodo deve essere anticipato, ad esempio, dalla definizione di cosa è materiale make e cosa è materiale buy per l'azienda. Il materiale make sarà l'oggetto d'analisi e risponderà positivamente a domande del tipo:

- C'è un vantaggio in costo o in acquisizione di know-how a farli internamente?
- Quale procedura potrebbe aiutare a lavorare in modo maggiormente efficiente?
- Come assemblare i vari sottogruppi interni?
-

Invece, il materiale buy verrà demandato all'esterno (fornitori esterni) perché notata convenienza a produrlo in altro loco. Questo porta a non dover far altro che gestire l'accoglimento del materiale buy in azienda (Ufficio Acquisti) e mai vedere l'operatore che controlla o perde tempo per verificarne la conformità/ correttezza, perché deve già essere assicurata a monte da organismi competenti e certificati.

Altre inefficienze su cui ragionare sono:

- Gli operatori utilizzano eccessivamente calibri e metri, piuttosto che strumenti come dime colorate per essere facilmente individuate, oppure distanziali e spessori per le regolazioni.
- Piuttosto che eccedere in attrezzature per i PMG, si potrebbe pensare di usare la logica del “piede perno” che farebbe muovere agevolmente il pezzo solo in certe direzioni, senza così dover ogni volta sistemarlo perché si è spostato durante qualche attività.
- Quando l'operatore è abituato a usare uno strumento, a parità di alcune condizioni, esso lo utilizzerà d'istinto al posto di tool più efficienti, sebbene non sia l'attrezzo maggiormente adatto in termini di lavorazione, tempo o sforzo. Ad esempio, se si volesse che l'operatore usi più frequentemente l'avvitatore rispetto alle chiavi o si rimuovono le chiavi (lasciandone solo alcune di certe dimensioni) oppure si allontanano, rendendo molto più vantaggioso l'utilizzo dell'avvitatore automatico rispetto ai manuali (appenderlo sopra la testa con opportuni sostegni).
-

A questo punto, si cerca di rispondere a una domanda importante:

“Come si può collegare il metodista al capitolato?”

Per soddisfare la richiesta, si potrebbero proporre delle “liste di supporto” che abbiano lo scopo di indirizzare la mira dell’addetto durante la rilevazione di un metodo e nel suo percorso verso la soluzione. Ad esempio:

- L’operatore deve usare il più possibile due mani in contemporanea per prendere più oggetti per viaggio, a meno di limitazioni di peso, ergonomia e dimensioni degli stessi.
- L’operatore dovrebbe riuscire a prendere gli oggetti facilmente e montarli con la stessa facilità. Qualora questo non risulti presente, si potrebbe pensare a un’attrezzatura di supporto ai movimenti/ attività (carroponte) .
- Devono essere promossi gli utilizzi degli utensili più adatti per svolgere un certo lavoro, piuttosto che i più vicini ma non perfettamente congrui alla lavorazione in esame. Questo perché un utensile corretto riporta meno imprevisti (e a lungo termine risparmi) rispetto a uno associato ad altro scopo. Qualora si rilevi un’incongruenza di questo genere, si potrebbe pensare di porre un tool più vicino all’operatore o magari appenderlo sopra l’area di lavoro con opportuni dispositivi.
- La minuteria deve essere standardizzata il più possibile, in quanto apporta costi significativi (qualora sia presente in molteplici tipologie atte allo stesso scopo) e notevoli perdite di tempo (qualora l’operatore dovesse cercare la misura giusta per una dettata attività o abbia difficoltà di presa per le dimensioni e forme dell’oggetto).
- Le attrezzature di montaggio devono essere molto semplici, il più leggere possibile, facilmente manipolabili e l’operatore deve sempre essere a conoscenza di dove riporle a operazione conclusa (segnare posizione tool in rastrelliera).
- Promuovere la logica che tutte le attività e movimenti che si discostano dallo standard sono un ottimo sensore/ segnale di allarme per un opportuno intervento:
 - *Rilevata attività differente da standard?*
 - *Come dovrebbe essere svolta?*
 - *Perché non mi è permesso svolgerla?*
 - *Come potrei riallinearmi al nominale?*
 - *La soluzione apporta vantaggi significativi?*
 -

Detto ciò, un concetto più importante del solo rispetto di tutti gli accorgimenti suggeriti è la loro presa in considerazione nel momento adeguato. Spesso, non è possibile standardizzare tutte le casistiche possibili in un ambiente dinamico come quello aziendale, però è perlomeno possibile assicurare che tutto ciò che è “dato storico” (problema già affrontato o risolto) è stato preso in considerazione nel momento meno dispendioso. Allo stesso modo, è doveroso che lo storico sia già

stato filtrato dalle attività più a monte delle rilevazioni in linea, poiché farlo prima rileverebbe un costo e sforzo minore (“prevenire è meglio che curare”). In seguito, qualora non sia possibile effettuare alcuni accorgimenti, entra in gioco l’attività di miglioramento industriale atta a correggere le inefficienze di progetto. In sostanza, deve entrare in testa la filosofia che un processo di sviluppo di un certo prodotto-processo (SNP) è esattamente identico a un passaggio di testimone/ staffette tra più concorrenti della stessa squadra (relazione fornitore - cliente interno). Questo approccio al cliente successivo (contenuto in ogni fase del processo di progettazione) porterebbe il processo ad evitare molteplici ricicli (reflussi generati da incongruenze con le attività successive) prima della sua entrata in operativo, poiché:

- durante la progettazione di prodotto, se partecipassero in Work-Shop anche attori dell’Industrializzazione oltre al solo Ufficio Tecnico, si implementerebbe direttamente una scrematura di alcuni elementi del prodotto non congrui allo stesso processo;
- durante la realizzazione di una pre-serie, se partecipassero sia Ufficio Tecnico che Industrializzazione, ci sarebbe una rilevazione delle incongruenze in linea sia di prodotto sia di processo e sarebbe facilitato il processo di problem-solving;
- durante la progettazione di prodotto o di processo, se partecipassero anche attori della funzione Assicurazione Qualità, si otterrebbe già una delibera che assicurerebbe che il prodotto/ processo sia stato costruito secondo specifiche corrette e conformi.

Estremizzando il ragionamento, una nuova struttura di progetto di sviluppo, svolta adottando le logiche di Simultaneous & Sequential Engineering, mostrerebbe risparmi in TTM (Time to Market) dell’idea/ prototipo e, conseguentemente, riduzione delle incongruenze di prodotto-processo nelle fasi a valle.

In ultimo, con tale configurazione si riuscirebbe meglio ad essere informati a livello interno su dove si è e qual è il recapito per eventuali problematiche riscontrate (grazie a Project Manager e delibere di prodotto/ processo). Infatti, un approccio siffatto apporterebbe maggiori protezioni anche verso imprevisti, in quanto, preso il caso di prodotti con elevato TTM, le funzioni interessate verrebbero informate preventivamente su ciò che è stato e sul come è stata portata a termine una certa fase/ progetto (grazie al coinvolgimento in parallelo di vari attori e delibere controfirmate), così da arrivare con maggior probabilità verso una consegna in tempo del lavoro. Nella maggior parte dei casi, la prima inefficienza risiede a monte di tutti i processi (80% delle decisioni importanti sono prese nel primo 20% della durata di processo) e definire bene sin da subito come dovrebbe essere realizzato un prodotto o processo è indispensabile. Già di per sé, la non generazione di un metodo evidenzerebbe uno spreco, in quanto le risorse non sono sin da subito indirizzate chiaramente. Perciò, quando si va a rilevare un’attività, la sola non presenza di uno standard potrebbe essere

segnale di un campo allettante per eliminare inefficienze, ridurre attività non a valore necessarie e migliorare gli indicatori. In più, non dimentichiamoci che un altro spreco di risorse è la stessa mansione di miglioramento industriale, infatti è un'attività posta in essere per aggiustare l'errore generato da altri e arrivare all'ottimizzazione delle variabili in gioco.



figura 4.1 c: grafico potenzialità di miglioramento

Nei prossimi paragrafi, fatte queste considerazioni in merito a quelli che sono stati i precursori della proposta, si andranno a definire gli step principali della metodologia scelta. Si separeranno i ragionamenti associati alla procedura che riguarda gli step più a monte (affiliati alla rilevazione di un metodo chiaro e definito per le attività di SNP) da quelli più a valle (affiliati all'attività di rilevazione operativa in ottica di miglioramento e oggetto principale del progetto). In sostanza, si presentano i passi relativi alla prevenzione delle incongruenze e sprechi a monte, chiarendo le procedure per lo sviluppo di un prodotto-processo in SCM (focus globale: paragrafo 4.2.1), e quelli riferenti all'individuazione in operativo delle aree necessitanti un metodo (focus locale: paragrafo 4.2.2).

4.2.1 Proposta di gruppo: “Prevenire è meglio che curare”

La metodologia riguarda sia la strutturazione delle macrofasi del processo di sviluppo nuovo prodotto sia delle sue attività. Questa vede in primis l'analisi della documentazione e sequenzialità delle fasi di processo, poi l'analisi delle sue attività esecutive (progettazione e produzione). La rilevazione delle inefficienze ha perciò inizio con il controllo delle fasi del processo, le quali devono essere affrontate nel modo corretto per evitare riscontri negativi a valle. Si identifica il processo come un passaggio di staffetta, dove se un'attività è effettuata efficacemente dall'attore precedente, anche il successivo ne apporterà vantaggio.

- Contesto generale:
 - Ambiente competitivo;

- Pressioni esterne;
- Responsabilità non chiare;
- Progettazione e sviluppo dei prodotti sequenziali;
- Modello di sviluppo prodotto rigido;
- Possibili difetti individuati a processo avanzato:
 - In fase di testing o assemblaggio “bandiera blu” (pre-serie),
 - In fase di primo assemblaggio della serie (rodaggio),
 - In fase di miglioramento industriale.
- Procedure di intervento inefficienti;
- Approccio funzionale inefficiente:
 - Le attività sono suddivise tra le varie funzioni aziendali,
 - Interventi correttivi più complessi e onerosi.
- Nuovo approccio:
 - Concurrent & Sequential Engineering.
- Obiettivi generali:
 - Massimizzare Produttività, Rendimenti, Funzionalità, Performance, Qualità, Affidabilità, Sicurezza, Assembly-Friendly, ...;
 - Rendere più solide le prime fasi del SNP (progettazione con DFA);
 - Trarre spunto dai processi a valle per l’ottimizzazione di quelli a monte (feedback);
 - Creare uno standard chiaro (metodo);
 - Alleggerire il lavoro dell’Industrializzazione nelle fasi avanzate (anticipare i vincoli di progetto).
- Approccio nuovo alla progettazione creando analogie tra:
 - Processi informativi;
 - Processi industriali.

La fase iniziale del processo di sviluppo di prodotto (SNP) è di fondamentale importanza, infatti le prime decisioni di progetto sono quelle tanto più efficaci quanto incerte. Questo assunto porta a una conseguenza non eliminabile (ma riducibile) della progettazione ovvero i progressivi e continui cambiamenti del prospetto (miglioramenti/ aggiornamenti). Inoltre, da ribadire è che il costo di un cambiamento di progetto in fase concettuale è dato dal solo costo del lavoro, invece il costo di un cambiamento di progetto introdotto nelle ultime fasi (soprattutto dopo la produzione o vendita) include costi diretti, indiretti e invisibili (perdita di reputazione, inefficienza interna, ...) . Di fatto, il progetto rimarrà sempre in continua evoluzione fino al raggiungimento di un risultato ideale: porterebbe le modifiche a essere maggiori in costo rispetto a ciò che apporterebbero in beneficio.

Attuare un cambiamento in una fase avanzata della progettazione può portare a una variazione delle caratteristiche prestazionali e delle funzionalità oppure, nel peggiore dei casi, il risultato è un prodotto parzialmente o totalmente non conforme alle specifiche iniziali. Prima di iniziare, si ribadisce che la scelta di definire un metodo chiaro che parta sin dall'analisi macroscopica dello sviluppo di un nuovo prodotto-processo è dovuta al fatto che, attualmente in SCM, sembra essersi instaurata la logica del tipo “si inizia a progettare/ montare con quello che si ha, poi si migliorerà non appena si troverà un po' di tempo”, approccio che non segue un metodo piuttosto un “Tappabuchi based”.

Detto ciò, è stato generato un diagramma “Stage and Gate” (figura 4.1 f) che va a chiarire le varie responsabilità, attori in gioco e fasi da seguire durante una progettazione di un nuovo prodotto-processo. Per arrivare alla stesura di questa struttura di grafico, si è consultato in via preliminare il format del diagramma Stage and Gate che l'azienda ha dato a disposizione (figura 4.1 e), così da rimanere conformati alle linee guida già disponibili. SCM Group utilizza un format costituito da 5 Gate che, a loro volta, definiscono i paletti da superare per passare alla fase (Stage) successiva (input fase i = output della fase i-1) .



figura 4.1 e: SCM Group Stage & Gate Chart

Il secondo diagramma sotto riportato (figura 4.1 f) vede la chiarificazione di quelli che sono, oltre alle fasi, gli attori e gli strumenti con cui si dovrà effettuare un nuovo progetto di sviluppo di un prodotto-processo (mancante in figura 4.1 e), focalizzandosi sulle funzioni che interessano maggiormente al miglioramento industriale. Sostanzialmente, generata un'idea fattibile, la committenza del progetto (Top Management) deve definire un Product Manager/ Project Team (cioè definire la parte del sistema di governo del progetto che presiederà obiettivi e vincoli specifici dello stesso) che abbia l'incarico di controllare la definizione, correttezza e aggiornamento dei capitolati/ manuali di supporto all'attività di progettazione.

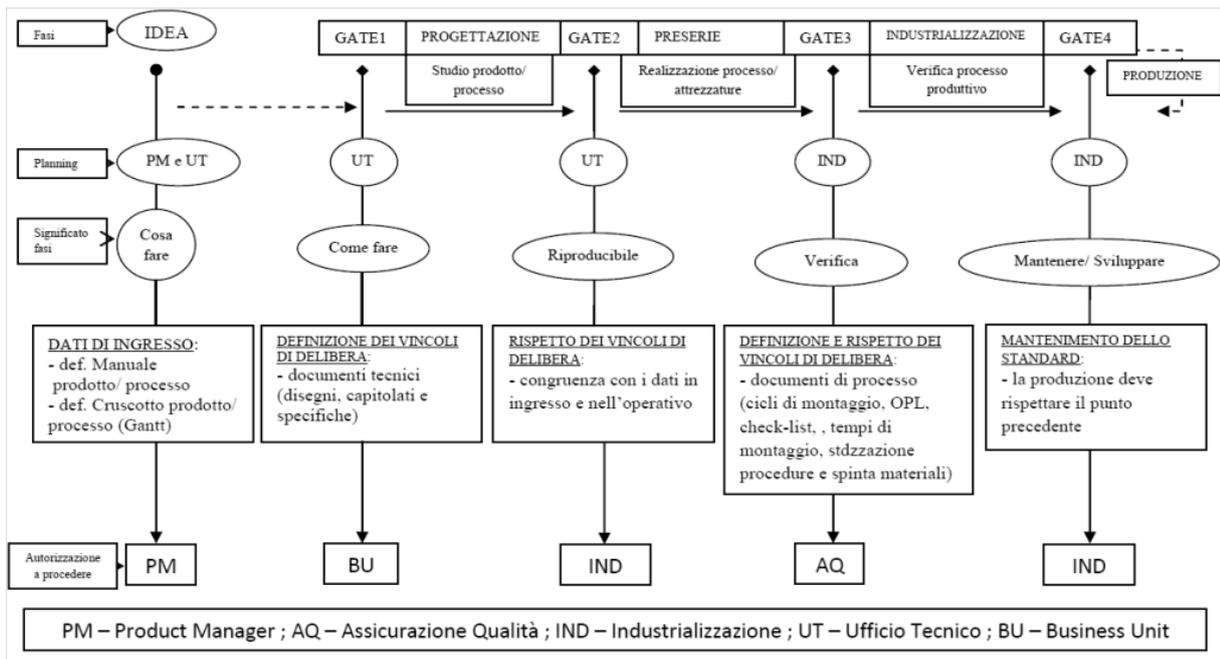


figura 4.1 f: diagramma Stage & Gate per sviluppo di nuovo prodotto-processo

Inoltre, il Project Manager (PM) ha il compito di definire e mantenere vivo un Gantt Chart “parziale” (cruscotto prodotto-processo), il quale dia la possibilità agli interessati di fare un check in real-time sullo sviluppo di progetto e assicuri/ dimostri ai richiedenti la soddisfazione dei tempi, budget, procedure e caratteristiche del processo.

La definizione di un manuale di prodotto o di processo vede la determinazione/ standardizzazione di alcuni punti cardine della progettazione, in termini di:

- Definizione/ standardizzazione dei sistemi di giunzione,
- Definizione/ standardizzazione di sistemi di lubrificazione,
- Definizione/ standardizzazione delle valutazioni estetiche,
- Definizione/ standardizzazione delle caratteristiche di fornitura (pulizia, bava, filetti, vernici, presenza di truciolo, ...),
- Definizione/ standardizzazione utilizzo colle (se non c'è scritta la necessità di usare colle, in fase operativa non devono essere utilizzate),
- Definizione/ standardizzazione componenti generici (carter, pezzi pesanti, pezzi speciali, ...),
- ...

In più, uno strumento che supporta la caratteristica di standardizzazione degli elementi da considerare in progettazione è il Design for Assembly (descritto accuratamente nel capitolo 3), di cui riassumiamo alcuni suggerimenti/ regole utili per questa fase:

- I componenti fondamentali di cui non si può fare a meno sono tipicamente:

- componenti che durante il funzionamento hanno un movimento relativo rispetto agli altri già assemblati (non solidali),
 - componenti di materiale diverso con funzioni particolari (es. battute in plastica per ridurre frizioni con metalli),
 - componenti isolati, distinguibili dagli altri già assemblati, di ausilio all'assemblaggio (altrimenti non sarebbe possibile il montaggio/smontaggio),
 - ridurre il tempo totale di assemblaggio e installazione: riducendo il numero dei componenti complessivi (es. integrando componenti) oppure riducendo direttamente sia il tempo di manipolazione che di inserimento (es. modificando le loro geometrie).
- Regole base per ridurre tempi di manipolazione ed inserimento:
 - progettare componenti che non si possano installare in modo errato (Poka-Yoke Approach) ovvero a prova di errore umano,
 - massimizzare la standardizzazione dei componenti,
 - progettare componenti dalla facile manipolazione,
 - preferire componenti che si auto-allineano e posizionano,

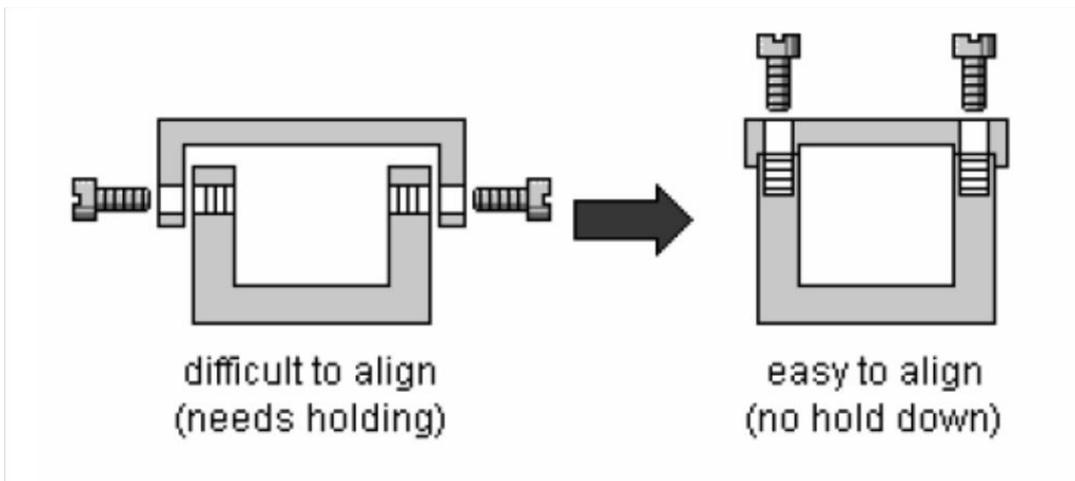


figura 4.3: esempio di un più oneroso “mantenimento in posizione” e di un auto-allineamento

- prediligere un montaggio top-down e modulare (gruppi operatori),

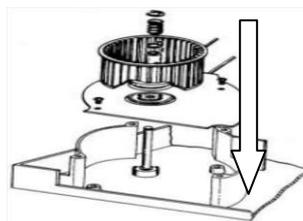


figura 4.4: esempio di assemblaggio top-down

- minimizzare le taglie extra dei bulloni per ridurre elementi a stock, oltre a eliminare la confusione/ entropia durante l'assemblaggio,

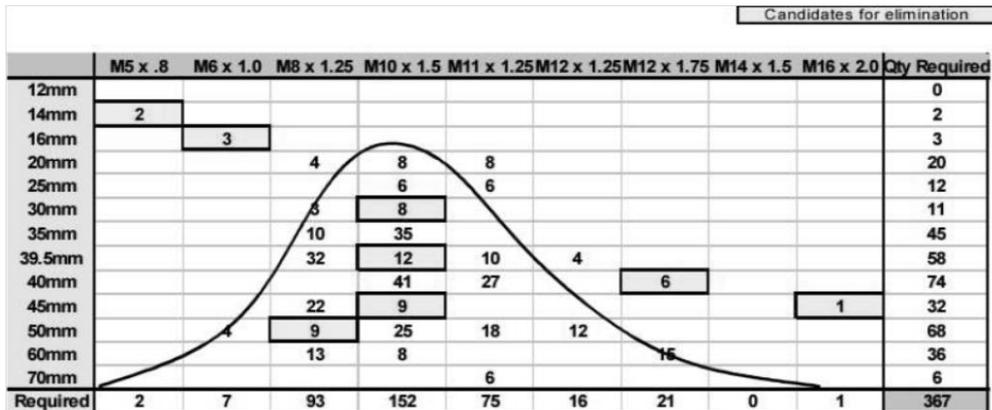


figura 4.5: esempio di strumento probabilistico per scremare la presenza di minuteria in P. L.

- Selezionare il sistema di fissaggio meno dispendioso e complesso,

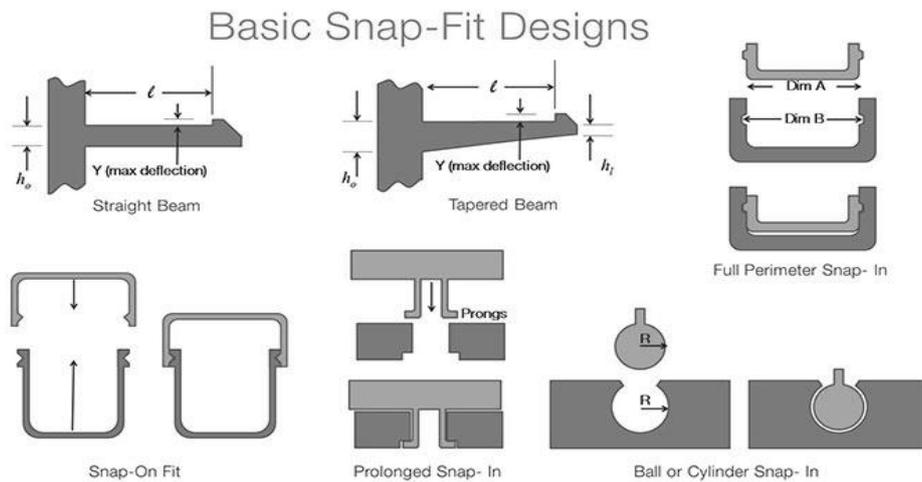


figura 4.6 a: vari esempi di snap-fit



figura 4.6 b: esempio di transizione dei sistemi di fissaggio (da vite a rivetto)

- domandarsi sempre “*Quante mani occorrono per afferrare il componente? E' necessaria assistenza all'afferraggio? Effetto della simmetria sul componente? Parte facilmente allineabile?*” ... ,
- massimizzare la simmetria dei componenti,

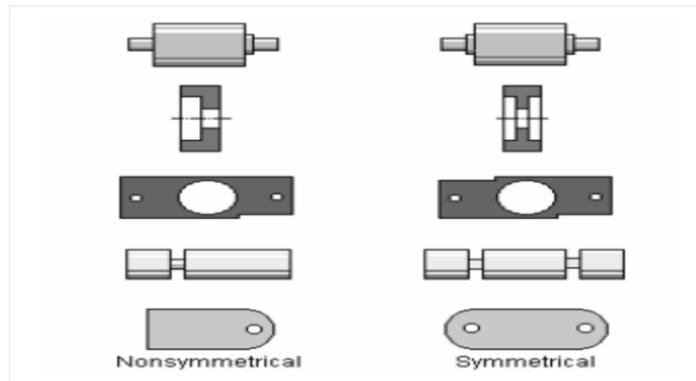


figura 4.7: esempio di strutture simmetriche e non simmetriche

- eliminare le possibilità di ingarbugliamento o impaccamento dei componenti. Nel caso delle molle, si può verificare sia la condizione “nest” sia “nest severely” a seconda delle caratteristiche geometriche, cioè set di componenti che si aggrovigliano/ incastrano (in modo basic o severo) quando sono in un contenitore di stoccaggio e immagazzinati alla rinfusa.



figura 4.8 a: definizione configurazione parametri d e x per molla

Ad esempio, è necessario distinguere se la molla è “a testa chiusa” o “aperta”.

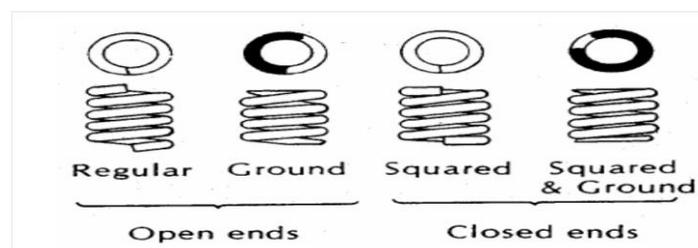


figura 4.8 b: configurazioni molla a testa chiusa e aperta, rispettivamente

Inoltre, definendo x = passo della molla e d = spessore della spira, si ha:

- Se molla a testa chiusa:
 - se $d > x$ non ci sono problemi;
 - se $d \leq x$ non ci sono problemi;
 - se $d \ll x$ si può verificare la condizione nest.
- Se molla a testa aperta:

- se $d > x$ si può verificare la condizione di nest;
- se $d \leq x$ si verifica la condizione di nest;
- se $d \ll x$ si verifica la condizione di nest severely.

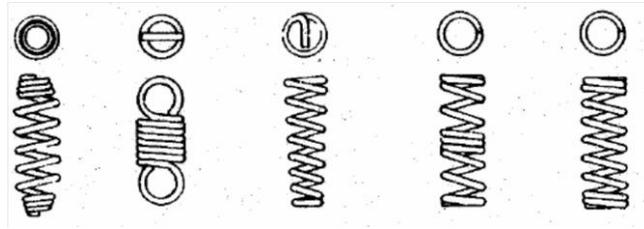


figura 4.8 c: opzioni che riducono problemi di ingarbugliamento

- assicurare adeguato accesso e visibilità all'operatore,

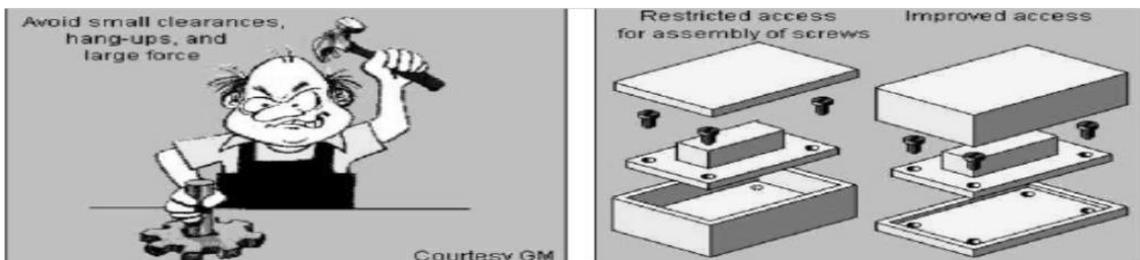


figura 4.9: esempi di difficoltà inserimento e modifica per visibilità non adeguata

- minimizzare l'esigenza di ri-orientamento dei componenti,

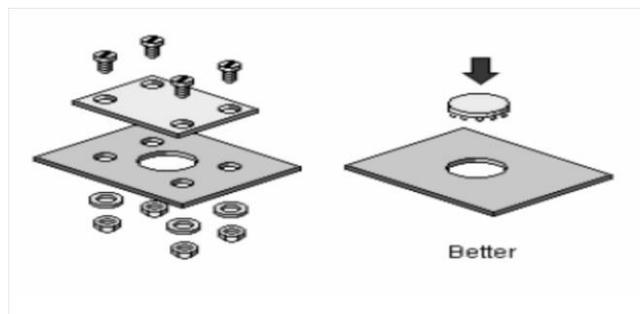


figura 4.10: esempio di cambio struttura per evitare operazioni superflue

-

- Successivamente, aggredire i tempi di manipolazione ed inserimento:

- manipolazione: presa del componente dal contenitore dove si trova (variabili in gioco: distanza contenitore, movimenti operatore e facilità nell'individuare fra altri), corretta orientazione (quanto tempo perde l'operatore per orientarlo nel giusto verso di inserimento), avvicinamento all'area di inserimento (variabili in gioco: visibilità e agibilità dell'area),

- inserimento comprende: giusto posizionamento del componente, allineamento del componente, inserimento temporaneo o definitivo.

Dunque, appurata la correttezza e la presenza dei vari elementi, il PM firma una delibera che permette l'accesso alla fase di progettazione, cioè la staffetta viene data in mano all'Ufficio Tecnico (da qui ha inizio il livello del processo di trasformazione associato ai decisori del progetto stesso). Si procede alla definizione dei vincoli di delibera per così effettuare una progettazione che mantenga le specifiche tecniche di prodotto, di processo, di qualità, In sostanza, è richiesta la definizione dei documenti tecnici, comprendenti disegni, capitolati e specifiche con delega di accertamento del Direttore Tecnico o preposti definiti. Segue la verifica dei parametri da parte, ad esempio, del Direttore della funzione Qualità o suoi delegati, i quali andranno a verificare se in fase di progetto sono state considerate tutte le variabili utili per dichiarare il prodotto conforme alle specifiche. Qualora risultasse idoneo, si procederà alla firma della delibera di prodotto per muoversi, così, verso le fasi successive.

La fase seguente è associabile alla concomitanza dello sviluppo del prodotto e del processo per arrivare a una configurazione corretta per ambedue le parti interessate (Area Tecnica e Industriale). Qui, si cerca la struttura in parallelo per evitare che le incongruenze portino il prodotto a essere oggetto di reflussi che si verificherebbero fino alla sua effettiva congruenza per i soggetti a valle.

In seguito, si passa alla realizzazione del processo produttivo e dei supporti alle operazioni in linea da parte dell'Industrializzazione. Tale funzione aziendale assicurerà il rispetto delle conformità (grazie alla contro-firma della Qualità) e definirà il rispetto dei vincoli di delibera tramite la stesura dei documenti di processo (cicli di montaggio, OPL, asservimento linea, ...).

Infine, si arriva alla riproduzione della pre-serie per la messa a punto in fase operativa, a cui seguirà la realizzazione della serie, campo del miglioramento industriale.

Riferendoci allo scopo ultimo del progetto dell'elaborato, si deve andare a esplodere la fase del diagramma Stage & Gate denominata di Industrializzazione (a cui fa coda il mantenimento degli standard), in quanto sarà quella cardine per l'obiettivo finale. Perciò, facendo sempre riferimento alle attività della funzione di Industrializzazione, l'addetto dovrà:

0. Essere presente al Work-Shop (DFA Work-Shop), a cui prenderanno parte anche progettisti e personale della funzione Miglioramento Industriale (Work Team di analisi), nel quale dovrà essere attivo nel proporre vincoli e soluzioni al processo. (GATE 2)
1. Avere/ ricercare le informazioni necessarie per il corretto sviluppo del processo produttivo. Queste si troveranno nelle aree tecniche e prototipali, definite in fasi antecedenti a quelle della industrializzazione.
2. Definire un preventivo di massima in relazione a quelli che saranno costi e tempi potenziali.

3. Definire un preventivo di dettaglio per comunicare le informazioni di processo, come il numero di operatori, gli investimenti necessari, lo spazio utile,
4. Realizzare/ implementare quello che si è definito nei preventivi, ad esempio il capitolato di linea/ piazzola di montaggio per tutto il “materiale make” e la gestione del “materiale buy”.
5. Lanciare l’investimento/ richieste di acquisto per le attrezzature. Ad esempio, informare gli Approvvigionamenti sugli investimenti per hardware/ software necessari.
6. Checking sull’andamento delle forniture richieste. (GATE 3)
7. Installare ciò che è stato realizzato/ scelto (operatori, attrezzature, ...) .
8. Effettuare la prova ciclo di produzione, cioè far arrivare la minuteria necessaria, gli attrezzi stipulati, In sostanza, questa è la prova per iniziare a montare il pezzo e per verificare che il sistema di montaggio avvenga esattamente come previsto (in SCM un pezzo di test così definito è detto “bandiera blu”). In caso contrario, si modificherà il processo. (not GATE 4)
9. Firmare/ far firmare delibera del ciclo di produzione, cioè si decide se congelare o meno il progetto e passare il testimone alla produzione e miglioramento industriale. In sostanza, è la fase di verifica del passaggio tra la realizzazione della pre-serie a quella della serie. (GATE 4)
10. Congelato il processo, si deve assicurare il mantenimento dello stesso agli standard iniziali, fino a nuovo aggiornamento. Solitamente, si tratta per le prime fasi di rodaggio ovvero durante i primi mesi di operatività del nuovo progetto. In sostanza, si valutano le inefficienze che si sono verificate nei primi periodi di attività.
11. Gestire il miglioramento attraverso modifiche continue e audit in linea per apportare esito positivo in aumento produttività e tendere alla perfezione. (GATE 5)

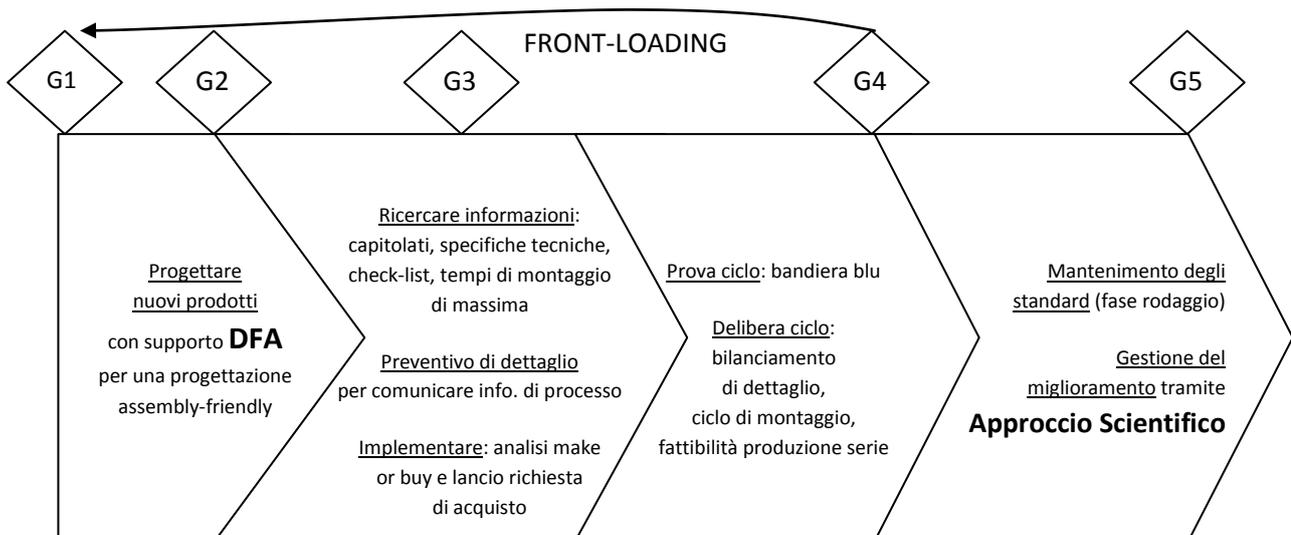


figura 4.11 attività progressive delegate all'Industrializzazione SCM Group

4.2.2 Proposta di gruppo: Focus produzione serie

Mostrata la macro-ispezione delle fasi del processo di sviluppo nuovi prodotti, ora si vanno a dettagliare gli approcci con cui svolgere le attività situate nel GATE 5. Da specificare è che il gate 5 non ha la stessa funzione dei gate precedenti, in quanto il suo raggiungimento significherebbe l'arrivo alla configurazione ideale dell'oggetto ovvero che le modifiche in costo all'oggetto sono maggiori di quanto apporterebbero in beneficio allo stesso.

Focalizzandoci sul miglioramento industriale, si vanno a dettare i punti cardine dell'approccio scientifico con cui si dovranno effettuare le rilevazioni in linea. Il miglioramento industriale ha la funzione di apportare modifiche convenienti per aumentare i benefici del lavoro aziendale in modo continuativo (kaizen).

Nell'approccio stipulato, per prima cosa bisogna capire qual è problema o meglio la causa scatenante l'effetto. Le cose importanti da evidenziare preliminarmente sono che:

1) tale approccio alle cause deve essere adattato (in termini di strumentazione) in base alla causa-radice (Qualità, Ergonomia, Skills, Sicurezza, Produttività, Rendimento, ...) che ha suscitato l'intervento dell'Industrializzazione (tramite attività di miglioramento industriale),

2) l'approccio scientifico deve essere implementato ogni qualvolta vengano rilevati segnali di inefficienza e spreco, oltre ad avere carattere continuativo per kaizen aziendale. Perciò, il metodo proposto andrà applicato ogni qualvolta ("regole di ingaggio"):

- la produttività/ rendimento decrese del 5% dall'obiettivo,
- un nuovo prodotto/ prototipo entra in produzione,
- si rilevano inefficienze/ entropia nel processo,
- passano 6 mesi dall'ultimo audit di stabilimento (ciclato ogni 6 mesi in stabilimento).

A questo punto, si risponde alla domanda "*come applicare il metodo?*" . Prima di tutto si va a scegliere il cantiere in base a quelle che sono le priorità definite (Priority Matrix, Pareto (20% cause-radice generano 80% effetti), PDCA Cycle,...) per poi andare ad individuare le cause da porre sotto lente di ingrandimento, cioè andando a esploderne i contenuti elementari (figura 4.11 a oppure figura 4.11 b) . Indirizzato il focus, si vanno a utilizzare i vari strumenti (in modo congruo alle cause) per così analizzare le varie criticità (figura 4.11 c). Infine, si cerca la soluzione e se ne condividono i punti cardine con tutti gli interessati. In sostanza, si tratta di:

1. Analizzare le priorità e gestire il processo:

scala di priorità ai problemi in analisi e strutturare il processo

(*Matrice delle Priorità, Diagramma di Pareto, ...*) ,

2. Ricerca causa - effetto:
 cosa ha suscitato l'intervento di miglioramento industriale
 (tramite *Fishbone Chart, Ishikawa ...*),
3. Consuntivazione del risultato:
 verifica dei risultati ottenuti in termini di riduzione di sprechi
 (*Piano di verifica risultati*),
4. Formare e informare gli addetti:
 (*OPL, Visual Management, Training interno, ...*).

I tool finora presentati supportano la rilevazione delle cause, oltre a guidare l'addetto verso una standardizzazione delle procedure dirette alla soluzione del problema. Ovviamente, in un ambiente dinamico come quello aziendale, è molto difficile riuscire a standardizzare le logiche che semplifichino la risoluzione di ogni problema rilevato, per questo si cercherà di generalizzare quanto più possibile attraverso storici e capitoli aggiornati.

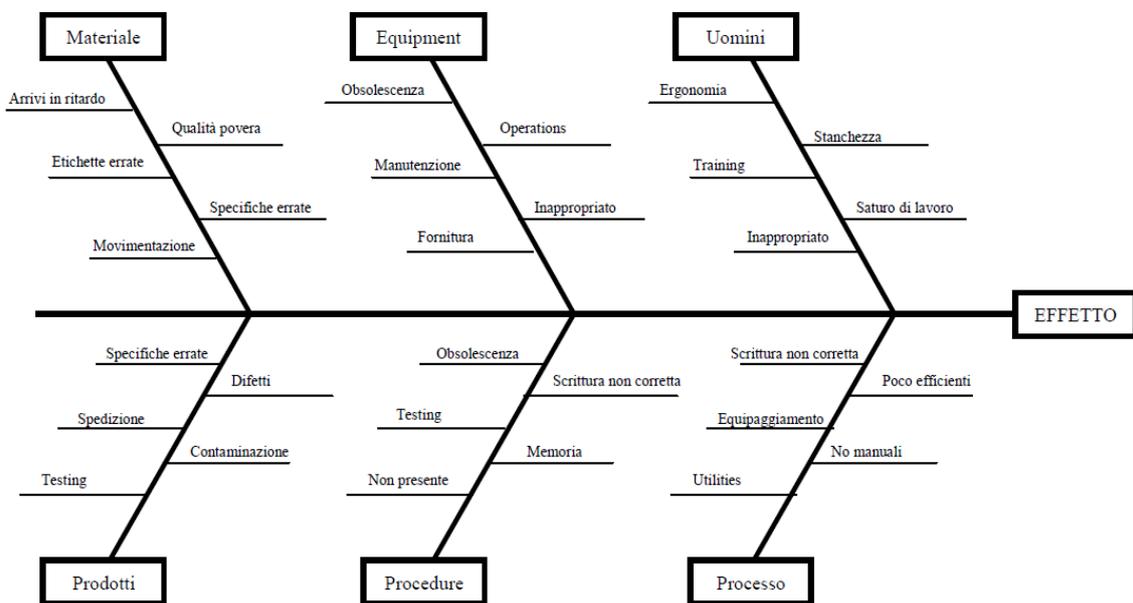


figura 4.11 a: Diagramma di Ishikawa

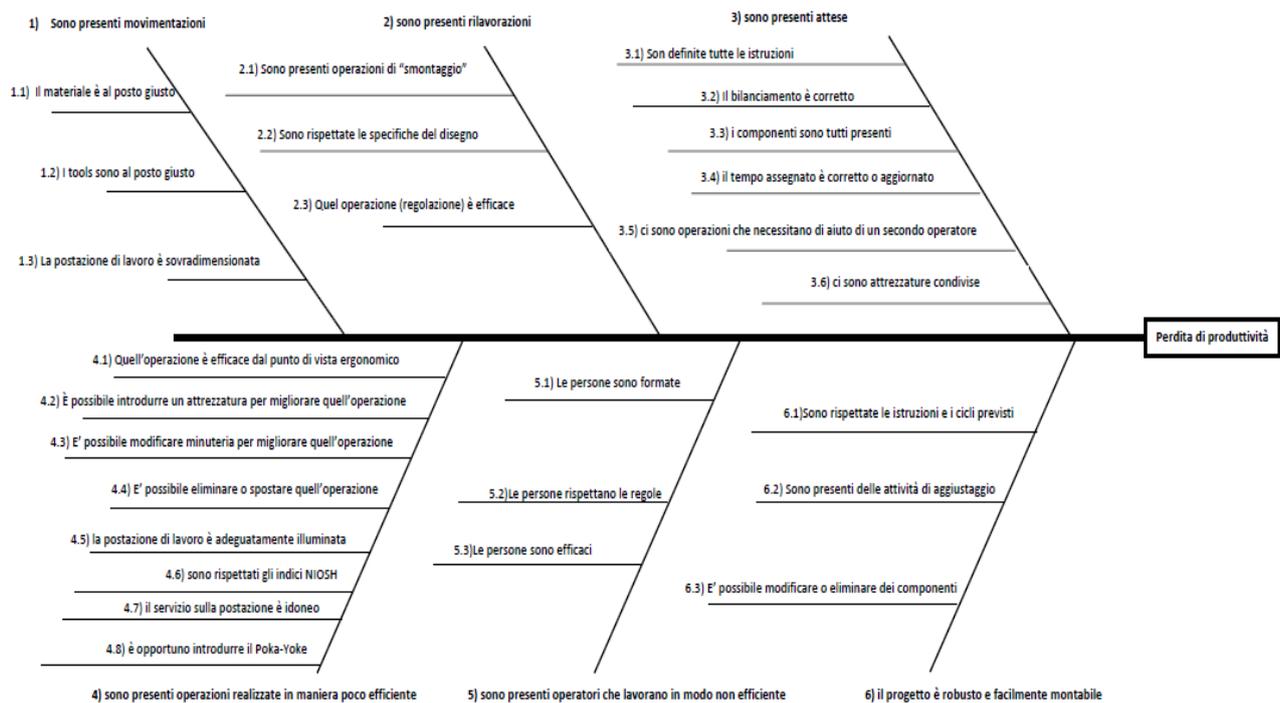


figura 4.11 b: Fishbone Chart delle Performance

La figura 4.11 b si associa alla figura 4.11 c (Tool Fishbone) . Quest'ultima vede lo zoom della Fishbone Chart mirato a mostrare gli strumenti da usare nella rilevazione di ogni ramo delle cause ovvero gli strumenti atti alla rilevazione degli eventi che hanno scatenato l'effetto "perdita di produttività" (figura 4.11 d) . Questi strumenti aiuteranno a capire dove risiede il problema per poi indirizzare l'operatore verso una soluzione ottimizzante che dipenderà dalla sua esperienza, abilità, capacità di problem-solving, collaborazione con gli attori principali del processo,

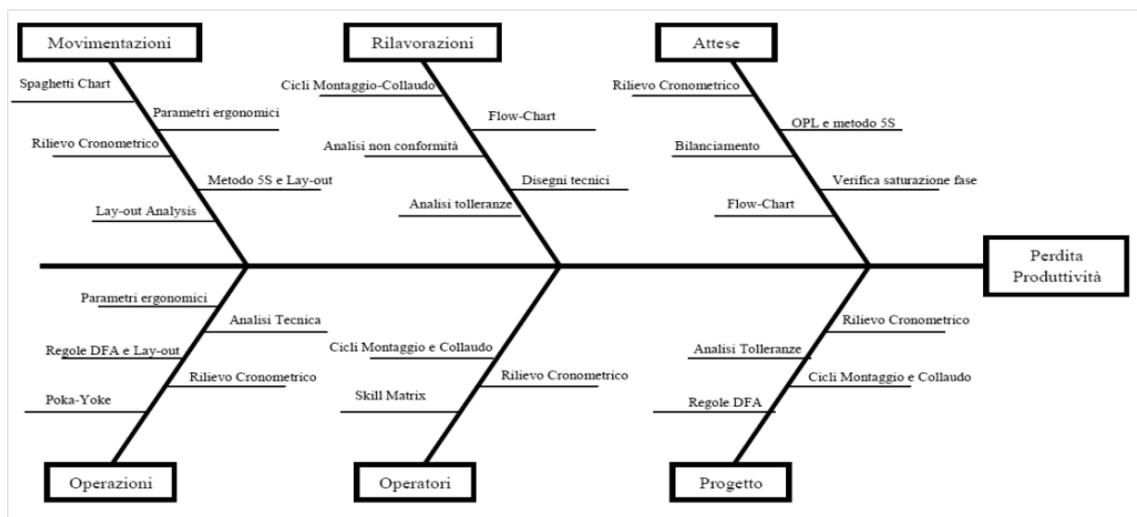


figura 4.11 c: strumenti di rilevazione associati alle macro-cause della Fishbone Chart Performance,

Tool Fishbone

Infine, il Project Team ha generato dei template di questi strumenti (presentati nel prossimo paragrafo 4.2.2.1), che serviranno ai metodisti per le rilevazioni in linea e la standardizzazione del processo di rilevazione.

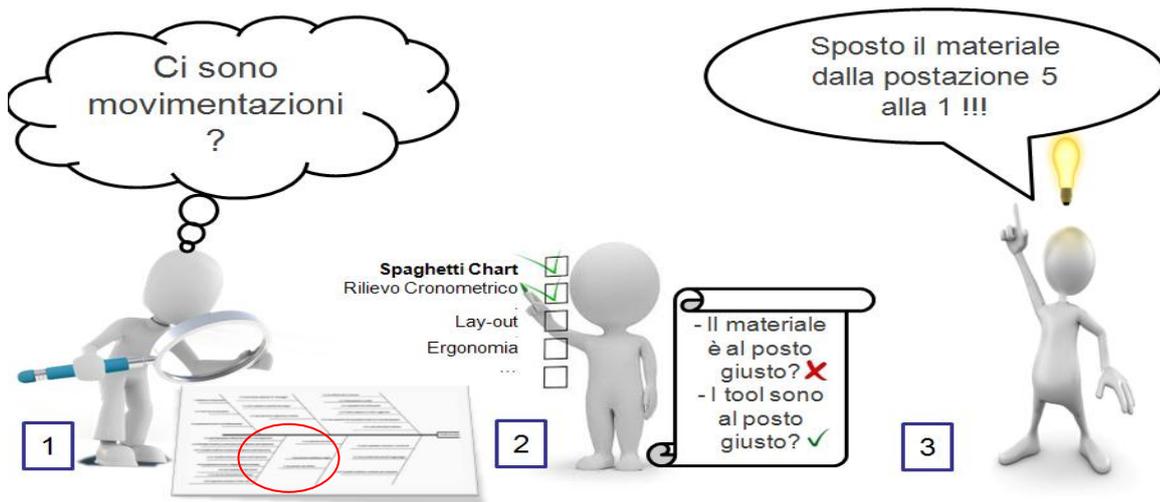


figura 4.11 d : step su come applicare la proposta

Per concludere, segue la consuntivazione dei risultati (in ottica quantitativa) tramite il “piano di verifica risultati” (figura 3.29) ed il training degli operatori relativamente agli aggiornamenti e modifiche operative che sono state apportate (presentato nel capitolo 5 dell’elaborato). La formazione degli addetti ai lavori può avvenire tramite “One Point Lesson” o altre tipologie di training interno scelte opportunamente in base al caso.

4.2.2.1 Format strumenti per attività in linea

La stesura dei format interessa alcuni dei tool già presentati e da precisare è che si è cercato di originare template che uniformassero le caratteristiche dei vari plant. In alcuni casi, si è deciso di non dettagliare troppo il foglio di lavoro in quanto potrebbe generare limitazioni per alcune aree. Il lasciar spazio alle variazioni del format deriva dal fatto che questi ultimi saranno utilizzati in vari plant italiani, ognuno differente per caratteristica di layout, dimensione dei prodotti e spazio associato. Di fatto, si è cercato di generare una struttura molto semplice che possa portare l’analista a tracciare i dettagli ritenuti opportuni nei confronti del caso in esame (“less is more”).

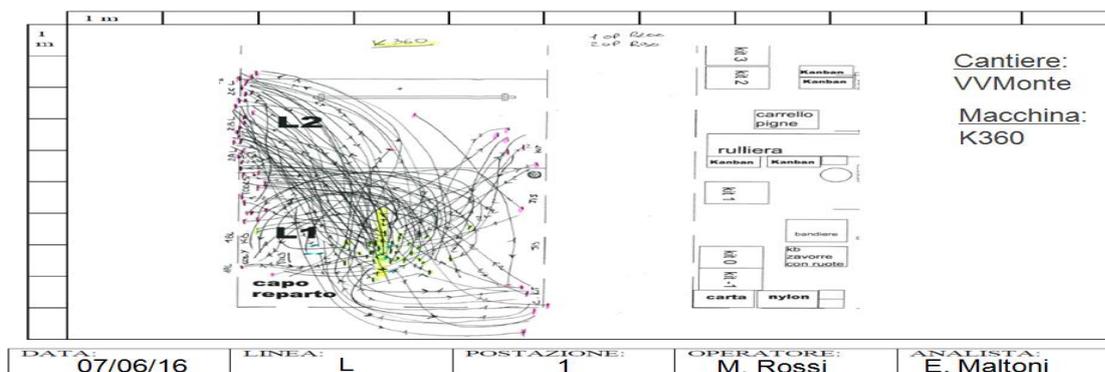


figura 4.13 a: format con esempio Spaghetti Chart

Cantiere: VVMonte

- FLOW CHART -						
Attività: Assemblaggio Gruppo Rettificatore		Macchina: K360	Linea: L	Operatore: M. Rossi	Postazione: 5	Analista: E. Maltoni
LEGENDA		AS-IS		TO-BE		
Operazione		5	Necessita smontare cappe in fase di collaudo	4	Informare fornitore di consegnare cappe non montate sul Gruppo	
Trasporto		1		1		
Controllo/ Movimentazioni		1		1		
Sosta		0		0		
DESCRIZIONE ATTIVITA'						
1) Prelevare Gruppi Rett.						
2) Bloccaggio su Longherone						
3) Serraggio Viti						
4) Regolazione Gruppi Rett.						
5) Smontare Cappe da Gruppo						
6) Effettuare Prove Collaudo						
7) Montaggio Cappe su Gruppo						
8)						
9)						
10)						
11)						
12)						



figura 4.13 b: format con esempio Flow Chart

mm/aa		POKA-YOKE		scm		
N° Foglio Idee 1	Follow-up			Analisi del valore		
	MODULO					
	ASSEMBLATO COMPONENTE					
CAMPO DI APPLICAZIONE: bordatrici		ENTRAMBI				
DEFINIZIONE IDEA	Descrizione dell'idea	Prima		Dopo		
	<p>ASIS: L'operazione è la "spinatura guida in ingresso pannello": realizzare un foro in opera, stando attenti a non rovinare i componenti sottostanti. L'operatore deve forare stando attento a fermarsi al momento opportuno a foro ultimato.</p> <p>TOBE: Si inserisce tubicino solidale alla punta di trapano, che porti l'operatore a forare solo nell'esatta lunghezza necessaria (La). Questo tutela il pezzo sottostante da eventuali danneggiamenti.</p>	<p>Guida da spinare</p> <p>Pezzo sottostante</p>		<p>Guida da spinare</p> <p>Pezzo sottostante</p>		
INVESTIMENTO (STIMA)		COSTO SOLUZIONE		COSTO SOLUZIONE (STIMA)		
IMPLEMENTAZIONE IDEA	VARIAZIONE COSTI	INVESTIMENTO INIZIALE		STATO IMPLEMENTAZIONE		
	Riduzione costi soluzione: _____ Riduzione costi modulo: _____ Risparmio annuo: _____	Stimata: _____ Realizzata: _____ Durata ammortamento: _____		RESPONSABILE: _____ STATO IMPLEMENTAZIONE: _____		
GIORNALE ATTIVITA'						
Attività		Chi	Data pianificata	Data prevista	Data chiusura	Stato implem. Note

figura 4.13 c: format con esempio Poka-Yoke

A questo punto, mostrati i format compilati da presentare ai vari metodisti SCM, si definisce un'ulteriore tabella di lavoro ("SSLPM Plot") che sia di supporto al processo di problem-solving degli addetti. In sostanza, si è generato un foglio Excel attraverso il quale il metodista andrà a porsi domande e descrivere i passaggi delle operazioni effettuate in linea, così da strutturarne e facilitarne il ragionamento circa cosa si può modificare, migliorare, ridurre o eliminare per ottimizzare il flusso. In sostanza, si tratta di un foglio a supporto delle varie procedure che faciliti la generazione di idee e soluzioni da parte dei delegati all'analisi. Di seguito, si mostra il format insieme a un esempio risolutivo (figura 4.13 d).

n. operazione	Descrizione	SCOPO			SEQUENZA			LUOGO			PERSONA		MODO		
		E' necessaria per ottenere il risultato desiderato	Si potrebbe sostituire con un'altra operazione		è il momento più opportuno del ciclo	La si può avvicinare a quella che precede		è il posto più adatto	La si può avvicinare all'operazione che		è la persona per capacità esperienza e carico di	chi potrebbe eseguirla meglio	Il materiale è adatto	gli attrezzi sono adatti	l'operazione può essere eseguita in modo più economico
1	pulire il basamento	si	si	basamenti consegnati puliti, non prendano sporco allo stock	si	no	no	si	no	si	si	no	si	si	no
2	montare gancio di supporto a centralina	si	si	aggiungere golarfe centralina	si	no	può essere montata da fornitore	si	no	aggiungere golarfe centralina	si	no	si	si	si
3	inserire centralina su	si	si	no	si	no	no	si	no	si	si	no	si	si	no
4	smontare attrezzatura	si	si	aggiungere golarfe centralina	si	no	aggiungere golarfe centralina	si	no	aggiungere golarfe centralina	si	no	si	si	si
5	centralina	si	si	no	si	no	no	si	no	si	si	no	si	si	no

figura 4.13 d: SSLPM Plot (Tabella Luogo- Scopo- Sequenza- Persona-

4.2.2.2 Alcune regole tecniche di supporto

Prima di concludere, si riportano alcune norme tecniche che saranno utili durante le fasi di progettazione e re-engineering dei componenti. Queste informazioni saranno vantaggiose, poiché potranno essere consultate nei vari capitolati di prodotto in modo da accelerare le varie scelte e

limitare i problemi progettuali (storicizzazione). In aggiunta, nel caso in cui necessitino ulteriori informazioni a supporto della scelta, gli interessati possono consultare il manuale del progettista. In questo caso, si è sfogliato il “VADEMECUM PER DISEGNATORI E TECNICI” di Baldassini L., dove sono stati estratti gli approfondimenti sottostanti (figure 4.14).

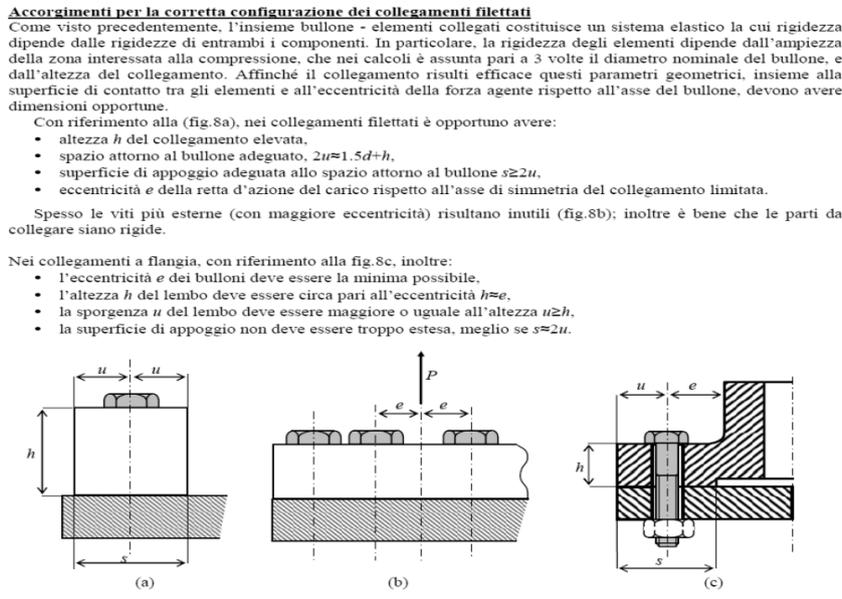


figura 4.14 a: accorgimenti per la corretta configurazione dei collegamenti filettati

Rosette per bulloni e viti

Per viti TC (t.cil.) e bull. TE (t.esag.) Categ. A UNI 6592*					Per appoggio su mater. duri e teneri Categ. C. UNI 6593*					Per viti a testa svassata su materiali duri. esecuzione N. UNI 6594*						
Ø	d ₁	bul.	vite.	s	Ø	d ₁	mat. dur.	mat. ten.		p. viti	d ₁	d ₂	h ₁	s		
fi.1	d ₂	d ₁	d ₁		fi.	d ₁	d ₂	d ₂	d ₂	(1) (2)	d ₁	d ₂	h ₁	s		
1,6	1,7	4	3,5	0,3	5	5,5	10	1	15	1,6	2,2	2,2	2,5	6	1,3	0,3
2	2,2	5	4,5	0,3	6	6,6	12,5	1,6	18	2	2,9	2,6	3,3	8,2	1,5	0,3
2,5	2,5	5	4,5	0,5	8	9	17	1,6	24	2	-	3	3,3	8,2	1,5	0,3
3	3,2	7	6	0,5	10	11	21	2	30	2,5	3,5	3,5	4	9	1,8	0,3
3,5	3,7	8	7	0,5	12	14	24	2,5	36	3	3,9	4	4,2	9,8	2	0,3
4	4,3	9	8	0,6	14	16*	28	2,5	42	3	4,2	4,5	5	12	2,1	0,3
5	5,3	10	9,5	1	16	18	30	3	48	4	4,8	5	5,2	13	2,5	0,3
6	6,4	12	11	1,6	18	20*	34	3	54	4	5,5	-	5,7	15	3	0,1
7	7,4	14	11	1,6	20	22	37	3	60	5	6,3	6	7	18	3,5	0,4
8	8,4	16	14	1,6	22	24*	39	3	66	5						
10	10,5	20	18	2	24	26	44	4	72	6						
12	13	24	20	2,5	27	30*	50	4	81	6						
14	15	28	-	2,5	30	33	56	4	90	8						
16	17	30	-	3	33	36*	60	5	99	8						
18	19	34	-	3	36	39	66	5	108	10						
20	21	37	-	3	39	42*	72	6	117	10						
22	23	39	-	3	42	45	78	7	126	10						
24	25	44	-	4	45	48*	85	7	135	10						
27	28	50	-	4	48	52	92	8	144	12						
30	31	56	-	4	52	56*	98	8	156	12						
33	34	60	-	5	56	62	105	9	-	-						
36	37	66	-	5	60	66*	110	9	-	-						
39	40	72	-	6	64	70	115	9	-	-						
42	43	78	-	7	68	74*	120	10	-	-						
45	46	85	-	7												
48	50	92	-	8												
52	54	98	-	8												
56	58	105	-	9												
60	62	110	-	9												
64	66	115	-	10												
68	70	120	-	10												
72	74	125	-	10												
76	78	135	-	10												
80	82	140	-	12												
85	88	145	-	12												
90	93	160	-	12												
95	99	165	-	12												
100	104	175	-	14												
105	109	180	-	14												
110	114	185	-	14												
115	119	200	-	14												
120	124	210	-	16												
125	129	220	-	16												

acc. HV 100 | 200 | 300
 clas. ≤ 6.8 | 8.8 | 10.9
 inox HV200-non ferr.
 Des: Rond. UNI 6592-
 TC-8-200 HV (vite) o
 TE-8-200 HV (bull.).

Materiale: acciaio.
 Queste rosette sono adatte per appoggio su materiali duri e su materiali teneri.
 Esempio designazione di una rosetta avente d₁ = 22 mm e d₂ = 37 mm:
 Rosetta UNI 6593- 22x37

* usare solo per eccez.
 * Le rosette di queste norme possono essere sottoposte a trattamento o rivestimento protettivo.
 In questo caso, la designazione deve essere completata con le indicazioni relative.

(1) viti autofilottanti
 (2) viti da legno
 Esempi di designazione per vite Ø 5 esecuzione:
 Rosetta UNI 6594 - N 5
 per vite Ø 4 esecuzione: R
 Rosetta UNI 6594 - R 5
 Materiale: acciaio oppure materiale non ferroso.
 La designazione deve essere completata con la qualità del materiale prescelto.

figura 4.14 b: specifiche tecniche per rosette per bulloni e viti

Anelli elastici per carichi assiali - Prospetto tipi principali -			
Denominaz.	Ø nom.	Figure	Caratteristiche e applicazioni
per alberi UNI 7435 pesanti 7436 per fori UNI 7437 UNI 7438	3-300 15-100 8-300 20-100		È il classico anello d'ancoraggio che, avendo una sezione variabile, consente di compensare le differenze del MF e di ottenere una tensione costante lungo tutta la circonferenza.
Anelli V per alberi Anelli V per fori "Seeger"	12-100 16-100		Lo spalleggiam. sporge concentricam. lungo tutta la circonferenza. Lo spess. radiale ridotto, evita le sporg. della gabbia nel cusc. capac. car. ass. ridotto.
Anelli K per alberi DIN 983 Anelli K per fori DIN 984	16-140 16-170		Sono impiegati anche per bloccare i cuscinetti con raccordi ampi. Possono essere fissati anche radialmente ricavando un'apposito vano nel particolare adiacente.
Anelli G per alberi "Seeger"	15-30		Impieg. con alberi senza cava, con spinte assiali da 40 a 70N. Le parti da bloccare sono fissate senza gioco. Usati in apparecchi. e piccole macchine.
Anelli per alberi UNI 7434	1-25		Carichi assiali per d max da 30 a 5500 N. Sono specialmente usati nella costruz. di apparecchi. e macchine per ufficio. Montaggio rapido e razionale.
Anelli A UNI 7433 per alberi Anelli B UNI 7433 per fori	4-125 7-125		Anelli in filo indurito e rinvenuto. L'albero può ruotare fino a 175000 giri/min (d=4) e fino a 720 giri/min (d=125) come limite di sicurezza.
Anelli SP per cuscinetti DIN 5417	30-400		Servono per il bloccaggio di cuscinetti che hanno la gola sull'anello esterno (SKF serie N). Particolarmente usati nei cambi automobilistici.
Anelli tipo Z		Anelli tipo L, alberi e fori	Anelli H per alberi
Per alberi e fori li si montano a pressione, non smontabili.		Corrispondono al tipo K agiscono come molle a tazza compenso piccoli giochi ass.	Per inser. difficili, ideale sicurezza per costr. macchine

figura 4.14 c: specifiche tecniche per anelli elastici per carichi assiali

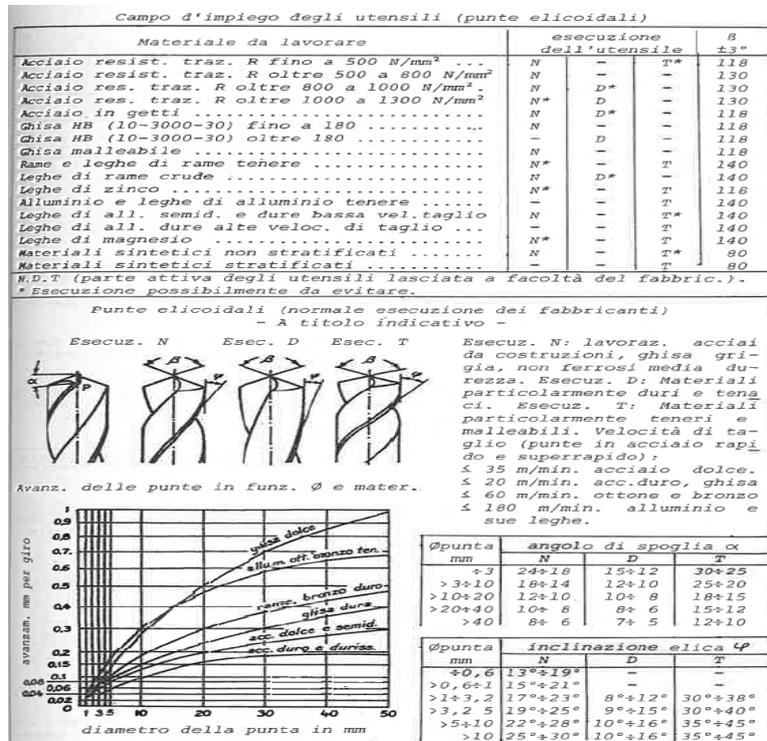


figura 4.14 d: specifiche tecniche per punte elicoidali

4.2.3 Attività di implementazione pilota

E' arrivato il momento di presentare la proposta attraverso un approccio pratico. Il focus di questa fase sarà sull'attività di miglioramento industriale, in quanto si vedrà svolta la procedura di base che permetterà di individuare e implementare attività di perfezionamento per ridurre i tempi ciclo di linea, oltre a dimostrare la funzionalità del metodo sviluppato precedentemente.

Ricordando la richiesta iniziale: “elaborare un modello di riferimento per l'analisi delle attività a valore e muda (spreco) per tutto lo SCM Group”, si è cercato di applicare sul campo il nuovo modello ovvero si è passati dalla fase di progettazione del metodo alla sua implementazione sul campo per verificarne il beneficio e controllarne il funzionamento. Inoltre, questa fase sarà cruciale per descrivere ai metodisti SCM i passi principali con cui effettuare un'attività di rilevazione dello spreco, mirata e strutturata in una situazione reale.

Il cantiere interessato è lo stabilimento SCM di Villa Verucchio Monte (RN) e le famiglie di prodotto in esame sono le Toupie (figura 4.15 a) e le Bordatrici (figura 4.15 b), rispettivamente presenti in linea F (LNF) e linea L (LNL) del plant.



figura 4.15 a: Macchine per falegnameria – Toupie SCM - TI 120 Class



figura 4.15 b: Bordatrici e Squadrabordatrici – Bordatrice SCM - Olympic K 360

La scelta della linea su cui intervenire (LNx) è valutata in una riunione, decidendo i criteri di scelta e associandogli un peso in base all'importanza secondo l'obiettivo. I criteri stipulati nel Work-Shop

sono stati quelli standard come la potenzialità di riduzione dei tempi, i volumi e la necessità di ribilanciamento delle linee di assemblaggio manuale presenti a “Villa Monte” (RN).

		Linee di assemblaggio				
CRITERI:	Peso	LNA	LNB	LNF	LNG	LNL
<u>Potenzialità in riduzione tempi</u>	30%	1	2	2	2	2
<u>Volumi</u>	10%	2	2	2	0	0
<u>Necessità di ribilanciamento</u>	60%	0	0	2	0	2
Risultato	100%	0,5	0,8	2,0	0,6	1,8
Legenda:	-1 = Non Necessario; 0 = Neutro; 1 = Positivo; 2 = Eccellente.					
Compilatore:	E. Maltoni					
Status:	condiviso con: A. Bagnoli, A. Tassoni.					
Data aggiornamento:	31/08/2017					

In seguito, si svolge l’analisi AS-IS delle attività condotte durante l’assemblaggio in linea. Il focus sarà sulla suddivisione in attività a valore aggiunto (consumo di risorse per cui il cliente è disposto a pagare e che trasformano, progressivamente, il bene/ servizio nel prodotto desiderato), attività non a valore aggiunto riducibili ed eliminabili.

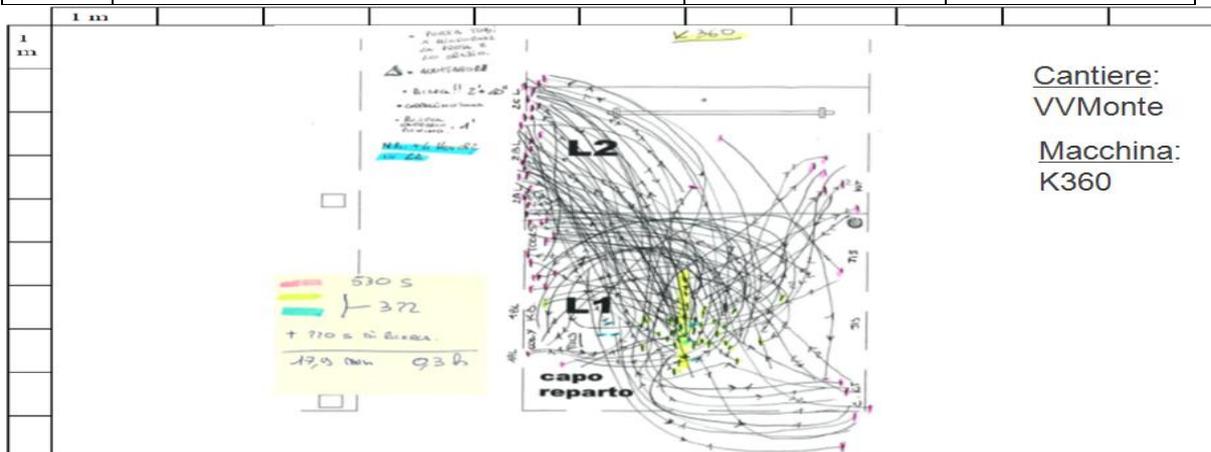


figura 4.16: esempi attività a valore aggiunto e non a valore aggiunto

L’osservazione e il rilievo dei tempi sono stati condotti analizzando le fasi di assemblaggio e collaudo per la linea F (LNF) e L (LNL), attraverso rilievo cronometrico (tabella sottostante) e Spaghetti Chart (figura 4.17). Da chiarire è che l’analisi dei tempi è stata realizzata con la tecnica del rilievo cronometrico diretto (“time keeping live”), fotografando la situazione AS-IS e

conteggiandone gli spostamenti (tutti i tempi sono stati cronometrati in centesimi di minuto) . Di seguito, si riportano gli strumenti utilizzati e alcune delle analisi effettuate.

Documento: 17----_2		Macchina TI 120 Class	Linea_Postazione: LNF_3	Data Rilievo: --/--/17	Analista: - . - - - - -	Operatore: - . - - - - -	
N° operazione	Tipologia di Attività	Descrizione	Note saving	Orario inizio-fine	Tempo impiegato [min/sec]	Ritmo [70 - 130]	Tempo maggior. [min/sec]
...
50	M (movimentazione)	prelievo materiale	lontano	10:41:00- -	N/D	90	N/D
55	0 (tempo fisso)	montare volantini	N 0,77 min	- 10:44:02	N/D	90	N/D
60	M	prelievo materiale	prel. Min	- 10:44:20	N/D	110	N/D
65	N (non a valore)	<u>Regolazione</u> <u>volantini,</u> <u>serrando</u> <u>questi</u> <u>ultimi</u>	<u>maschera con</u> <u>centrature per il</u> <u>bloccaggio</u>	- 10:56:56	N/D	90	N/D
...
Rilievo Globale	Tempo impiegato [min/sec]			Ritmo medio		Tempo maggior. [min/sec]	
	N/D			95,4		40	



Cantiere:
VVMonte
Macchina:
K360

DATA: 07/06/16	LINEA: L	POSTAZIONE: 1	OPERATORE: M. Rossi	ANALISTA: E. Maltoni
-------------------	-------------	------------------	------------------------	-------------------------

figura 4.17: Spaghetti Chart della LNL_1/2 per bordatrice K360 a VVMonte

Dall'analisi effettuata, si prosegue con l'individuazione delle criticità e dei miglioramenti. Questo ha portato a rilevare che:

- Circa il 6% del tempo assegnato per la Toupie (TI120 Class in LNF) è associabile ad attività non a valore aggiunto.
- Circa il 13% del tempo assegnato per la Bordatrice (Olimpic K360 in LNL) è associabile ad attività non a valore aggiunto.

Le percentuali mostrate sono da riferirsi a movimentazioni, rilavorazioni e attività non perfettamente industrializzate e queste considerazioni portano a dire che i miglioramenti devono essere legati all'eliminazione delle attività non a valore e alla rivisitazione dei metodi di assemblaggio. In particolare:

- Per le attività di rilavorazione, si è verificato che sono dovute a non conformità divenute croniche e facenti parte del tempo standard (STD),
- Per ridurre le movimentazioni, si utilizzano metodi 5S e re-layout,
- Per ridurre i tempi di regolazione, si razionalizzano i metodi e si introducono nuove attrezzature,
- Per ridurre i tempi di assemblaggio, si industrializzano i pre-montaggi (PMG).

Successivamente, viene indetta una riunione con i Progettisti e Lean Manager responsabili delle 2 macchine selezionate con lo scopo di allinearsi, verificare i vari aspetti e proporre eventuali soluzioni condivise. A riunione terminata, quello che rimane da fare è elencare tutte le azioni di miglioramento prima concordate e verificarne/ aggiornarne lo status in un report - programma denominato "piano di revisione delle attività Industrial Engineering". In sostanza, si tratta di una tabella del tipo:

N° operaz.	Linea/ Reparto	Famiglia di prodotto	Area di intervento/ Descrizione	Data Chiusura Pianificata	Data Chiusura Effettiva	Check	Note
1	LNL	Bordatrici	Postazione 1/ <i>non conformità, divenuta cronica, entrata a far parte del ciclo produttivo: insufficiente protezione dei fori maschiati durante la verniciatura, la quale comporta l'operazione aggiuntiva di pulizia dei fori che deve essere eliminata.</i>	25Lug17	27Lug17		
2	LNL	Bordatrici	Postazione collaudo/ <i>razionalizzare ciclo di montaggio di pre-collaudo elettrico e pneumatico per intercettare, una macchina alla volta, le non conformità ed evitare che si presentino contemporaneamente nelle postazioni di collaudo, generando attese:</i>	1Ago17	29Lug17		

			<i>timer di apertura cappotta, verifica regolatori di flusso, regolatori di pressione penisola, test azionamenti vasca colla.</i>				
3	LNL	Bordatrici	Postazione 4-5/ eliminazione attività non a valore assemblaggio gruppo rettificatore e montaggio molle cappotta: <i>sul gruppo rettificatore viene smontata la cappa per i tubi e nel montaggio cappotta vengono montati dei dadi in più.</i>	19Lug17	25Lug17		
4	LNL	Bordatrici K360R	Postazione 6/ eliminazione attività non a valore per K360R: <i>smontaggio connettore, smontaggio carter assieme a manometri gruppo round e smontaggio pannello touch.</i>	03Set17			Ok da U.te a procedere in attesa di arrivo delle modifiche in linea.
...
6	LNF	Toupie	Postazione 3/ ottimizzare la regolazione dei volantini.	10Giu17	24Giu17		
...
9	LNL	Bordatrici	Postazione collaudo/ Riduzione delle tempistiche di regolazione del premontaggio del raschiabordo e definire le best practice del collaudo meccanico, eliminando le operazioni soggettive: <i>definire qual è la sequenza di collaudo, le tempistiche dei vari settaggi e uno standard che deve essere scrupolosamente seguito.</i>	29Giu17	30Giu17		
...
11	LNF	Pialle e Toupie	Per ogni postazione/ ottimizzazione movimentazione, razionalizzando il micro lay-out delle postazioni di lavoro. PASSARE AL MONTAGGIO DI UNA MACCHINA SINGOLA. <i>Eliminare gli sprechi di movimentazione per la presa del JIS, pre-montaggi, e spostamento carrello kit. Ottimizzare la presa del materiale, lavorando con i fornitori affinché il materiale JIS non debba più essere sballato dagli operatori e posto in modo da dover ridurre al minimo i movimenti per metterlo in opera.</i>	31Lug17	30Lug17		
...
14	LNL	Bordatrici	Postazione collaudo/ eliminare rilavorazioni gruppi: <i>far in modo che ai pre-montaggi e in linea le regolazioni realizzate siano robuste e il collaudo vada a fare solo un settaggio fine.</i>	13Giu17	13Giu17		
15	LNF	Toupie	Postazione 3/ ottimizzare la regolazione della trasmissione: <i>è possibile sostituire l'assieme barra esagonale – giunto elastico in modo da ridurre sensibilmente i tempi di regolazione meccanica.</i>	13Giu17	27Giu17		in attesa di arrivo attrezzatura in data: --/--/2017

...
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Nel piano di revisione delle attività Industrial Engineering è presente un “report semaforico” con il quale si controlla l’avanzamento delle attività attraverso un semaforo, tale che:

- verde: nessuna attività aperta con data di chiusura pianificata precedente alla data di aggiornamento,
- giallo: presenti attività ancora aperte con [data di aggiornamento – data pianificata \leq 2 settimane],
- rosso: presenti attività ancora aperte con [data di aggiornamento – data pianificata $>$ 2 settimane], oppure non pianificate.

A tale tabella, succedono le migliorie apportate tramite modifiche della struttura del componente e riorganizzazioni del P.L. che portano, progressivamente, al colore verde del semaforo. Di seguito, si mostrano, quindi, alcune delle modifiche portate a compimento per il progetto delle linee selezionate nel plant di Villa Verucchio Monte:

- Presa la linea LNF (Toupie):
 - Operazione 6: ottimizzare la regolazione (centraggio rispetto a sportello macchina) dei volantini per il lavoro in postazione 3 (LNF_3).

La centratura dei volantini è ottimizzata aggiungendo una boccola di centraggio in nylon alla maschera, la quale fissa univocamente la posizione del volantino. Questo implica che l’operazione di centraggio si limiti al serraggio della vite di bloccaggio.



figura 4.18 a: aggiunta di una boccola di centraggio in nylon alla maschera



figura 4.18 b: volantini montati con nuova centratura su Toupie in LNF

- Operazione 11: ottimizzare la movimentazione, razionalizzando il microlay-out delle 8 postazioni di lavoro.

Si sono ottimizzate le posizioni dei materiali e delle attrezzature necessarie all'assemblaggio, cercando di ridurre lo spazio di manovra, di disporre tutto al posto giusto e il più possibile a portata di mano.

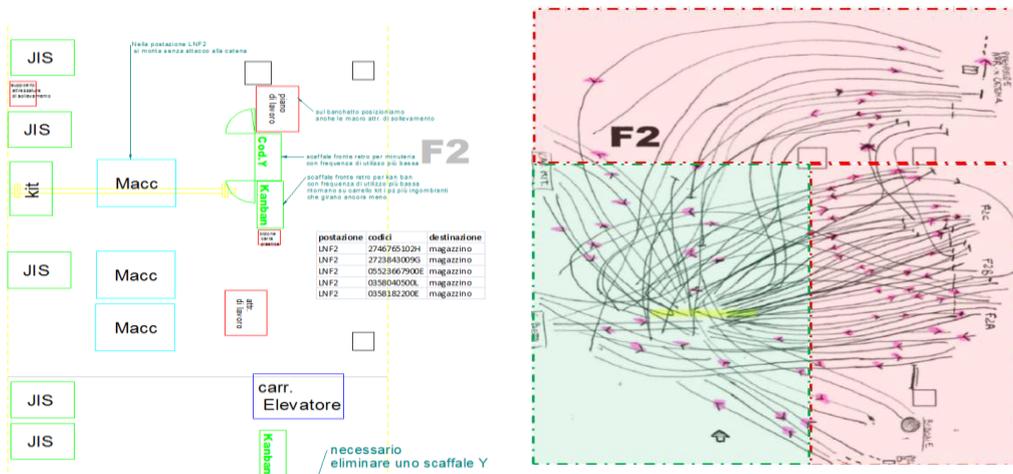


figura 4.19: re-lay-out della LNF_2 e Spaghetti Chart con suggerimenti

Oltre a ciò, sono stati riordinati i tools per ogni postazione (strumento “5S”).



figura 4.20: applicazione metodo 5s per tools in ogni postazione

- Operazione 15: ottimizzare la regolazione della trasmissione.

Si è introdotta un'attrezzatura che permette di accelerare la regolazione della trasmissione direttamente in linea.

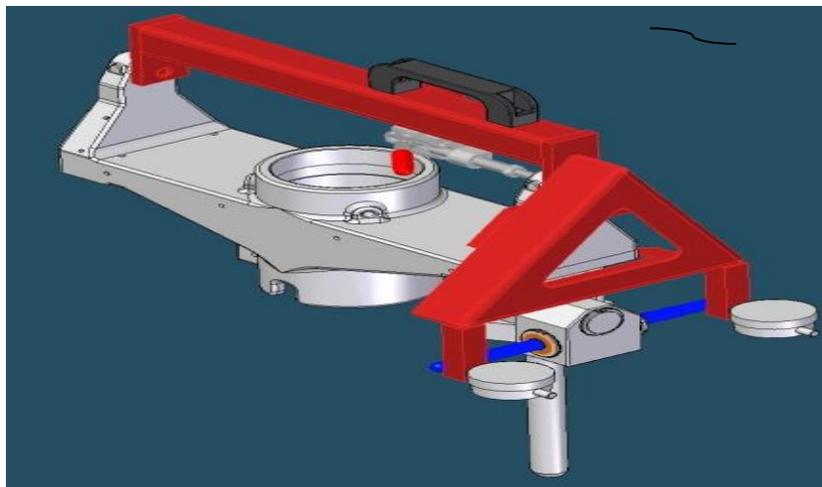


Figura 4.21: CAD attrezzatura per regolazione velocizzata

- Presa la linea LNL (Bordatrici):

- Operazione 2:

Si è cercato di intercettare le non conformità per evitare che si presentino contemporaneamente nelle postazioni di collaudo. Inoltre, si è pensato di evitare di montare le cappe del gruppo rettificatore, visto che per realizzare il collaudo è necessario smontarle. Il fornitore, perciò, dovrà consegnare le cappe non montate sul gruppo.



figura 4.22: consegna cappe non montate sul gruppo rettificatore

- Operazione 3: eliminare le attività non a valore per l'assemblaggio del gruppo rettificatore, per il montaggio molle delle capotte e nell'assemblaggio capotta vengono montati dei dadi superflui. Si sono eliminate le lavorazioni di filettatura su capotte, perché ritenute inutili. Inoltre, un bullone – dado – vite ha garantito il bloccaggio della molla a gas, infatti, nel TO-BE l'operatore deve infilare le viti e serrare i dadi con risparmio da 6 a 8 operazioni dal caso AS-IS, evitando perciò di avvitare le stesse viti.

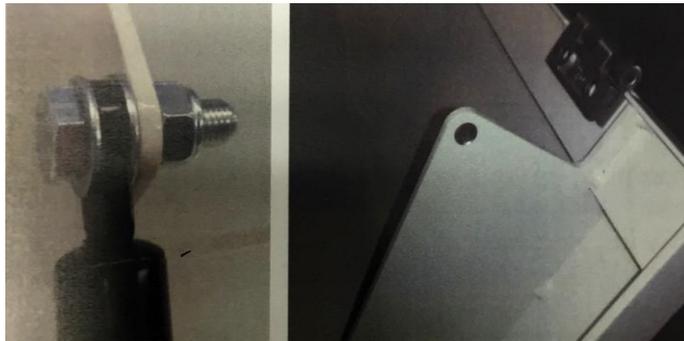


figura 4.23: bloccaggio molla a gas con bullone – dado – vite e capotta sine filettatura

- Operazione 9: ridurre le tempistiche di regolazione del premontaggio del raschia-bordo. Il premontaggio del raschia-bordo viene realizzato appoggiando dadi e contro-dadi senza serraggio (valido per stecche superiori, inferiori, manuali e pneumatiche). Così facendo, si riducono i tempi di regolazione del gruppo al collaudo.



figura 4.24: premontaggio del raschia-bordo con dadi e controdadi non serrati

Per terminare il cuore del progetto, avendo presentato le modifiche effettuate per le analisi svolte nelle linee L e F, si propongono i risultati quantitativi ottenuti proprio da questi ritocchi nei processi. Si mostrano gli esiti del time-saving della linea L (LNL) delle Bordatrici (K360R) utilizzando il precedente format presentato in figura 3.29.

legenda colori	tramite verifica nicim
	tramite rilievo Analisti

Note
dove la chiusura di una macchina è realizzata per la prima volta il tempo consuntivo old coincide con il tempo STD

ITEM	STD (h)	Cons old (h)	OBI (h)	Cons act (h)	η	η	Saving OBI su STD %	Saving % su cons:= $\frac{(cons.act-cons.old)}{cons.old}$	Saving % su STD:= $\frac{(cons.act-STD)}{STD}$	Saving % MEDIO su cons:= $\frac{\sum_n (Saving \% su cons)}{\sum_n}$	Saving % MEDIO su STD:= $\frac{\sum_n (Saving \% su STD)}{\sum_n}$
K 360_R006401	N/D	N/D	N/D	N/D	95%	106%	-13%	N/D	N/D	-9%	-7%
K 360_R014101											
K 360_R014201											
K 360_R006401											
K 360_R011501											
K 360_R013901											
K 360_R011501											
K 360_R012801											
K 360_R013601											
K 360_R014001											
K 360_R014001											
K 360_R006902											
K 360_R006902											
K 360_R014301											
K 360_R013001											
K 360_R013602											
K 360_R012701											
K 360_R011501											
K 360_R014101											

figura 4.25: Piano di verifica risultati – consuntivazione dei tempi LNL (Bordatrici K360_R)

Considerando i dati delle due medie aritmetiche, si enuncia che le attività e le correzioni apportate hanno dimostrato, mediamente, un miglioramento del 9% in termini di risparmio su consuntivo e 7% su standard, i quali mostrano un esito positivo significativo sia per la linea L sia per l'Industrializzazione di "VVMonte". Per concludere, le correzioni effettuate e più significative verranno trascritte nel capitolato di prodotto per evitare che in futuro si ripropongano problematiche simili (storicizzazione/ archiviazione), come già discusso in precedenza.

A questo punto, come proposto per le modifiche suscitate dall'utilizzo del DFA, si riportano i risparmi in € di alcune delle attività di saving sopracitate.

1. Le inefficienze rilevate ed eliminate nel montaggio cappe al gruppo rettificatore in fase di collaudo (rilevazione tramite Flow Chart), hanno apportato un risparmio di:

<u>ΔT</u> <u>stimato</u>	<u>ΔT h</u> <u>stimato</u>	<u>€/h</u> <u>VVMonte</u>	<u>$\Delta\epsilon$</u> <u>t, pz</u>	<u>$\Delta\epsilon$ t, aa su</u> <u>base budget</u> <u>2017</u>
3 min	0,05 h	N/D €/h	N/D €/pz	1500 €/aa

figura 4.26: risparmio in € della modifica rilevata tramite flow chart

2. L'ottimizzazione della posizione dei materiali, tool e bulloneria per le 8 postazioni della linea F (tramite re-layout e spaghetti chart), in aggiunta alla riorganizzazione degli strumenti (tramite applicazione del metodo 5S), hanno apportato un risparmio di:

<u>ΔT LINEA F</u> <u>stimato</u>	<u>ΔT LINEA F</u>	<u>€/h VVMonte</u>	<u>$\Delta\epsilon$ t, LNF</u>	<u>$\Delta\epsilon$ t, aa su base</u> <u>budget 2017</u> (dati - pacchetti/gg)
12 min	0,2 h	N/D €/h	N/D €/LNF	8000 €/aa

figura 4.27: risparmio in € della modifica rilevata tramite spaghetti chart

3. L'ottimizzazione della centratura dei volantini grazie ad una boccola in nylon (rilevato tramite analisi tecnica) ha apportato un risparmio di:

<u>ΔT</u> <u>stimato</u> <u>min</u>	<u>ΔT</u> <u>stimato h</u>	<u>€/h VVMonte</u>	<u>$\Delta\epsilon$ t, pz</u>	<u>$\Delta\epsilon$ t, aa su</u> <u>base budget</u> <u>2017</u> (date - macchina/aa Toupie manuali)
11 min	0,183 h	N/D €/h	N/D €/pz	2500 €/aa

figura 4.28: risparmio in € della modifica rilevata tramite analisi tecnica

In sostanza, il saving delle modifiche trovate grazie all'applicazione dell'approccio scientifico in linea è di circa 12.000 €/aa (su base budget 2017), che sommato al risparmio ottenuto con il DFA (20k€/aa), si porta a circa 30k€/aa su base budget '17.

5. “Tiriamo le somme”

5.1 Prossimi passi

Il progetto risulta ora concluso nelle sue parti di ricerca, selezione, testing e verifica di funzionamento della proposta stipulata (testing e verifica effettuate con esito positivo mediante l'attività di implementazione pilota svoltasi a VVMonte). Ciò che manca da fare è la sua implementazione a livello di gruppo tramite un training agli addetti ai lavori conseguito da parte del Project Team, cioè la distribuzione dei vari strumenti e format utilizzati e la diffusione della metodologia in tutto il Gruppo SCM.

Concluso il training interno si considera concluso il progetto e liberate le risorse associate, ma non il fine in esso contenuto (obiettivi di continuità) . Di fatto, il metodo permarrà nelle procedure SCM in quanto chiunque si approcci a fare delle rilevazioni in azienda, con il fine di rilevare potenziali sprechi o inefficienze in fase di lavoro, lo farà seguendo le linee guida suggerite dalla proposta e utilizzando quindi i format degli strumenti dati a disposizione.

5.2 Piano di roll-out

Siamo giunti finalmente al punto in cui si richiede di formare ed informare gli analisti SCM sulla nuova istituzione e unificazione del metodo strutturato per le rilevazioni in linea. A questo scopo, il Project Team ha deciso di effettuare un training interno a partire dall'anno presente, cercando di coinvolgere quasi in contemporanea le 5 U.te legno (Rimini, Thiene, Villa Verucchio Mare, Villa Verucchio Monte e Minimix (RSM)), cosicché la parte di roll-out plan del progetto inizi per tutte nel mese Ottobre 2017. Dopo varie discussioni, il Project Team ha optato per un training interno di 2 giornate al mese (per U.te) ovvero 10 giorni complessivi da dedicare al training degli analisti. Si propone una formazione divisa per Unità Tecnologica per così avere un numero accettabile di personale da formare in aula e concretizzazioni specifiche per contesto aziendale. Il training in aula vedrà il Team di Progetto impegnato in un ripasso generale dei contenuti del concetto di analisi del lavoro (con focus sull'analisi Tempi e Metodi), a cui seguirà un teaching sulla nuova metodologia dove, dopo aver mostrato la nuova metodologia, si eseguiranno piccole prove di esame sugli strumenti interessati per un corretta verifica di apprendimento sul campo. Il Power Point viene costruito in via preliminare dal Project Team, cercando di sintetizzare e strutturare al meglio la proposta, diretta sia agli esperti sia alle nuove leve SCM, e proporla con un focus in base ai dettagli

da evidenziare per ogni stabilimento. In sostanza, si cerca di standardizzare la struttura cardine e modificarne gli aspetti particolari in base al quadro della U.te in esame. Infatti, come si è visto in precedenza, il contesto generale di SCM Group porta caratteri che, in linea di massima, risultano simili e adatti per costruire una metodologia che unifichi l’approccio al lavoro, però ogni plant ha caratteristiche peculiari diverse che devono essere considerate per far percepire al meglio l’importanza del miglioramento industriale da parte dei lavoratori e di un approccio unificato, strutturato e indirizzato alle inefficienze di processo particolari di ogni ambiente produttivo. Concluso il training in aula, si passerà all’attuazione delle tecniche sul campo per la definizione dei vari piani di implementazione pilota, anche questi divisi per U.te cosicché ognuno sarà vincolato al quadro del proprio campo-lavoro. L’applicazione operativa vedrà l’occupazione di una giornata intera per U.te con lo scopo di mettere in opera i contenuti diffusi e verificare che gli addetti abbiano appreso e digerito le tecniche proposte (“dalla teoria alla pratica”). Terminata anche la verifica sul campo, effettuata sempre assieme al Team di Progetto, saranno gli stessi attori della funzione Miglioramento Industriale (Funzione trasversale al pari del capo U.te) a eseguire gli audit futuri per la verifica delle corrette applicazioni da parte degli addetti operativi, con supporto del capo di ogni U.te legno. Così facendo, si riuscirà a distribuire più adeguatamente i compiti e il tempo assegnato per portare a regime lo “SCM Time and Methods Engineer System” come pratica a livello di gruppo aziendale. Finita la definizione generale dei To-Do, il tutto viene riportato su lo SCM Gantt Chart, condiviso con attività aziendali di altro tipo per così organizzarsi rispetto agli altri compiti e verificare i giorni liberi o potenzialmente utili.

Infine, per comprendere meglio la distribuzione e organizzazione delle mansioni future del Team, si riporta un “Gantt parziale” ovvero un diagramma che comprende le sole attività programmate relative al training e verifica sul campo fino ad ora commentate.

Titolo attività	Inizio	Fine	Durata (giorni)
Training Rimini	12Ott17	13Ott17	2
Training Villa Mare	19Ott17	20Ott17	2
Training Villa Monte	26Ott17	27Ott17	2
Training Minimax (RSM)	02Nov17	03Nov17	2
Training Thiene	09Nov17	10Nov17	2
Attività Pilota Rimini	16Nov17	16Nov17	1
Attività Pilota Villa Mare	23Nov17	23Nov17	1
Attività Pilota Villa Monte	30Nov17	30Nov17	1

Attività Pilota Minimax	14Dic17	14Dic17	1
Attività Pilota Thiene	15Dic17	15Dic17	1

figura 5.1: tabella programmazione attività di training e pilota

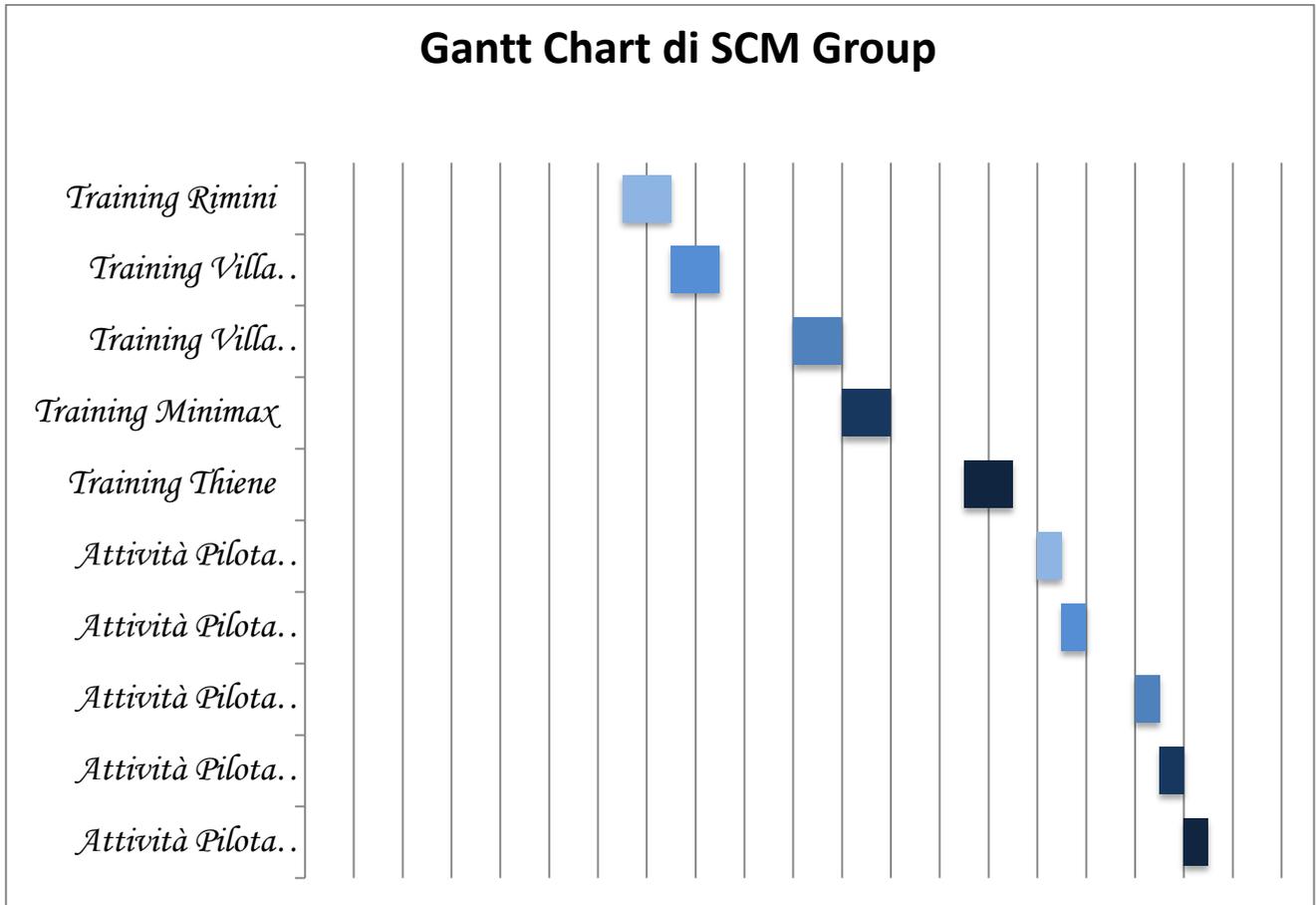


figura 5.2: SCM Gantt Chart parziale

5.3 Conclusioni

La necessità di un metodo nel lavoro in azienda è un concetto da cui non si può prescindere in nessun caso, infatti la prima causa di spreco è proprio quella di metter mano ad una qualsiasi attività senza criterio alcuno, in quanto le risorse non sono sin da subito indirizzate chiaramente. Questi sono i presupposti con cui, ormai da tempo, il colosso riminese del settore machinery “SCM Group S.p.A.” ha deciso di allinearsi al mercato, di essere lungimirante e smettere di rimanere un grande artigiano italiano che non riesce a fare il passo successivo e proporsi al cliente come una grande azienda. La filosofia che sta dietro i vari ragionamenti sfrutta sempre quelle che sono le ottiche Lean, cioè bisogna cercare di aver interesse solo per quello che è richiesto dal cliente e, per cui, sviluppare un metodo allineato alla propria percezione di mercato. Perciò, riportando nuovamente l’obiettivo principale che è quello di *“istituzionalizzare una nuova metodologia a livello di gruppo aziendale che permetta di migliorarne i processi produttivi, evidenziandone le attività non a valore*

aggiunto e consentendone la loro eliminazione/ riduzione in quanto fonte di spreco”, andiamo nuovamente a vedere quelle che sono state le variazioni in positivo (TO-BE) che il nuovo metodo ha riportato rispetto al contesto AS-IS. Voglio però evidenziare che i forecast che riporterò si rifanno ad una stima grossolana, in quanto gli unici elementi ora disponibili risultano quelli suscitati dai “piani di implementazione pilota”, dettagliatamente descritti nei capitoli precedenti (capitolo 3 e 4). Detto ciò, attraverso l’applicazione e l’accorpamento dei due strumenti selezionati (Design For Assembly ed Approccio Scientifico) in un’unica macro-tecnica chiamata “Metodologia SCM per il miglioramento dei metodi di assemblaggio e collaudo”, si sono apportati grossi miglioramenti che investono sia il contesto di progettazione/ ri-progettazione sia quello delle rilevazioni in linea (produzione serie). Per mostrare, quindi, quelle che saranno le variazioni ipotizzate, partiamo prima di tutto dal contesto AS-IS, oscurandone i dati sensibili e prendendo come esempio il cantiere di V. V. Monte e la bordatrice “Olimpic K360” (figura 5.3) . Da Marzo 2016 a Marzo 2017 (periodo che precede la generazione della nuova tecnica), la produzione di serie della suddetta macchina utensile, avvenuta senza una preliminare fase di DFA, ha comportato circa un centinaio di bolle di modifica, molte delle quali si sarebbero potute anticipare evitando molteplici problemi a valle del processo (figura 5.4). Inoltre, tali numerose modifiche non hanno portato ancora all’obiettivo di rendimento 100%, ma hanno solo mostrato un incremento di qualche punto percentuale diluito su base annua.



figura 5.3: Bordatrice Olimpic K360

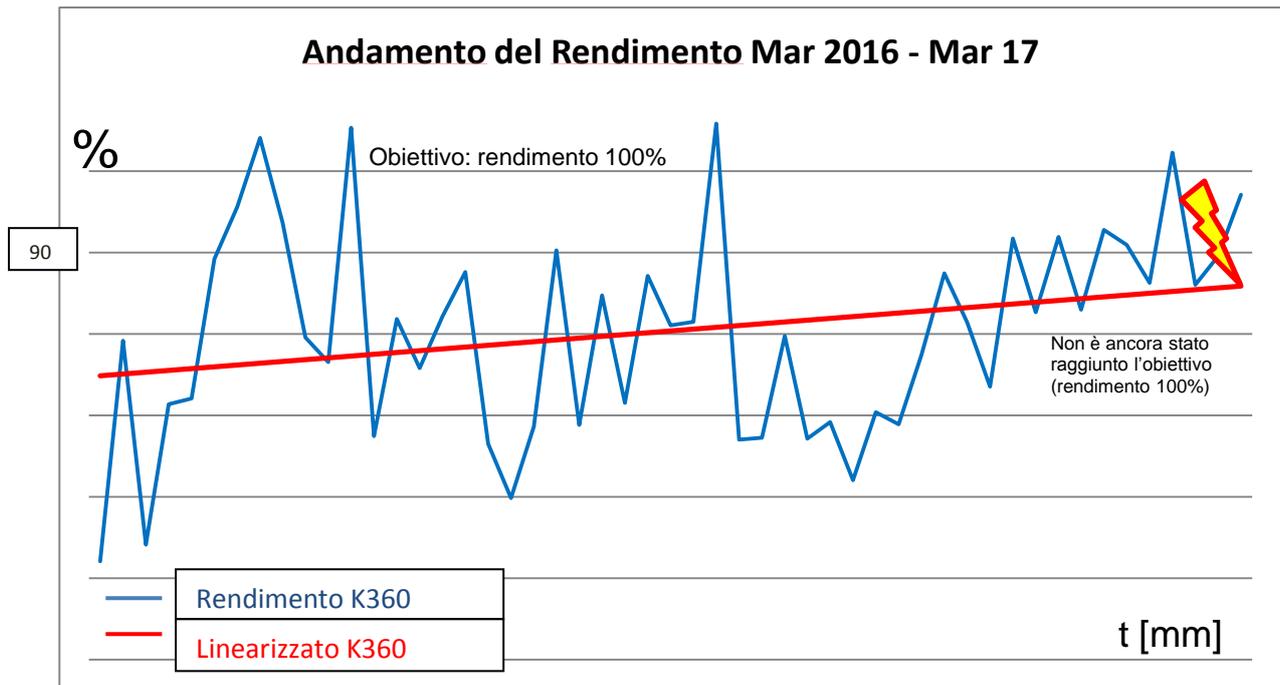


figura 5.4: trend rendimento 2016-17 Olimpico K360

L'applicazione delle modifiche tecniche avvenute in più mandate e senza criteri precisi, unitamente ai saving del processo, ha permesso solo di recuperare una minima percentuale di rendimento (qualche unità) in un intero anno. Per questo motivo, il front-loading in precedenza evidenziato è molto importante; infatti permetterà di anticipare tutte le modifiche in fase di progetto e idealmente rilevarle in un'unica mandata. Questo permetterà, in prima linea, di risparmiare del tempo (risorsa critica), apportando quindi un TTM inferiore a quello presente, maggiore pro-attività nella gestione del lancio nuovi prodotti e criterio alla rilevazione in ottica di miglioramento continuo, oltre ad accompagnare e supportare il processo di problem-solving degli individui. Infatti, oltre al metodo stesso, la ciliegina sulla torta risulta la nuova proposta di gestione dello sviluppo nuovi prodotti, la quale accorpa le varie esperienze e capabilities dei responsabili SCM, dichiarando che l'analisi in approccio D.F.A. dovrà essere gestita tramite un meeting di qualche giorno (DFA-WorkShop), il quale vedrà Industrializzazione, Ufficio Tecnico e Responsabile di Fabbricazione (o delegato) cooperare per rilevare gli sprechi sin dalla prima fase di progetto e ridurre le inefficienze di processo prima che i prodotti approdino nel reparto produttivo (concetto del concurrent engineering). Di fatto, il problema principale è il perseverare nell'avere sedicenti prodotti in linea che risultano, invece, essere ancora prototipi vista la quantità di industrializzazione che ad essi ancor necessita. Questo, asintoticamente parlando, porterà la stessa attività di miglioramento/ saving in linea ad essere obsoleta, in quanto se le cose fossero fatte correttamente sin da subito, non vi sarebbe la necessità di miglioramenti/ bolle di modifica (attività che di fatto è uno spreco sia di risorse che di tempo).

Fatte queste considerazioni, riassumiamo quantitativamente i vari risparmi dati dall'applicazione del metodo, divisi in 2 piani di implementazione: DFA ed Approccio Scientifico.

- D.F.A.: risparmio netto su base budget 2017 è stato di 22.000 €/ aa circa (dettagli da pag. 68 a pag. 70 del presente elaborato);
- Approccio Scientifico: risparmio netto su base budget 2017 è stato di 12.000 €/ aa circa (dettagli a pagina 117 del presente elaborato) che riguarda anche un incremento di circa una decina di punti percentuale sui consuntivi medi rilevati nelle bordatrici K360/ K360R (in un semestre);

In sostanza, preso il solo plant di Villa Verucchio Monte (RN), si è risparmiato globalmente circa 30.000 €/ 6mesi su base budget 2017 e nel solo semestre si è riuscito ad ottenere un incremento di circa 10 punti percentuale sul tempo medio consuntivo totale (bordatrici K360), a differenza dei soli pochi punti percentuale apportati dalle modifiche (precedenti alla metodologia) su base annua (bordatrici Olympic K360). Appurato che il saving quantitativo di 30 k€/ aa (0,005% del fatturato 2016 di SCM Group) è stato portato a budget dal Team di Progetto in circa 6 mesi di lavoro e per un solo plant, possiamo stimare che, da Gennaio a Dicembre 2018, potranno essere minimo proponibili circa 60.000 €/ aa per plant (0,01% del fatturato 2016 di SCM Group) di modifiche migliorative (riferibili a budget 2018), che se poi rapportassimo a livello di gruppo (5 U.te legno) diventerebbero 300.000 €/ aa (0,05% del fatturato 2016 di SCM Group) di risparmio minimo. Non si possono ancora fare stime maggiormente precise, in quanto, prima di poter applicare il metodo in ogni Ute legno, necessita addestrare i vari industrializzatori SCM dei differenti plant e il risultato dipende sempre dalla capacità dei singoli di apportare miglioramenti supportati dal metodo. Riferendoci a quest'ultima fase di training, il Project Team ha deciso di occupare i mesi di Ottobre, Novembre e Dicembre 2017 con 2 giornate successive di training teorico per il D.F.A. ed una di training pratico per l'Approccio Scientifico, ripetute per ogni stabilimento legno. Concluse le attività di formazione sulla metodologia, si aspetterà il primo anno di effettiva implementazione per andarne a calcolare i risparmi ottenuti (in termini di costo e percentuale) nell'anno 2018. Infine, riassumendo i sotto – obiettivi da portare a compimento, enucleati dall'obiettivo principale del progetto in azienda:

- 1) Supportare e dare criterio ai 'saving' in linea,
- 2) Accorciare il 'rump-up' produttivo dei prodotti (\downarrow TTM),
- 3) Arrivare ad avere prodotti in linea già completamente industrializzati (asintoticamente parlando),
- 4) Aumentare rendimento medio e produttività ($\uparrow\eta$ e \uparrow output/input),
- 5) Generare maggior collaborazione tra Ufficio Tecnico e Industrializzazione,

enunciamo che son stati tutti considerati ed affrontati correttamente. Infatti, fatta eccezione per quelli asintoticamente proponibili (come eliminare l'attività di industrializzazione dopo l'approdo del prodotto in produzione serie (n°3)), i restanti sembrano avere buone probabilità di riscontro positivo dai piani di implementazione pilota, ma per avere dati più precisi ed affidabili dobbiamo aspettare che il nuovo standard vada a regime in SCM Group (2019).

Con questo paragrafo si conclude il progetto elaborato in SCM Group S.p.A. della durata di 6 mesi di tirocinio formativo. L'esperienza in un'azienda così florida e consolidata sul panorama internazionale rappresenta sicuramente un'ottima opportunità formativa per un tirocinante alle prime armi. L'occasione di essere stato a contatto con tecnologie all'avanguardia e d'eccellenza a livello europeo e mondiale nel settore machinery è stato sicuramente stimolante ed appagante a livello personale, oltre che fonte di orgoglio per il lavoro che si svolge. Inoltre, l'aver contribuito a strutturare ed unificare un processo mancante in azienda e che verrà attuato nel breve - medio termine è ciò che forse ha posto maggior entusiasmo nello svolgimento del compito assegnatomi. Nondimeno, questo è stato il punto cardine per comprendere alcune dinamiche gestionali - organizzative e problematiche che sorgono tra le funzioni aziendali aventi contatto, in modo diretto od indiretto, con la funzione trasversale di Miglioramento Industriale. In più, la dimensione del Team di Progetto (collaborazione principale di 3 persone) ha reso possibile pormi spesso in prima linea nella generazione/ strutturazione della metodologia ed implementazione delle attività associate. Infine, i contenuti raccolti, le informazioni richieste e gli approfondimenti che hanno portato alla soluzione proposta sono stati guidati dall'esperienza del personale (interno ed esterno) SCM e dalla loro conoscenza delle pratiche che caratterizzano l'approccio al lavoro nel mondo reale, punti cardine per favorire un concetto necessario all'interno delle organizzazioni: il metodo. Detto questo, quello che più di tutti mi preme sottolineare è che l'affermazione ricorrente "la teoria è una cosa, ma la pratica un'altra" è quanto più di veritiero si possa dichiarare. Infatti, l'azienda è un contesto molto dinamico, fatto di ritardi, imprevisti, cambiamenti e modifiche continue (che avvengono spesso all'ultimo secondo) che ti portano a dover essere paziente e flessibile in ogni circostanza. Il mondo industriale è composto da tante piccole insidie, sfaccettature ed ostacoli che ti occupano tempo (spesso più del previsto) per cercare una soluzione quanto più ottimizzante e in breve tempo.

Concludo dicendo che, qualora un'organizzazione non abbia diffuso un metodo per indirizzare sin da subito le risorse necessarie, significa che non è ancora ben affacciata a un ambiente strutturato e lungimirante, ma permane un artigiano che, per fare il passo successivo e allinearsi al mercato attuale, dovrà porre criterio in ogni cosa che svolge, altrimenti non riuscirà mai a favorire il suo business e assicurare alla persona più importante (il cliente) il soddisfacimento delle sue richieste.

I. Bibliografia e Sitografia

a. Capitolo 1:

- www.scmgroup.com/it
- www.corriere.it
- www.pmi-nic.org

b. Capitolo 2:

- Settis B., 2016, “Fordismi. Storia politica della produzione di massa”, Il Mulino.
- Ouchi W., 1981, “Theory Z: how american business can meet Japanese challenge”, Addison-Wesley.
- Istituto dell’Enciclopedia italiana, 1998, “il Taylorismo”, Enciclopedia delle scienze sociali, Enciclopedia Italiana di scienze, lettere e arti.
- Bonazzi G., 2016, “Storia del pensiero organizzativo”, 14° edizione, Franco Angeli.
- www.aidp.it
- Pompella G., “Articolo sull’organizzazione scientifica del lavoro di Taylor: aspetti positivi e negativi di un modello per certi versi ancora attuale”, Ministero dell’Interno, Dipartimento per le Politiche del Personale e per le Risorse Strumentali e Finanziarie.

c. Capitolo 3:

- Barlotti C., 2016, “Lean Thinking. Analisi, Misura e Ottimizzazione”, Esculapio.
- Boothroyd G., Dewhurst P., Knight W., 2002, “Product Design for Manufacture and Assembly”, Marcel Dekker.
- Mora C., aa 2015-16, Dispense di “*Sistemi di Produzione Avanzati M*”, Università di Bologna “ALMA MATER STUDIORUM”, Scuola di Ingegneria e Architettura.
- Mora C., aa 2015-16, Dispense di “*Sicurezza nei Sistemi Produttivi M*”, Università di Bologna “ALMA MATER STUDIORUM”, Scuola di Ingegneria e Architettura.
- www.ilo.org
- www.ing.unipi.it
- George M. L., Rowlands D., Kastle B., 2015, “Che cos’è la Lean Six Sigma”, Edizione Italiana, Pragmata, Pitagora Editrice, Bologna.
- Campana F., aa 2010-11, Dispense di “*Principi e metodologie della progettazione meccanica*”, Università di Roma “La Sapienza”.

d. Capitolo 4:

- British Standard 3138-79, 1979, “Glossary of terms used in work study and organization and methods (O&M)”.
- Baglieri, Biffi, Coffetti, Ondoli, Pecchiari, Pilati, Poli, Sampietro, 2004, “Organizzare e gestire progetti”, 2° edizione, ETAS, Milano.

- Fabbri R., Kokeny A., 2015, “Analisi del Valore del prodotto. 5 passi per l’innovazione e la riduzione dei costi”, Franco Angeli.
- Bellucci A., aa 2016-2017, Dispense di “*Metodi per la Gestione dei Progetti Complessi M*”, Università di Bologna “ALMA MATER STUDIORUM”, Scuola di Ingegneria e Architettura.
- El-Haik B., Yang K., “Design For Six Sigma”, McGraw Hill.
- Lipparini A., 2007, “Economia e gestione delle imprese”, Il Mulino, Bologna.
- Belletti F., Olivieri M., aa 2007-08, Dispense de “*il Miglioramento dei Metodi*”.
- Baldassini L., “VADEMECUM PER DISEGNATORI E TECNICI”, 19° edizione, HOEPLI.

F I N E

Firma:



ELIA MALTONI